

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA E BIOFARMACÊUTICA

KARLA ROCHA LIBOREIRO

**INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA EM BIOTECNOLOGIA:
ESTUDOS DE CASO EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA
UNIVERSITÁRIOS ESTADUNIDENSES E BRASILEIROS**

Belo Horizonte

2020

KARLA ROCHA LIBOREIRO

**INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA EM BIOTECNOLOGIA:
ESTUDOS DE CASO EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA
UNIVERSITÁRIOS ESTADUNIDENSES E BRASILEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para a obtenção do Título de Doutora em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica.

Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo.

Linha de Pesquisa: Inovação Tecnológica e Social nas Organizações.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ariane Agnes Corradi.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Márcia Siqueira Rapini.

Belo Horizonte

2020

043 Liboreiro, Karla Rocha.
Interação universidade-empresa em biotecnologia: estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários estadunidenses e brasileiros [manuscrito] / Karla Rocha Liboreiro. - 2020.
223 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ariane Agnes Corradi. Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Márcia Siqueira Rapini.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica.

1. Inovação. 2. Biotecnologia. 3. Relatos de Casos. 4. Universidades. 5. Empresas. I. Corradi, Ariane Agnes. II. Rapini, Márcia Siqueira. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 608.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica da Universidade Federal de Minas Gerais

" Interação Universidade-Empresa em Biotecnologia: Estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários norte-americanos e brasileiros."

Karla Rocha Liboreiro , nº de registro 2016714217

Tese **Aprovada** pela Banca Examinadora constituída pelos Professores Doutores:

Profa. Dra. Ariane Agnes Corradi (PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Profa. Dra. Márcia Siqueira Rapini (PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Profa. Dra. Sara Gonçalves Antunes de Souza (Economia-UNIMONTES)

Profa. Dra. Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza (Administração-UFBA)

Prof. Dr. Eduardo da Motta e Albuquerque (CEDEPLAR - FACE - UFMG)

Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima (PPG em inovação Tecnológica da UFMG)

Belo Horizonte, 04 de junho de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo da Motta e Albuquerque, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 17:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza, Usuário Externo**, em 04/06/2020, às 18:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sara Goncalves Antunes de Souza, Usuário Externo**, em 04/06/2020, às 18:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ariane Agnes Corradi, Professora do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 18:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco de Paula Antunes Lima, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 21:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0139914** e o código CRC **DBB39202**.

¹A banca examinadora sugeriu a alteração do título da tese em 04 de junho de 2020. Novo título: Interação Universidade-Empresa em biotecnologia: estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários estadunidenses e brasileiros (Anexo E).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica da Universidade Federal de Minas Gerais

ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 1ª TESE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E BIOFARMACÊUTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DA DISCENTE KARLA ROCHA LIBOREIRO Nº DE REGISTRO 2016714217.

Aos 04 (quarto) dias do mês de junho de 2020 realizou-se, a partir das 14 horas, on-line (via Plataforma ZOOM), a sessão de defesa de Tese da Candidata ao grau de Doutora em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica, Área de Concentração de Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo, da discente **Karla Rocha Liboreiro**, Tese intitulada: "**Interação Universidade-Empresa em Biotecnologia: Estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários norte-americanos e brasileiros**". A Banca Examinadora constituiu-se dos Professores Doutores: Ariane Agnes Corradi, do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica-UFMG, Márcia Siqueira Rapini, do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica-UFMG, Sara Gonçalves Antunes de Souza da Economia-UNIMONTES, Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza da Administração-UFBA, Eduardo da Motta e Albuquerque, do CEDEPLAR-FACE-UFMG e Francisco de Paula Antunes Lima do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica-UFMG. De acordo com o Regulamento do Curso, a Presidente da Banca, Professora Ariane Agnes Corradi abriu a sessão, passando a palavra para a discente **Karla Rocha Liboreiro**, que fez a exposição da sua Tese. Em seguida, foi realizada a arguição pelos membros da Banca Examinadores na ordem registrada acima, com a respectiva defesa da candidata. Finda a arguição, a Banca Examinadora se reuniu, sem a presença da discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública da presente Ata que segue assinada (via Sistema Eletrônico de Informações - SEI) pelos membros da Banca Examinadora e pelo Coordenador do Curso. Belo Horizonte, 04 de junho de 2020.

Profa. Dra. Ariane Agnes Corradi (PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Profa. Dra. Márcia Siqueira Rapini (PPG em Inovação Tecnológica - UFMG)

Profa. Dra. Sara Gonçalves Antunes de Souza (Economia-UNIMONTES)

Profa. Dra. Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza (Administração-UFBA)

Prof. Dr. Eduardo da Motta e Albuquerque (CEDEPLAR - FACE - UFMG)

Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima (PPG em inovação Tecnológica -UFMG)

Prof. Dr. Rubén Dario Sinisterra Millán

Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo da Motta e Albuquerque, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 17:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sara Goncalves Antunes de Souza, Usuário Externo**, em 04/06/2020, às 17:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza, Usuário Externo**, em 04/06/2020, às 18:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ariane Agnes Corradi, Professora do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 18:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcia Siqueira Rapini, Professora do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 20:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco de Paula Antunes Lima, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 21:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ruben Dario Sinisterra Millan, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/06/2020, às 10:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0139907 e o código CRC 665A3853.

Referência: Processo nº 23072.214166/2020-15

SEI nº 0139907

² A banca examinadora sugeriu a alteração do título da tese em 04 de junho de 2020. Novo título: Interação Universidade-Empresa em biotecnologia: estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários estadunidenses e brasileiros (Anexo E).

AGRADECIMENTOS

À minha família: em especial, à minha mãe, Jane, pelo incentivo, amor e a paciência. Mãe, obrigada por me ensinar o valor da educação e por entender minha ausência nos momentos dedicados a esta tese; às minhas irmãs, Karine e Karoline, sempre presentes e amorosas; à minha tia Cleonice e ao meu pai, Carlos, pela torcida. Aos meus sobrinhos: Duda, Lucas, Joaquim e Anna.

A todos os professores e aos servidores da UFMG e da UC Berkeley, por me guiarem nesta jornada de aprendizado nos últimos quatro anos.

Às professoras Ariane Corradi e Márcia Rapini, pela orientação neste doutorado. Obrigada por aceitarem esse desafio e me guiarem neste percurso com tanta dedicação e atenção.

Ao professor Ruben, pela coordenação deste curso de doutorado; à secretária Eni, por todo o apoio e atenção; aos prof.^s Hermes e Eduardo Valadares, pelos ensinamentos na OPEI; aos professores Alessandro Moreira, Rudolf e Pinotti (*in memoriam*); à prof.^a Climene e ao Marcos.

Aos professores da minha qualificação e defesa, pelas preciosas contribuições: Raoni, Eduardo Albuquerque, Francisco Lima, Francisco Vidal, Sara Antunes e Elisabeth Loiola.

À CAPES e ao CNPq, pelo suporte financeiro que tornou este doutorado possível.

A todos que participaram da coleta de dados desta pesquisa, nos laboratórios da UFMG: Labbio e Labvir e nos laboratórios da UC Berkeley: Riley Lab e Murthy Lab, pela contribuição.

Às professoras Fernanda De Negri, Glenda, Adelaide, Andrea e Ana Clara pelo apoio.

Às amigas Sara, Milene, Gisele, Renata, Fê, Kenya, Bianca, Ariane, Gislaïne e Hanna.

A todos os colegas do doutorado, especialmente à: Juliana, Marina, Victor, Paula, Márcia, Carla, Arthur, Giovani, Paloma, Raíssa Guerra e Larissa.

Ao Afonso Gomes, pela revisão da linguagem, e Tatiane Gandra, pela revisão das normas.

I acknowledge professors Ikhtlaq Sidu, Ken Singer and David Law - Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology, for allowing my research at University of California Berkeley.

Professors Henry Etzkowitz and Henry Chesbrough for your supportive research feedback.

My special thanks to my UC Berkeley friends: Susan Giesecke, Lyn, and Magdalena.

To my American family: Buddy, Holly, Bobbie, and Carole. I found my second home.

Thanks to my partner Peter, who is strengthening me in every aspect of life – personal and professional. Thank you for your love, patience, and contributions.

RESUMO

Esta tese tem por objetivo analisar como os fatores associados à infraestrutura de pesquisa, à qualificação da equipe dos laboratórios e aos incentivos locais influenciam a interação universidade-empresa (IUE) em biotecnologia. Utiliza a abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação para realizar dois estudos de caso paralelos em contextos nacionais distintos: Estados Unidos da América (*University of California Berkeley*) e Brasil (Universidade Federal de Minas Gerais). Foram selecionados quatro laboratórios de pesquisa universitários em Biotecnologia, área tecnológica relacionada diretamente ao avanço do conhecimento científico. A coleta de dados considerou três estratégias metodológicas: aplicação de dois questionários validados (BR *Survey* e Ipea-Infra); realização de dez entrevistas com pesquisadores dos laboratórios; e pesquisa documental em *websites* de órgãos de propriedade intelectual, das universidades e dos laboratórios investigados. Os resultados revelaram características dos canais de transferência do conhecimento via IUE, identificados principalmente como licenciamento de patentes, publicações e geração de *spin-off*, sendo o último o mais significativo. Uma característica dos laboratórios de pesquisa investigados é a existência de amostras biológicas históricas, que contribuiu para o interesse de empresas em testar kits de diagnóstico de doenças, constituindo-se, portanto, em um canal de transferência de conhecimento. Entre os incentivos à IUE com impacto positivo destacam-se no caso estadunidense os recursos financeiros concedidos pelo governo para a realização de pesquisa colaborativa (universidade-empresa) e a estrutura formal e consolidada de suporte à IUE. No caso brasileiro, a IUE apresentou baixa participação do setor privado industrial, em grande parte, devido ao baixo interesse em estabelecer parcerias com instituições de ensino. O estudo revelou que o formato de arranjo institucional diferenciado das *spin-offs* acadêmicas brasileiras – com função bilateral híbrida de redes de conexão com o setor industrial – favorece o aumento da capacidade absorptiva das empresas e, sobretudo, permite aos laboratórios divulgar suas tecnologias e resultados de pesquisas. Entre as contribuições desta pesquisa, cita-se a proposta de um marco analítico para IUE, integrando dados dos laboratórios de pesquisa, fatores precedentes à IUE e possíveis tipos de resultados dessa interação. Este marco apresenta novas perspectivas para a elaboração de políticas nacionais e locais de estímulo à IUE, em especial, a geração de *spin-off* acadêmica. A pesquisa contribuiu para a literatura empírica ao utilizar estudos de caso paralelos sobre a temática e reforçar a importância das práticas institucionais nas universidades para o fomento e o acompanhamento de interações universidade-empresa.

Palavras-chave: Biotecnologia. Estudo de caso. Inovação. Interação universidade-empresa. Interação laboratório de pesquisa universitário-empresa. Sistema Nacional de Inovação.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to analyze how the factors associated with research infrastructure, qualification of the laboratory teams, and local incentives influence the university-industry interaction (UII) in the area of biotechnology. The National Innovation Systems approach is used to carry out two parallel case studies in different national contexts: the United States of America (University of California Berkeley) and Brazil (Federal University of Minas Gerais). Four university biotechnology research laboratories were selected, a technological area directly related to the advancement of scientific knowledge. We employed three methodological strategies: the application of two questionnaires, previously validated - BR Survey and IPEA-Infra; ten interviews with key respondents from each laboratory; and documentary research on the websites of governmental intellectual property agencies, universities, and laboratories. The results revealed characteristics of the knowledge transfer channels via UII, identified mainly as patent licensing, publications, and spin-off generation, the latter being the most significant. A characteristic of the research laboratories investigated is the existence of historical biological samples, which contributed to the interest of companies in testing kits for diagnosing diseases, thus constituting a channel for knowledge transfer. Among the incentives to the UII with a positive impact, in the American case, financial resources granted by the government to carry out collaborative research (university-company) and the formal and consolidated support structure for the UII stand out. In the Brazilian case, there was low participation in UII by the private industrial sector, largely due to the lack of interest in establishing partnerships with educational institutions. The study revealed a new institutional arrangement format differentiated from the Brazilian academic spin-offs - with a bilateral hybrid function of networks connecting with the industrial sector, which favors the increase in the absorptive capacity of companies and, above all, allows laboratories to disclose their technologies and research results. Among the contributions of this research, we mention the proposal of an analytical framework for UII, integrating data from research laboratories, factors preceding the university-industry interaction and possible results types of this interaction. This milestone presents new perspectives for the elaboration of national and local policies to stimulate UII, and in particular, the generation of academic spin-offs. The research contributed to expand the empirical literature by using parallel case studies on the subject and to reinforce the importance of institutional practices in universities for the promotion and monitoring of university-industry interactions.

Keywords: Biotechnology. Case Study. Innovation. University-Industry interaction. University research laboratory-industry interaction. National Innovation System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Marco Analítico da Pesquisa.....	62
Figura 2 - Estrutura de apresentação de resultados da pesquisa	78
Figura 3 – Sumário Executivo – Interação Laboratório Murthy e BioAmp	86
Figura 4 - Sumário Executivo – Interação Laboratório Riley e Silver Lake Research.....	100
Figura 5 - Sumário Executivo Interação Labbio e Crômico Calçados.....	120
Figura 6 - Sumário Executivo - Interação Labbio e Aptivalux Bioengenharia.....	123
Figura 7 – Sumário Executivo – Interação Labvir e Viriontech	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Canais de troca de informação e conhecimentos na IUE	41
Quadro 2 - Resultados da IUE de acordo com a finalidade da interação	42
Quadro 3 - Benefícios de uma empresa Spin-off tecnológico	43
Quadro 4- Caracterização da UFMG: ensino, pesquisa, inovação e empreendedorismo	60
Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados, métodos e técnicas da pesquisa	75
Quadro 6 - Infraestrutura, Recursos Humanos e Canais de IUE - Laboratórios UC Berkeley....	79
Quadro 7- Características das empresas que interagiram com os laboratórios da UC Berkeley.	79
Quadro 8- Características das IUE nos casos de interação dos laboratórios UC Berkeley	105
Quadro 9- Infraestrutura, Recursos Humanos e Canais de IUE - Laboratórios UFMG	110
Quadro 10- Características das empresas que interagiram com os laboratórios da UFMG	111
Quadro 11 – Características das IUE nos casos de interação dos laboratórios UFMG	150

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIE	Anemia Infecciosa Equina
AMITEC	Programa de Apoio à Melhoria e Inovação Tecnológica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BDA	Bayh-Dole Act
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Ciência & Tecnologia
CT-INFRA	Fundo Setorial de Infraestrutura
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CTIT	Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica
DGP	Diretório dos Grupos de Pesquisa
DNA	Deoxyribonucleic Acid
DoVER	Doenças virais emergentes e reemergentes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
ETT	Escritório de Transferência de Tecnologia
EUA	Estados Unidos da América
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FCO	Fundação Christiano Ottoni
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FPLC	Cromatografia líquida de proteína rápida
FUNDEP	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa
FUNDEPAR	Fundep Participações S.A
FVA	Fundo Verde-Amarelo
IAO	Industry Alliances Office
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
I-Corps	Innovation Corps
ICT	Instituições Científicas Tecnológicas
IDRC	International Development Research Centre

INCT	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPIRA	Intellectual Property & Industry Research Alliances
IUE	Interação Universidade- Empresa
LABBIO	Laboratório de Bioengenharia
LABVIR	Laboratório de Vírus
LAPAN	Laboratório de Pesquisa Aplicada a Neurovisão
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NAE	National Science Academia
NIH	National Institutes of Health
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
NSF	National Science Foundation
OMS	Organização Mundial de Saúde
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PCR	Reação em Cadeia de Polimerase
PROPLAN	Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento
R&D	Research and Development
RETEC	Rede de Tecnologia de Minas Gerais
RHAE	Programa de Formação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico
RoKS	Research on Knowledge Systems
SBIR	Small Business Innovation Research
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SPO	Sponsored Projects Office
SSERF	Survey of Science and Engineering Research Facilities
STTR	Small Business Technology Transfer
SUS	Sistema Único de Saúde
UC Berkeley	University of California Berkeley
UCSF	University of California San Francisco
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
USPTO	United States Patent and Trademark Office
VC	Venture Capitalist

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Justificativa e Objetivos	20
2	A UNIVERSIDADE, O LABORATÓRIO DE PESQUISA E A BIOTECNOLOGIA	23
2.1	A universidade e suas contribuições para a tecnologia	23
2.1.1	A universidade estadunidense e a universidade brasileira	24
2.2	O Laboratório de Pesquisa Universitário	25
2.2.1	Recursos Humanos do Laboratório de Pesquisa Universitário	27
2.2.2	A infraestrutura física do Laboratório de Pesquisa Universitário	30
2.3	A biotecnologia e a universidade	32
2.3.1	A biotecnologia em países em desenvolvimento	34
3	A INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA	36
3.1	A Interação Universidade-Empresa e os Sistemas Nacionais de Inovação	36
3.2	Canais de Interação Universidade-Empresa	38
3.3	Resultados da IUE	42
3.4	Interação Universidade-Empresa nos EUA	44
3.4.1	Infraestrutura de pesquisa nos EUA: recursos humanos e equipamentos	46
3.4.2	Os incentivos nacionais e locais à IUE nos EUA e na UC Berkeley	48
3.5	Interação Universidade-Empresa no Brasil	51
3.5.1	Infraestrutura de pesquisa no Brasil: recursos humanos e equipamentos	54
3.5.2	Os incentivos nacionais e locais à IUE no Brasil e na UFMG	57
3.6	Marco Analítico da Pesquisa	62
4	METODOLOGIA	67
4.1	Descrição da metodologia de pesquisa	67
4.2	Seleção e descrição dos casos	67
4.2.1	Caso Estadunidense: os laboratórios Murthy Lab e Riley Lab da UC Berkeley	69
4.2.1.1	<i>Murthy Lab – UC Berkeley</i>	69
4.2.1.2	<i>Riley Lab - UC Berkeley</i>	70
4.2.2	Caso Brasileiro: os laboratórios Labbio e Labvir da UFMG	70
4.2.2.1	<i>Labbio – UFMG</i>	70
4.2.2.2	<i>Labvir UFMG</i>	71
4.3	Instrumentos de coleta de dados	72
4.4	Procedimentos de coleta de dados	75

4.5 Procedimentos de análise de dados.....	76
5 RESULTADOS DO CASO ESTADUNIDENSE: A UC BERKELEY	79
5.1 Caso UC Berkeley – Laboratório Murthy	80
5.1.2 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE	80
5.1.3 IUE do Laboratório Murthy: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades.....	84
5.1.4 Interação Murthy Lab – Bioamp Diagnostics – Geração de <i>Spin-off</i>	85
5.1.5 Análise Geral das IUEs do Murthy Lab	90
5.2 Caso UC Berkeley – Laboratório Riley.....	92
5.2.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE	93
5.2.2 A IUE no Riley Lab: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades	97
5.2.3 Interação Riley Lab e Silver Lake Research – Outros resultados	99
5.2.4 Análise Geral do Riley Lab.....	103
5.3 Análise Transversal IUE – Caso Estadunidense	104
5.4 Análise das proposições de pesquisa no caso estadunidense	106
5.5 Discussão do caso estadunidense.....	107
6 RESULTADOS DO CASO BRASILEIRO: A UFMG	110
6.1 Caso UFMG – Laboratório de Bioengenharia (Labbio)	112
6.1.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE	112
6.1.2 IUE do laboratório Labbio: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades.....	116
6.1.3 Interação Labbio e Crômica – Novo produto e patente transferida	119
6.1.4 Interação Labbio e Aptivalux bioengenharia – Geração de empresa <i>Spin-off</i>	123
6.1.5 Análise geral do Labbio	129
6.2 Caso UFMG – Laboratório de Vírus.....	132
6.2.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE	132
6.2.2 IUE no laboratório Labvir: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades	138
6.2.3 Interação Labvir e Viriontech do Brasil– Geração de empresa <i>Spin-off</i>	142
6.2.4 Análise Geral do Labvir	146
6.3 Análise transversal do caso brasileiro	148
6.4 Análise das proposições de pesquisa no caso brasileiro.....	151
6.5 Discussões do caso brasileiro	153
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
REFERÊNCIAS	166
APÊNDICES.....	185
APÊNDICE A – Roteiro de entrevista individual.....	185

APÊNDICE B - Interview Script	186
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	187
APÊNDICE D - Carta de anuência em pesquisa.....	188
APÊNDICE E - Free and informed consent term (FICT).....	189
APÊNDICE F - Pedidos de patentes Murthy Lab depositados no USPTO (2014- 2019)	190
APÊNDICE G - Pedidos de patentes do coordenador do Riley Lab (1996 – 2019).....	191
APÊNDICE H - Equipe Labbio por Patentes Concedidas UFMG-INPI (1997 - 2017)	192
APÊNDICE I - Pedidos de patentes Labbio UFMG depositados no INPI (1997- 2016)	193
APÊNDICE J- Informações das IUE via licenciamentos de patente do Labbio UFMG	196
APÊNDICE K - Titulação dos inventores da Patente Crômico - Equipe Labbio – UFMG	197
APÊNDICE L - Titulação dos inventores da Patente da Curcumina 2011 – Aptivalux.....	198
APÊNDICE M - Equipe por patentes concedidas pelo INPI - Labvir/UFMG (1997 - 2013)	199
APÊNDICE N - Pedidos de patente Labvir UFMG depositados no INPI (1996- 2018).....	200
ANEXOS	202
ANEXO A – Questionário BR Survey – Interação Universidade-Empresa	202
ANEXO B – Ipea-Infra Questionário Infraestrutura de Pesquisa	206
ANEXO C - BR Survey Questionnaire - University- Industry Interactions	212
ANEXO D - Ipea-Infra - Research Facilities & Infrastructure Questionnaire.....	217
ANEXO E – Declaração de Ementa	223

1 INTRODUÇÃO

A interação universidade-empresa (IUE) é um fator estratégico para o fomento à inovação e ao desenvolvimento da economia via expansão do conhecimento científico (MOWERY; SAMPAT, 2005; ALBUQUERQUE; SILVA; PÓVOA, 2005; NELSON, 2015). Ocorre por meio de diversos canais, como, pesquisa patrocinada, geração de empresa *spin-off*³, licenciamento de patentes e consultorias. Também, contribui para a competitividade de um país, na medida em que pode gerar produtos ou serviços de valor econômico e social (FAGERBERG; MOWERY; NELSON, 2005; TIDD; BESSANT, 2015). Pesquisas sobre IUE vêm despertando nos últimos quarenta anos cada vez mais a atenção da Academia, traduzida pelo significativo aumento de publicações e citações (MASCARENHAS; FERREIRA; MARQUES, 2018; LEMOS; CARIO, 2017). Destaca-se, ainda, a relevância da IUE para as empresas – mais especificamente, para os propósitos deste estudo, a interação dos laboratórios universitários e empresas –, em termos de eficiência, permitindo-lhes adquirir novas capacidades para inovarem e ter acesso à infraestrutura científica (NELSON, 2015).

Diversas pesquisas sobre IUE investigam o ponto de vista das empresas e das universidades de forma geral ou a visão dos escritórios de transferência de tecnologia das universidades (KLEVORICK *et al.*, 1995; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015a; LEMOS; CARIO, 2017). No entanto, o principal lócus da inovação nas universidades são os laboratórios de pesquisa, espaços que assumem o desafio de traduzir parte das pesquisas realizadas em aplicação prática, para a geração de inovação pelo setor produtivo (REYNOLDS; DE NEGRI, 2017). Por isso, os laboratórios universitários foram selecionados para esta investigação, observando os aspectos humanos e materiais, a infraestrutura e os incentivos locais e nacionais à IUE. A área de Biotecnologia, foco desta pesquisa, apresenta evidências empíricas que apontam para uma relação positiva entre o avanço dos resultados das pesquisas universitárias nesta área e o crescimento econômico das empresas (MCMILLAN; NARIN; DEEDS, 2000; COOKE, 2002).

Diante da relevância do tema e da necessidade de aprofundar mais em relação aos estudos existentes, optou-se por realizar uma pesquisa aprofundada, de cunho qualitativo, que considerasse

³ *Spin-off* acadêmicas são empresas fundadas para explorar comercialmente invenções tecnológicas criadas por professores, funcionários ou estudantes nas universidades. São uma classe importante de empresas, pois são um subconjunto de *start-ups* de alta tecnologia considerados relevante economicamente (SHANE, 2004).

contextos distintos. Esta pesquisa consiste em um estudo de caso paralelo, contemplando uma análise da literatura deste campo de pesquisa nos Estados Unidos da América (EUA), um dos países mais avançados em biotecnologia no mundo, e no Brasil, país que se destaca em pesquisas em biotecnologia na América Latina. Com respaldo empírico, por meio de estudos de caso, a Tese investiga as interações em quatro laboratórios de biotecnologia, dois da *University of California Berkeley* (UC Berkeley) e dois da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A pesquisa identifica e analisa fatores influenciadores da IUE: a infraestrutura de pesquisa, os recursos humanos de pesquisa e os incentivos locais à IUE nos contextos citados, bem como os canais de IUE e os resultados que interessam às empresas e à universidade.

As prioridades definidas pelos Governos Federais contribuem para o avanço tecnológico industrial na área de biotecnologia, por meio de relacionamentos de longa duração, que envolvem o financiamento de pesquisas e o elevado interesse das empresas em gerar novos produtos biotecnológicos com o produto delas (ROSENBERG; NELSON, 1994; MAZZUCATO, 2011). A articulação entre políticas públicas voltadas à comercialização de produtos científicos e as oportunidades de novos negócios das indústrias baseadas no conhecimento científico resulta no crescimento e no amadurecimento da biotecnologia na indústria (COROLLEUR; CARRERE; MANGEMATIN, 2004).

As universidades contribuem para o crescimento da biotecnologia com diversas maneiras, como: formação de mão de obra, realização de pesquisa e desenvolvimento e ações de extensão e criação de empresas *spin-off* e por meio de outros canais que geram aprendizado e construção de capacidade absorptiva (KRUSS, 2012). Segundo Tatsch *et al.* (2019), a análise das interações estabelecidas entre as universidades a partir de seus grupos de pesquisa e de outras organizações, visando ao desenvolvimento de produtos ou processos inovadores para a área da Saúde Humana, é um tema é ainda pouco estudado nos países em desenvolvimento.

Para promover a transferência da ciência da bancada do laboratório da universidade para o mercado, existem processos complexos e cadeias interativas de transações entre cientistas, empresários e governo (COOKE, 2002). Salienta-se que há uma diversidade de formas de interação entre universidade e empresas. Evidencia-se no contexto nacional uma lacuna de pesquisas sobre os canais ou mecanismos da IUE em biotecnologia (TATSCH *et al.*, 2019). Assim, esta pesquisa analisa as interações que envolvem diversos canais, como geração de *spin-off*, pesquisa patrocinada, patentes e projetos de P&D cooperativos.

A IUE é específica a cada país, pois está inserida dentro das relações estabelecidas entre duas instituições (universidade e empresa) que fazem parte do Sistema Nacional de Inovação, em uma perspectiva holística, interdisciplinar, histórica e evolutiva (EDQUIST, 2005).

A IUE depende da infraestrutura nacional de Ciência e Tecnologia (C&T) (RAPINI; RIGHI, 2006), de forma que o padrão de IUE nos Estados Unidos consolidou-se por conta dos acontecimentos históricos e estruturais, uma vez que as universidades contribuíram para o avanço tecnológico da indústria em um relacionamento de longo prazo (NELSON; ROSENBERG, 1993). No Brasil, define-se a IUE pela existência localizada em pontos de interação, em parte, em razão da criação tardia das universidades e da industrialização (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2007).

Uma condição necessária para gerar inovação é contar com um sistema educacional de qualidade, que proporcione condições de trabalho e pesquisas capazes de produzir novos conhecimentos e novas tecnologias (DE NEGRI, 2017). As revoluções da biotecnologia que ocorreram na década de 1970 e na engenharia genética geraram significativas contribuições das universidades para o desenvolvimento de produtos inovadores no cenário estadunidense. No Brasil, entre 1990 e 2010, surgiram políticas de C&T focadas em áreas estratégicas, como a da biotecnologia, tendo como um de seus principais resultados positivos o aumento significativo das capacidades científica e tecnológica (CASSIOLATO *et al.*, 2011).

Esta pesquisa se destaca por aprofundar a discussão sobre fatores facilitadores e canais da IUE em duas realidades nacionais distintas, com foco em seus laboratórios de pesquisa universitários. Para alcançar tal objetivo, optou-se por realizar dois estudos de caso paralelos, em laboratórios de pesquisa da área de Biotecnologia.

Um diferencial desta pesquisa está na combinação da análise da infraestrutura física do laboratório, da qualificação da equipe de pesquisa (STEPHAN, 2012; CUNNINGHAM *et al.*, 2014) e dos incentivos locais e institucionais à IUE (LE MOS, 2012).

Neste sentido, a pergunta de pesquisa ficou assim definida: Como a infraestrutura do laboratório de pesquisa universitário em biotecnologia, a qualificação de sua equipe e os incentivos institucionais e locais à IUE influenciam a interação universidade-empresa nos contextos estadunidense e brasileiro?

1.1 Justificativa e Objetivos

Os governos promovem práticas e políticas de incentivo à interação universidade-empresa capazes de aproximar as pesquisas universitárias das indústrias, de modo a contribuir para o desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação (SNI). De acordo com Schiller e Lee (2015), a IUE é significativa para a recuperação econômica dos países, pois promove a criação de conhecimento e a inovação, que são essenciais para o crescimento econômico em longo prazo. Os governos atuam como catalisadores da inovação e da interação universidade-empresa ao definirem leis e programas que incentivem tal iniciativa. Nos EUA, cita-se a aprovação da lei *Small Business Research and Development Enhancement Act of 1992* - 102-564/1992, com a criação dos programas *Small Business Innovation Research* (SBIR) e *Small Business Technology Transfer* (STTR), que incentivam a pesquisa em pequenas empresas e a parceria de pesquisa cooperativa entre pequenas empresas e universidades. No Brasil, apontam-se a criação, em 1999, do Fundo Verde-Amarelo de Estímulo à Interação U-E, a promulgação da Lei 10.168/2000 e a aprovação das Leis 10.973/2004 e 13.243/2016, que dispõem sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica e permitiram às universidades compartilhar sua estrutura física de pesquisa de forma remunerada.

As empresas que se utilizam das universidades como fonte externa de informação para inovação, são as que mais investem em P&D, constituindo-se em um núcleo dinâmico e capacitado tecnologicamente (ALBUQUERQUE; SILVA; POVOA, 2005). O interesse da indústria na IUE predomina em áreas de elevada tecnologia, como a Biotecnologia (KLEVORICK *et al.*, 1995; COOKE, 2002; KRUSS, 2012). A universidade é percebida pelas empresas como fonte de informação sobre inovação, principalmente, em áreas avançadas tecnologicamente (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002). Entender como funcionam os laboratórios de pesquisa e como ocorre a geração do conhecimento novo pode potencializar sua utilização via IUE, proporcionando benefícios às universidades, aos governos e às empresas.

Esta investigação contribui para ampliar o conhecimento científico sobre a IUE que beneficia as universidades, na medida em que favorece a compreensão das influências dos aspectos humanos e materiais dos laboratórios de pesquisas sobre a IUE. Além disso, contribui para que as empresas compreendam o funcionamento dos laboratórios de pesquisa universitários e dos canais de IUE típicos de cada contexto nacional (FERNANDES *et. al*, 2010). Contribui ainda, para que os governos, apoiados em informações atualizadas e estruturadas sobre a IUE, possam subsidiar novas políticas e práticas de incentivo à inovação.

Parte expressiva das pesquisas que investigam os canais de IUE se concentra na análise via patentes (MCMILLAN; NARIN; DEEDS, 2000; AGRAWAL, 2001; COLYVAS *et al.*, 2002). Um diferencial deste estudo em relação aos estudos mais amplos sobre IUE consiste em focar na área de Biotecnologia, considerar a visão de um dos principais atores dentro das universidades: os pesquisadores dos laboratórios universitários, além de abranger distintos canais da IUE, não somente o licenciamento de patentes. Outro diferencial deste estudo refere-se à combinação de dois questionários validados por pesquisas anteriores (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015) com entrevistas com pesquisadores seniores dos laboratórios.

Quanto aos objetivos desta pesquisa, citam-se:

- Objetivo geral

Investigar a interação universidade-empresa em biotecnologia, a partir da infraestrutura de laboratórios de pesquisa, da qualificação de sua equipe e dos incentivos locais à IUE nos contextos estadunidense e brasileiro.

- Objetivos específicos

- a) Caracterizar a infraestrutura física de pesquisa, os recursos humanos e os incentivos locais e institucionais à IUE em cada contexto nacional;
- b) Analisar as influências desses fatores nos canais de IUE em cada contexto nacional;
- c) Identificar os resultados dessas IUEs em cada contexto nacional em termos acadêmicos e tecnológicos;
- d) Diferenciar os processos de IUE que geraram resultados inovadores daqueles que não geraram inovação de uso imediato.

Esta tese contém sete capítulos, incluindo esta Introdução. No segundo e no terceiro capítulos, aborda-se o referencial teórico, incluindo o papel da universidade, do laboratório de pesquisa universitário e da Biotecnologia, além da literatura sobre IUE com a sua contextualização nos dois países pesquisados. Também, explicita-se o marco analítico de pesquisa, considerando como unidade de análise os laboratórios de pesquisa universitários. No quarto capítulo, descreve-se o método de pesquisa. No quinto e no sexto capítulos, procede-se à discussão dos resultados da pesquisa, respectivamente, o caso estadunidense e o caso brasileiro. No sétimo capítulo, formulam-se as considerações finais, consistindo em contribuições, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2 A UNIVERSIDADE, O LABORATÓRIO DE PESQUISA E A BIOTECNOLOGIA

2.1 A universidade e suas contribuições para a tecnologia

As universidades e as instituições de pesquisa ocupam um lugar relevante e estratégico no Sistema Nacional de Inovação, na medida em que contribuem, por meio da geração e transferência de conhecimento, para outras instituições (ALBUQUERQUE; SILVA; POVOA, 2005; PINHO; FERNANDES, 2015). Sua relevância está associada à sua função tanto de ensinar e qualificar recursos humanos, quanto de avançar na descoberta de novos conhecimentos científicos, por meio da realização de pesquisas e de suas aplicações para o progresso tecnológico das nações (RUFFONI; MELO; SPRICIGO, 2017). Em última instância, a infraestrutura científica contribui para a capacitação tecnológica de países, regiões, setores e firmas (ALBUQUERQUE; SILVA; POVOA, 2005).

A universidade surgiu no século XI, na Itália, e se consolidou nos séculos XII e XIII, quando passou a estender-se para a França e a Inglaterra (GREENWOOD; LEVIN, 2006; RUFFONI; MELO; SPRICIGIO, 2017). De origem monástica, foi criada com o objetivo de promover a formação educacional do clero. Inicialmente, era mantida pela Igreja, função que, posteriormente, foi assumida também pelo Estado. Alguns eventos críticos marcaram sua trajetória e ampliaram sua relevância para a geração de novos conhecimentos e de tecnologias. No século XIV, a universidade disseminou-se pela Alemanha, Áustria e Espanha, dentre outros países. Chegou à América Latina via países de colonização espanhola, como o México, em 1551, e à América do Norte, nos Estados Unidos, em 1636 (RUFFONI; MELO; SPRICIGIO, 2017). No Brasil, a universidade não chegou antes do início do século XIX, característica da colonização portuguesa.

A vinculação entre a atividade de pesquisa e a universidade só ocorreu no século XIX, iniciando-se na Alemanha, como estratégia para obter algum tipo de poder político e garantir a sobrevivência dos pesquisadores. Ao longo da história do desenvolvimento científico, seu progresso foi norteado por objetivos sociais, progresso tecnológico e econômico (BEN-DAVID, 1974; VELHO, 1997). Apesar de relevante, o papel da universidade na sociedade varia de intensidade, pois a estrutura institucional difere-se entre os países (NELSON, 1988; FREEMAN, 1988). Neste sentido, torna-se relevante destacar as características das universidades em cada país, diante as especificidades de suas capacidades de ensino, pesquisa e extensão, bem como o modo

como elas influenciaram o desenvolvimento tecnológico industrial, a partir de distintos fatores nacionais.

2.1.1 A universidade estadunidense e a universidade brasileira

As universidades estadunidenses se destacam pela contribuição para a solução de problemas tecnológicos, o avanço da indústria local e a existência de forte financiamento de suas pesquisas pelo governo (ROSENBERG; NELSON, 1994). O estilo de administração da ciência desenvolvido nos EUA após a Segunda Guerra, acrescido das novas formas de organização científica e da padronização da formação de equipes científicas, foi um marco nas relações entre o conhecimento científico e o contexto social (VELHO, 1997).

No século XX, ocorreu um grande desenvolvimento do segmento de Ciência e Tecnologia (C&T) nos EUA, devido às duas Guerras Mundiais (1914-1918) e (1939-1945). No final desta última, o centro de gravidade da comunidade científica internacional havia se transferido para este país, fato caracterizado pelo aproveitamento da energia atômica (GEIGER, 1990). A ciência local foi moldada pelos esforços da pesquisa científica induzida pela guerra e pelo financiamento do governo (MAZZUCATO, 2011), o que produziu uma empresa científica duradoura e detentora de grandes avanços tecnológicos e sociais, reconhecidos globalmente. Os EUA se destacam por possuírem o maior número de cientistas, já tendo recebido cerca de 260 prêmios Nobel em Física, Química, Fisiologia e Medicina, sendo seguido de longe por países como Inglaterra, Alemanha e França (GROS, 2018).

A universidade brasileira só viria a ser criada no século XIX, por meio das Escolas de Ensino Superior, em 1808, quando da chegada da família real portuguesa (SCHWARTZMAN, 2008). Segundo Favero (2006), todos os esforços empreendidos para a criação de universidades nos períodos colonial e monárquico foram malogrados pela considerável resistência de Portugal. A primeira só viria a ser criada em 1920.

Arocena e Sutz (2005) analisaram o papel das universidades na América Latina. Criadas com base no modelo europeu de educação superior, até o início do século XX pouco se envolviam nos problemas sociais locais. Isso até a rebelião dos estudantes em favor da reforma universitária, em 1968, orientada para a construção de um modelo institucional portador de uma identidade própria,

a partir de mecanismos administrativos e de gestão, com o ensino e a prática docente orientados para a autonomia universitária e a democratização da universidade (agradecimentos , 2011).

No Brasil, a subordinação tecnológica e política resultou em uma lacuna tecnológica. Como consequência, as universidades deixaram de ser requeridas com mais frequência por outros atores da sociedade, como a indústria, relevante para o crescimento econômico (AROCENA; SUTZ, 2005).

Após os anos de 1980, ocorreram mudanças nas universidades latino-americanas, que passaram a receber maior influência do modelo empresarial estadunidense, caracterizado por uma aproximação mais vigorosa com o setor industrial (AROCENA; SUTZ, 2005).

Segundo Albuquerque, Silva e Póvoa (2005), o papel da universidade em países menos desenvolvidos, como o Brasil, reside na contribuição da ciência em três dimensões: focalização, que permite identificar oportunidades do país para os fluxos tecnológicos internacionais; apoio para o desenvolvimento industrial, na medida em que promove o novo conhecimento em setores estratégicos; e fonte de soluções criativas locais, como a produção de vacina de doenças tropicais.

A pesquisa universitária gera informações tecnológicas e científicas, acesso a equipamentos e instrumentação, capital humano e protótipos de novos produtos e processos (MOWERY; SAMPAT, 2005; ALBUQUERQUE; SILVA; PÓVOA, 2005). O local em que as pesquisas científicas são realizadas dentro das universidades são os laboratórios de pesquisa, relevantes, portanto, para o relacionamento com a indústria e a contribuição ao avanço científico e tecnológico dos países.

2.2 O Laboratório de Pesquisa Universitário

Um laboratório de pesquisa universitário trata-se de um local que possibilita o trabalho de um grupo de cientistas, na condução de experimentos sob a liderança de um pesquisador sênior em um tópico específico (LATOURE; WOOLGAR, 1986; STAHLER; TASH, 1994). O laboratório de pesquisa universitário é uma célula geradora do conhecimento, constituindo-se no principal elemento articulador da ciência na universidade, o que ressalta sua singularidade (LANGBERG, 2003; SILVA, 2007).

Segundo Bozeman e Crown (1990), os laboratórios de pesquisa são tradicionalmente classificados baseados no setor: governo, indústria, universidade, no entanto, essa classificação por si somente, apresenta pouco sobre sua estrutura e comportamento dos laboratórios diante as influências das iniciativas de políticas públicas e dos mercados em mudança. Uma característica dos laboratórios de pesquisa universitários é que eles têm como missão principal o ensino da condução da pesquisa científica. No entanto, eles variam em diversas dimensões, incluindo: tamanho do apoio externo e da equipe de pesquisa, proporção de professores *versus* pesquisadores da equipe técnica, separação dos departamentos acadêmicos, integração, foco multidisciplinar e ênfase na aplicação prática da pesquisa (STAHLER; TASH, 1994).

As características de um laboratório envolvem: atividades técnicas especializadas, a comunicação codificada entre os pesquisadores, a formação de alianças, a mobilização de recursos e descrição e divisão de espaços do laboratório detalhadas (LATOURET; WOOLGAR, 1986). Segundo Hochman (1994) os laboratórios são espaços de manipulação de dados e de simulação de práticas, onde fatos são construídos, envolvendo papéis e estratégias planejadas e definidas, além de pessoas e máquinas. Os membros de um laboratório científico observam um fenômeno e constata-se se as hipóteses ou proposições serão rejeitadas, confirmadas ou dissolvidas e apresentam as explicações empírico-teóricas para este resultado.

Knorr-Cetina (1981) afirma que os recursos instrumentais de um laboratório de pesquisa universitário são relevantes para que os cientistas atinjam seus objetivos, destacando três dimensões que fazem dele um ambiente exclusivo: recursos humanos, ambiente físico e estratégia. Algumas características de um laboratório de pesquisa universitário, quanto aos recursos humanos destacam-se as intensas relações e colaborações entre pesquisadores, a diversidade, o alto nível educacional, o interesse pela busca do conhecimento, a abertura para novos paradigmas e a motivação pela pesquisa e desenvolvimento da ciência, além da alta rotatividade de estudantes e pesquisadores (TASH, 2006; SILVA, 2007).

Ao analisar as diferenças entre as comunidades de pesquisa (DASGUPTA; DAVID, 1994), considerando a organização social da ciência e a organização social da tecnologia, tira-se o foco de natureza do objetivo da pesquisa, do método e da fonte de recurso. Chiarini (2017) ressalta que nesta abordagem o foco recai sobre as normas de comportamento de cada comunidade, especialmente no que se refere à publicidade dos resultados da pesquisa e do sistema de recompensas.

As recompensas e a estrutura de incentivos das atividades de pesquisa se organizam principalmente entre reconhecimento, satisfação e remuneração financeira (CHIARINI, 2017). O reconhecimento social é obtido frequentemente por meio de artigos científicos publicados com o resultado das pesquisas e a aceitação pela indústria. Esta validação dos resultados da pesquisa realizada no laboratório científico por pessoas especializadas e de diferente formação acadêmica trabalhando de forma a complementar processos de experimentação e de produção do conhecimento (LATOURET; WOOLGAR, 1986).

Nos EUA, a existência de elevado financiamento do governo e da iniciativa privada impulsionou as atividades de pesquisa e ocasionou diferentes formas e propósitos da pesquisa universitária (BOZEMAN; CROWN, 1990). A pesquisa de Curry e Kenney (1990) envolveu 185 pesquisadores da área de biotecnologia de universidades estadunidenses e identificou que mais de 40% dos pesquisadores que recebiam apoio da indústria reconheceram considerações comerciais nas escolhas de projetos de pesquisa, definição de agenda, sigilo e afins (KLEINMAN, 2003). Neste sentido os incentivos financeiros do governo influenciam tanto a estruturação dos ambientes de pesquisa quanto as pesquisas de interesse da indústria.

2.2.1 Recursos Humanos do Laboratório de Pesquisa Universitário

Diversos fatores influenciam os resultados da pesquisa universitária, destaca-se como um dos essenciais os recursos humanos, ou seja, as pessoas que estão ligadas diretamente às atividades de pesquisa no laboratório, geralmente um grupo de pesquisadores, professores, estudantes e técnicos de laboratório (ETZKOWITZ; KEMELGOR, 1998). Recursos humanos são conceituados como os conhecimentos dos indivíduos colocados em prática por meio de habilidades necessárias ao trabalho em uma empresa ou organização e incluem o treinamento formal e as competências (DANTAS; GIULIANI; MARIN, 2007). Em um laboratório de pesquisa, os recursos humanos são extremamente qualificados e a experiência adquirida no local de trabalho é fundamental para se realizar experimentos em equipamentos de acordo com os procedimentos metodológicos e científicos.

A pesquisa, que raramente é feita isoladamente, ocorre pela formação de equipes de profissionais tecnicamente capacitados para tal (STEPHAN, 2012; CUNNINGHAM *et al.*, 2014)

envolvendo o aprendizado de técnicas de análise de dados e a utilização de equipamentos que geram competências técnicas especializadas.

As mudanças tecnológicas requerem a reformulação dos recursos e uma nova configuração de capital, sendo o capital social composto por um novo perfil de aptidões de força de trabalho, novas estruturas e organização e relações do trabalho (FREEMAN; SOETE, 1997). A pesquisa de Steinmo e Rasmussen (2018) apresentou que o capital social dos pesquisadores universitários influencia de maneira positiva as relações de colaboração com empresas. Capital social é definido como “a soma dos recursos disponíveis que podem ser mobilizados através das redes de relacionamentos ou por um indivíduo” (NAHAPIET; GHOSHAL, 1998). Essas relações e troca de conhecimentos não são uniformes e novas parcerias exigem tempo para desenvolver, sendo as dimensões cognitivas e relacionais do capital social cruciais para facilitar a transferência de conhecimento interorganizacional (VAN WIJK; JANSEN; LYLES, 2008; STEINMO; RASMUSSEN, 2018). Capital social relacional refere-se aos recursos criados através das relações interativas dos atores, construindo, por exemplo, um alto nível de confiança e de significado compartilhado entre parceiros (AL-TABBAA; ANKRAH, 2016; STEINMO; RASMUSSEN, 2018).

A análise dos recursos humanos de pesquisa nos laboratórios universitários requer a análise da formação acadêmica e da área de conhecimento das pessoas envolvidas e de como a qualificação da equipe e as relações hierárquicas, pressão institucional e fatores relacionais contribuem para o engajamento dos pesquisadores nas atividades de pesquisa e de transferência de conhecimento (PERKMANN *et al.*, 2013). Segundo Perkmann *et al.* (2013), o engajamento acadêmico impacta a colaboração com empresas em atividades formais, por exemplo, a pesquisa colaborativa, a pesquisa contratual e a consultoria. O mesmo ocorre com as atividades informais, como, fornecimento de consultoria *ad hoc* e trabalho em rede com profissionais.

Chaminade e De Fuentes (2012) explicam que as competências são impulsionadoras e facilitadoras do processo da inovação, na medida em que aumentam a capacidade das organizações de gerar e trocar conhecimentos. O ambiente de laboratório é propício à colaboração e à grande especialização em atividades, o que leva ao aumento da eficiência produtiva e da capacidade de lidar com problemas que requerem a conjunção de recursos cognitivos para serem enfrentados, sendo a construção do conhecimento e da ciência um processo coletivo dos cientistas.

A validação social dos resultados de pesquisa é oriunda da leitura das publicações e da realização de citações sobre determinada pesquisa. Portanto, a natureza social do processo de construção do conhecimento em um laboratório científico também significa o uso posterior dos resultados de pesquisa por outros pesquisadores (LUUKKONEN, 1997).

A constituição, formação e capacitação da equipe de pesquisa são relevantes para que o laboratório possa realizar pesquisas de qualidade acadêmico-científica. A multidisciplinaridade é uma característica de grupos de pesquisas em áreas intensivas de conhecimento, como a da Saúde, assim como a troca de informações com outros pesquisadores externos que atuam na fronteira do conhecimento (TASCH *et al.*, 2019).

Estudos sobre grupos de pesquisa acadêmicos e laboratórios de pesquisa ressaltam que eles devem ser compostos de forma a complementar os conhecimentos e capacidades necessários para atingir os objetivos de pesquisa (VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013). Isso requer heterogeneidade de áreas funcionais, tipos de pesquisa e métodos (CARAYOL; MATT, 2004; HEMLIN, 2006), além de especialização educacional, experiência, posição e gênero (CARAYOL; MATT, 2004, VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013). A heterogeneidade da equipe dos laboratórios de pesquisa fornece perspectivas divergentes, diferentes conhecimentos e habilidades e acesso a redes externas de comunicação (HÜLSHEGER; ANDERSON; SALGADO, 2009; VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013). A heterogeneidade educacional em equipes de pesquisa é ainda relacionada com a criatividade da equipe e mediada pela liderança (HEMLIN, 2006; SHIN; ZHOU, 2007). Espera-se que a variação nas estruturas cognitivas e de conhecimento dos membros da equipe leve a uma gama mais ampla de informações, experiências, conhecimentos e comportamentos, que pode aprimorar a capacidade de um grupo para tomar decisões de qualidade (WATSON; KUMAR; MICHAELSON, 1993).

Problemas complexos precisam de diferentes áreas de conhecimento e métodos que, provavelmente, uma só disciplina não seria suficiente (ALPERT, 1969). Pesquisa voltada para a questão dos recursos humanos em pesquisas na área de Biotecnologia identificou a multidisciplinaridade em diversas áreas e a formação de “massa crítica em potencial”. Ou seja, os profissionais têm boa formação referente à relação com a ciência e a experiência prática de pesquisa (SOUZA; MENDES, 2006).

Estudo realizado em três universidades estadunidenses com 40 pesquisadores, dentre eles professores, diretores e coordenadores de laboratórios, identificou as seguintes características em

relação aos centros de pesquisa: existência de diferentes especialistas trabalhando em projetos de P&D em colaboração; recursos de subvenção à pesquisa; pouca liberdade para iniciar projetos; e pressão e competição para obter uma posição de professor ou pesquisador sênior na universidade (ETZKOWITZ; KEMELGOR, 1998).

Existem diferentes padrões de interação entre pesquisadores dentro e entre laboratórios de pesquisa. Segundo Katz e Martin (1997), os padrões de cooperação entre pesquisadores diferem segundo a área de conhecimento e a disciplina envolvidas nos experimentos. Portanto, pesquisadores experimentais tendem a colaborar mais que pesquisadores teóricos (NEWMAN, 2004). Os modelos de produção de um conhecimento variam de acordo com a área de pesquisa e a escola de pensamento, bem como com a metodologia de pesquisa e as afinidades pessoais, que se refletem nas dinâmicas de colaboração para publicações (CORRADI; NEIVA, 2018).

Conclui-se que as características de heterogeneidade educacional (VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013), a qualificação e a diversidade de competências da equipe são relevantes para formação do capital social do laboratório, o que amplia os resultados de qualidade da pesquisa e pode favorecer a transferência de conhecimento para setores industriais. A seguir será apresentado outro fator relevante como os recursos humanos de pesquisa: a infraestrutura física de pesquisa, o que viabiliza a realização dos experimentos e o avanço do conhecimento científico e tecnológico (KANNEBLEY JUNIOR; BORGES, 2016).

2.2.2 A infraestrutura física do Laboratório de Pesquisa Universitário

As pessoas qualificam-se em instituições de ensino ao utilizarem laboratórios de pesquisas. Por isso, as instalações físicas são relevantes para praticarem o que aprenderam na teoria (DE NEGRI, 2017). Os laboratórios universitários de pesquisa, como local destinado ao estudo experimental, apresenta equipamentos, insumos e materiais para a aplicação dos conhecimentos científicos de forma prática e a realização de experimentações. A infraestrutura física de um laboratório de pesquisa, é altamente especializada contemplando equipamentos e materiais de pesquisa, intenso ciclo de experimentação para validação do conhecimento codificado, ambiente geograficamente limitado, presença de intensas cooperações externas e de postos de trabalho para pesquisadores visitantes e convidados pesquisa e desenvolvimento da ciência, além da alta rotatividade de estudantes e pesquisadores (TASH, 2006; SILVA, 2007).

Um laboratório de pesquisa possui equipamentos especiais que atendam os requisitos mínimos de cada área de atuação (SILVA, 2007). As etapas para assegurar tais requisitos consistem em: identificação dos requisitos de instalação dos equipamentos especiais; definição da estratégia para a aquisição de equipamentos; adequação das instalações da infraestrutura; aquisição e instalação de testes dos equipamentos; estratégia de manutenção (preventiva, preditiva e corretiva); e melhoria do desempenho da manutenção e da operação dos equipamentos (SILVA, 2007).

De acordo com De Negri e Squeff (2016), um dos fatores cruciais para o desenvolvimento tecnológico de um país é a infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica, parte relevante do SNI, capaz de responder às demandas da sociedade. Diante da importância da infraestrutura de pesquisa, diversos países organizam levantamentos da infraestrutura, por exemplo, pesquisas e relatórios: *Survey of Science and Engineering Research Facilities*, nos EUA; *Strategy Report on Research Infrastructures*, na União Europeia; *Strategic Roadmap for Australian Research Infrastructure*, da Austrália; *Helmholtz-Roadmap for Research Infrastructures*, da Alemanha; e *Finnish Research Infrastructure Survey and Roadmap*, da Finlândia (DE NEGRI; SQUEFF, 2016). No Brasil, são raros os casos de instituições de pesquisa que dispõem de um levantamento atualizado sobre o número e as características de seus laboratórios (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

Nas universidades dos EUA e da Europa, existe a prática comum de utilizar estruturas físicas de experimentação de forma compartilhada. Os laboratórios chamados de principais (*Core facilities*) ou compartilhados (*Shared facilities*), são institucionalizados por políticas locais de uso e disseminados entre os pesquisadores (GOULD, 2015). Os *Core Facilities* são laboratórios centralizados e baseados em tecnologia que mantêm e dão suporte a equipamentos sofisticados para usufruto dos pesquisadores da instituição “mãe” e, frequentemente, de clientes externos à universidade (GOULD, 2015). A necessidade de equipamentos mais sofisticados e a otimização dos recursos estão aumentando o surgimento dos *Shared facilities* em diversos países.

O escopo de atividades e o estoque de recursos físicos determinam, simultaneamente, a participação dos estudantes e a produtividade científica dos pesquisadores (KANNEBLEY JUNIOR; BORGES, 2016). A pesquisa de De Negri, Cavalcante e Alves (2013), identificou que o porte do laboratório de pesquisa, medido pelo número de pesquisadores, e a qualificação da equipe de pesquisa afetam de maneira positiva a sua probabilidade de interagir com o setor produtivo. A pesquisa revelou ainda que laboratórios multidisciplinares tendem a interagir mais

do que os laboratórios concentrados em uma área de conhecimento. Pesquisa de Bonaccorsi e Dario (2002) analisou a relação entre o tamanho do laboratório de pesquisa e sua produtividade (publicações e patentes entre outros). Identificou que não se correlacionam de forma equânime em todas as áreas de conhecimento das pesquisas investigadas.

De Negri (2017) argumenta que a ciência e a inovação são feitas por pessoas qualificadas e que o capital social ou humano é gerado pelas instituições de ensino e pesquisa em laboratórios de pesquisa. Por isso, a infraestrutura de pesquisa – laboratórios e instalações físicas – é parte crucial de um SNI.

Segundo Albuquerque, Silva e Póvoa (2005), o papel das universidades na geração de inovação em países menos desenvolvidos, como o Brasil, com SNI imaturo, reside em uma contribuição limitada, em razão da limitada infraestrutura científica oferecida (equipamentos e materiais) e da não utilização pelas empresas como fonte direta para oportunidades tecnológicas.

A seguir é apresentada a área de Biotecnologia, que foi selecionada para esta pesquisa, pelo reconhecido papel dos laboratórios da universidade para a geração de conhecimento novo e transferência de tecnologias para as empresas.

2.3 A biotecnologia e a universidade

A biotecnologia tem surgido como um mercado relevante em vários países e regiões. Trata-se de uma área complexa, abrangente e multidisciplinar, na qual as universidades contribuem para a inovação, em uma relação intrínseca entre a Ciência e a Tecnologia (SOUZA, 2012). Compreende um conjunto complexo de tecnologias que têm em comum o uso de células ou moléculas biológicas aplicadas na produção de itens e serviços relacionados às ciências da vida (MALAJORVICH, 2011). É considerada relevante para o desenvolvimento humano, com forte impacto social, ambiental e econômico na sociedade (COOKE, 2002; CASSIOLATO *et al.*, 2011). Pode ser classificada em: tradicional, citando-se os bioprocessos para a obtenção de produtos, como, antibióticos, produção de hormônios e soros e manipulação de microrganismos, como a produção de vacinas (GADELHA, 2003); e moderna, que se fundamenta nos avanços e nas descobertas nos campos da Microbiologia e da Genética, por exemplo, a dos pesquisadores universitários norte-americanos Cohen e Boyer, em 1973, do ácido desoxirribonucleico recombinante, ou DNA recombinante (MALAJORVICH, 2011).

A área de Biotecnologia é relativamente nova, tendo suas principais descobertas científicas ocorrido nos últimos cinquenta anos (LADEIRA, 2012). Para Peerbaye e Mangematin (2005), nos anos mais recentes a Biotecnologia experimentou um aumento no número de instrumentos e equipamentos necessários para explorar mecanismos vivos nos níveis de genes, proteínas e, até, em nanoescala, fazendo com que a instrumentação consumisse cada vez mais recursos (dinheiro e competências).

As inovações em biotecnologia exigem tempo e um investimento elevado, sendo considerada a chave para definir o futuro tecnológico dos países (BEUZEKOM; ARUNDEL, 2006; WOLTER, 2004). Na área de Saúde Humana, existem requisitos regulatórios extensos para que os produtos cheguem ao consumidor (THORSTEINSDÓTTIR *et al.*, 2004). É preciso realizar pesquisa em diferentes estágios, como o pré-clínico e os testes clínicos, que envolvem seres humanos. Estes estágios são demorados e caros, o que dificulta a inovação por pequenas empresas (WOLTER, 2004).

Lokko *et al.* (2018) declaram que a indústria da saúde em biotecnologia envolve, principalmente, os campos da Medicina e da Saúde Pública e que existem produtos e serviços, desde testes de diagnóstico de doenças até biofarmacêuticos, que ampliaram o escopo de sua atuação com a descoberta do DNA recombinante. Diversos são os desafios atuais e futuros da biotecnologia em relação à indústria no setor da Saúde nos próximos anos como consequência do envelhecimento progressivo do ser humano, do aumento da população e da demanda para desenvolver novas terapias contra distúrbios degenerativos, sem precedentes para a exploração econômica (LOKKO *et al.*, 2018). O mercado de diagnóstico *in vitro* prevê arrecadar US\$ 75 bilhões em 2020, mediante a contribuição da biotecnologia, com o desenvolvimento de vacinas capazes de gerar significativa redução de gastos pelos governos, por conta da relação custo-efetividade da prevenção (LOKKO *et al.*, 2018).

O desenvolvimento de negócios em biotecnologia segue uma trajetória diferente daquela dos medicamentos padrão produzidos pelas grandes empresas farmacêuticas (LOKKO *et al.*, 2018). Pequenas empresas de biotecnologia, com apoio econômico limitado, mas possuindo um conhecimento intenso e elevada capacidade de absorção, é que assumem o protagonismo do processo. Geralmente, a iniciativa parte de pequenas empresas, como *spin-offs* de universidades ou centros de pesquisa, dotadas de propriedades intelectuais específicas e estritamente relacionadas ao desenvolvimento e à aplicação de novas tecnologias (LOKKO *et al.*, 2018).

Segundo Corolleur, Carrere e Mangematin (2004), a biotecnologia entrou na fase de amadurecimento, estimulada por políticas públicas voltadas à comercialização de produtos científicos (tecnologias e patentes) e pelas oportunidades de negócios fomentadas por indústrias fundamentadas no conhecimento. Esta é uma área reconhecida pela criação de empresas *spin-off* a partir dos resultados de pesquisas nas universidades (COOKE, 2002; COROLLEUR; CARRERE; MANGEMATIN, 2004).

A biotecnologia oferece uma oportunidade sem precedentes, inclusive para países em desenvolvimento, constituindo-se em uma nova classe de empresas, pequenas e focadas, com apoio econômico limitado e elevado potencial para obter sucesso competitivo (LOKKO *et al.*, 2018). No entanto, isso depende essencialmente da criação de capacidades que vão além das habilidades de laboratório e contemplam o acesso ao conhecimento, sob a proteção de propriedade intelectual, aplicações inovadoras e habilidades de empreendedorismo (LOKKO *et al.*, 2018). Os países em desenvolvimento precisam criar as condições adequadas para gerar a capacidade de traduzir e decodificar o conhecimento acadêmico em biotecnologia.

2.3.1 A biotecnologia em países em desenvolvimento

Para os países em desenvolvimento, como o Brasil, a biotecnologia pode configurar-se, ao mesmo tempo, como um desafio para acompanhar seus avanços no âmbito de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) imaturo, com relações entre ciência e tecnologia ainda incompletas, e a oportunidade de contribuir para o processo de aproximação da fronteira tecnológica, o *catching-up*, mediante o aproveitamento de “janelas de oportunidade” e a diminuição da dependência da importação de produtos e processos tecnológicos (SOUZA, 2012).

Lokko *et al.* (2018) salientam que os países em desenvolvimento precisam aperfeiçoar as habilidades humanas locais, para garantir a produção doméstica e o desenvolvimento de uma indústria biotecnológica nacional. Citam como exemplo o desenvolvimento de kits de diagnóstico para doenças infecciosas e genéticas pela indústria local a um custo bem inferior ao dos produtos importados (LOKKO *et al.*, 2018). Segundo os autores, o Brasil, a China e a Índia se destacam com um desempenho relativamente bom quanto à produção de vacinas e de testes de diagnóstico. No entanto, têm dificuldades relacionadas à entrada para os medicamentos biológicos. Com a expiração das patentes de produtos biológicos e a abertura de novos mercados e produtos, outros

desafios se colocam aos países em desenvolvimento para criar produtos biossimilares (LOKKO *et al.*, 2018). Cita-se, principalmente, a necessidade de estabelecer parcerias público-privadas entre governos, agências internacionais, agências de desenvolvimento, empresas farmacêuticas internacionais e universidades. Isso possibilitaria o compartilhamento dos custos associados às tecnologias, o atendimento aos requisitos de infraestrutura, o acesso às habilidades e os requisitos regulamentares (LOKKO *et al.*, 2018).

O governo brasileiro realiza esforços contínuos desde a década de 1980 em políticas de Ciência e Tecnologia em biotecnologia (CASSIOLATO *et al.*, 2011). Tais ações refletiram no crescimento de grupos de pesquisa e de publicações na área. Todavia, os resultados em termos de capacidade de inovação do setor industrial ainda não foram observados (CASSIOLATO *et al.*, 2011). A produção científica em biotecnologia está concentrada nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, o que permite a troca de conhecimento e o fortalecimento de centros de referência, mas limita as possibilidades de formar pesquisadores e de restrição ao aproveitamento do conhecimento e ao desenvolvimento local (TORRES-FREIRE; GOLGHER; CALLIL, 2014).

Cassiolato *et al.* (2011) analisaram o sistema local de inovação em biotecnologia em Minas Gerais, caracterizado por consideráveis incentivos fiscais, financiamento e forte base científica em biologia molecular, celular, genética e bioquímica. Contudo, mesmo a presença de cientistas qualificados próximos das empresas não garantiu o desenvolvimento industrial e do SNI (CASSIOLATO *et al.*, 2011).

O crescimento da biotecnologia em saúde tem sido amplamente atribuído aos esforços de pesquisa do setor público (FERRER *et al.*, 2004). No Brasil conta nesta área com uma forte base científica, focada qualidade da pesquisa e publicações, no entanto diante a biodiversidade local existe um potencial de acesso ao outros atores do setor de saúde (FERRER *et al.*, 2004). Apesar de a literatura mostrar que a pesquisa universitária contribui para o desenvolvimento da indústria biotecnológica, existe uma desconexão entre investimentos públicos em P&D e avanço industrial (CASSIOLATO *et al.*, 2011), sendo necessária a ampliação das parcerias entre instituições de pesquisa e empresas.

A interação universidade-empresa é caracterizada, a seguir, no âmbito dos Sistemas Nacionais de Inovação, e são apresentados os caminhos para a integração entre o conhecimento científico e o desenvolvimento industrial voltados para promover a inovação e o desenvolvimento regional.

3 A INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

3.1 A Interação Universidade-Empresa e os Sistemas Nacionais de Inovação

A interação universidade-empresa é de suma importância para as estratégias inovadoras empresariais, em razão da crescente complexidade dos produtos e processos produtivos e da busca por novas fontes de conhecimento (GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018). Neste contexto, a pesquisa acadêmica exerce um papel relevante na transferência de conhecimentos para as empresas, contribuindo para a inovação empresarial (GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018). A IUE apresenta-se como um mecanismo de promoção da inovação relevante para os Sistemas Nacionais de Inovação, na medida em que envolve arranjos interorganizacionais para o intercâmbio de informações e a complementariedade das competências (BRITTO, 2017).

As empresas raramente inovam isoladamente, pelo contrário, elas interagem dentro de um sistema, caracterizado por componentes específicos e suas relações (EDQUIST, 2005). Dessa forma, as relações de empresas com clientes, fornecedores, concorrentes, universidades e outras organizações são componentes desse sistema (EDQUIST, 2005; BRITTO, 2017). Na interação universidade-empresa, é relevante salientar que, apesar de as características e os objetivos das empresas e das universidades serem distintos, este arranjo interinstitucional gera resultados considerados positivos tanto para a universidade quanto para a empresa, como o compartilhamento de aprendizagem e da redução de riscos e custos (BRITTO, 2017).

Os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) compreendem os determinantes nacionais dos processos de inovação, como os fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais, institucionais e outros que influenciam o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações (EDQUIST, 2005). Os SNIs são definidos como a rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1995). São, portanto, uma construção institucional, produto de uma ação planejada ou do somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsionam o progresso tecnológico e os fluxos de informação do processo de inovação (ALBUQUERQUE, 1996).

Em termos teóricos, a abordagem de SNI é caracterizada por: (1) colocar os processos de inovação e aprendizado no centro do foco; (2) adotar uma perspectiva holística e interdisciplinar; (3) empregar perspectivas históricas e evolutivas; (4) enfatizar a interdependência e a não

linearidade; (5) incluir inovações de produtos e processos, bem como subcategorias desses tipos de inovação; e (6) enfatizar o papel das instituições (EDQUIST, 2005).

Os principais componentes do SNI são as organizações e as instituições. As organizações são definidas como estruturas formais criadas para alcançar determinado objetivo, sendo consideradas atores. As instituições compreendem um conjunto de hábitos, normas, rotinas, práticas estabelecidas, regras e leis que regulam as relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações (EDQUIST, 2005).

Existem diferenças importantes em cada SNI, as quais podem levar ao melhor ou pior desempenho na produção de inovações tecnológicas no contexto nacional. Cada país apresenta sua configuração do SNI, variando as instituições e os mecanismos de apoio à inovação tecnológica e o modo como elas surgiram (NELSON; ROSENBERG, 1993). Os SNIs podem ser categorizados de acordo com o seu nível de maturidade. SNIs maduros incluem os principais países desenvolvidos líderes no desenvolvimento de tecnologias bem como países de elevado dinamismo tecnológico. SNIs imaturos incluem países periféricos e semi-industrializados, onde não apenas o desenvolvimento de tecnologias é limitado, mas também processos de difusão e absorção tecnológica (ALBUQUERQUE, 1996).

A alta maturidade do SNI estadunidense mantém o país na fronteira tecnológica, sendo este considerado um dos principais países promotores de inovações radicais (ALBUQUERQUE, 1996). Ele lidera o processo tecnológico internacional, graças a um substancial investimento governamental para P&D (MAZZUCATO, 2011; LAPLANE; MAZZUCATO, 2020), além da forte relação entre os atores indústrias, universidades e governos, que lhe permite melhorar seu desempenho em P&D e implementar mudanças (MOWERY; ROSENBERG, 1993).

O SNI brasileiro é considerado imaturo, pois o país, periférico e semi-industrializado, construiu uma infraestrutura mínima de ciência e tecnologia. Porém, a pequena dimensão da infraestrutura e sua baixa articulação com o setor produtivo gera pequena contribuição para o desempenho econômico do país (ALBUQUERQUE, 1996).

O caráter imitativo e passivo das técnicas de produção geradas nas economias latino-americanas limita a possibilidade de aprendizado e restringe a atuação criativa dos atores do SNI (BITTENCOURT; CARIO, 2017).

A estrutura de apoio à inovação se mostra distinta entre os países, considerando que as condições do desenvolvimento socioeconômico e político são distintas ao longo do tempo,

resultando em diferenças quanto a: papel dos sistemas educacionais, função das empresas, acesso a recursos naturais e políticas tecnológicas (NELSON, 1993; BITTENCOURT; CARIO, 2017).

A IUE varia de acordo com cada SNI. A maturidade do SNI proporciona à universidade ter contato com o setor produtivo, a transferência de tecnologia dos laboratórios, o *feedback* das necessidades tecnológicas das empresas, a ampliação da relevância de pesquisa acadêmica e o aumento das inovações (THUNE; GULBRANDSEN, 2011). Rosenberg e Nelson (1994) destacam a relevância das pesquisas universitárias para o crescimento econômico do país, em função do avanço técnico das indústrias estadunidenses em setores como Biotecnologia e Engenharia.

As principais contribuições das universidades para as empresas dentro da abordagem do SNI consistem em: proporcionar a formação de engenheiros e cientistas e o acesso a sua rede de contatos e técnicas; disponibilizar técnicas de pesquisa acadêmica com propósitos comerciais; possibilitar o acesso ao conhecimento especializado complementar às atividades de P&D na indústria; compensar a falta de atividades de P&D em empresas pequenas; oferecer tecnologia de instrumentação; incrementar o aumento da capacidade de absorção das empresas e a criação de empresas nascentes em tecnologia, *spin-offs* acadêmicas (ROSENBERG, 1990; NELSON, 1990; ROSENBERG, 1992; STANKIEWICZ, 1994; ACS; AUDRETSCH; FELDMAN, 1994; KLEVORICK *et al.*, 1995; ALBUQUERQUE, 1996; PAVITT, 1998; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; ALBUQUERQUE; SILVA; PÓVOA, 2005; RAPINI, 2018).

Há uma diversidade de temas das pesquisas sobre IUE. Destaca-se alguns temas relevantes para acadêmicos, formuladores de políticas e estrategistas de empresas como: canais para a transferência de conhecimento; implicações para as políticas de ciência, tecnologia e inovação; papel dos incentivos do governo à IUE; e capacidade de absorção do conhecimento pelas empresas (DUTRENIT; ARZA, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010; LEMOS; CÁRIO, 2017; MASCARENHAS; FERREIRA; MARQUES, 2018; MAZZUCATO, 2011).

3.2 Canais de Interação Universidade-Empresa

O SNI é uma configuração institucional complexa que caracteriza as economias capitalistas modernas, envolvendo uma diversidade de atores (empresas, universidades, institutos de pesquisa, governo, agências financeiras e estrutura legal), uma divisão do trabalho entre eles e os canais de informação que os unem (FERNANDES *et al.*, 2010). Em relação aos canais de interação, essas relações são um componente dinâmico e essencial dos SNIs, especialmente na forma de elos de

mão dupla (PAVITT, 1991; ROSENBERG, 1990; FERNANDES *et al.*, 2010). Os canais de informação entre a universidade e a empresa ocorrem por meio de diferentes formatos de troca de informação e de conhecimento, como: publicações, pesquisa colaborativa, treinamento de funcionários das empresas, conferências, estágios, comitês, transferência tecnológica, licenciamento de patentes e contratação de pessoal (SCHMOCH, 1999; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; ALBUQUERQUE; SILVA; POVOA, 2005; KRUSS, 2012, ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

Pesquisas sobre os canais de IUE revelam como a análise das diferentes formas de interação em cada contexto nacional permite compreender os mecanismos de governança, os níveis de envolvimento dos profissionais e a capacidade científica e tecnológica dos SNIs (SCHILLER; LEE, 2015). Segundo os autores, as motivações para cada canal ou formato de interação estão, na maioria dos casos, direcionadas por pressões econômicas, ao invés de um esforço intelectual, refletindo as especificidades locais de cada país e suas iniciativas e políticas (SCHILLER; LEE, 2015). Neste sentido, pressões de recursos financeiros governamentais direcionam os canais de IUE – por exemplo, a pesquisa colaborativa –, de acordo com a agenda de pesquisa do governo (SCHILLER; LEE, 2015; MAZZUCATO, 2011).

Pesquisas revelam que nos EUA os canais bidirecionais, como, projetos de pesquisa cooperativos e engajamento em redes ou consórcio com empresa, são frequentes (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN *et al.*, 2002) e que em economias em desenvolvimento, como ocorre no Brasil, estes são menos frequentes, pois se concentraram em canais menos virtuosos, como, consultoria, testes de materiais, treinamento e publicações, fluindo na direção da universidade para a indústria (DUTRENIT; ARZA, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010). Ao se considerar os outros modos informais de interação, como a troca informal de informações, percebe-se que estes são relevantes notadamente em países em desenvolvimento porque representam melhor a real capacidade absorptiva de suas empresas (INTARAKUMNERD; SCHILLER, 2009).

Os canais de IUE, também conhecidos como “mecanismos de transferência de conhecimento”, podem assumir vários formatos, de acordo com as motivações e os benefícios esperados (FERNANDES *et al.*, 2010). A classificação das formas de interação entre universidade e empresa utilizam diferentes critérios, como: grau de formalidade, grau de proximidade dos atores na interação, direção do fluxo de conhecimento, objetivo esperado e potencial em obter resultados aplicados (SCHMOCH, 1999; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; PERKMANN; WALSH,

2007). Tipologia oriunda da análise de Fernandes *et al.* (2010) salienta quatro tipos de canais de IUE, conforme a direção do fluxo do conhecimento e da motivação do agente na interação: tradicional (publicação e conferências); serviços (troca de conhecimento científico por remuneração); comercial (via comercialização de tecnologias, como patentes); e fluxo de conhecimento bidirecional (pesquisa em colaboração para P&D) ou unidirecional (FERNANDES *et al.*, 2010).

Pesquisas detentoras de grandes levantamentos classificam os canais de IUE com base nos questionários preenchidos pelos coordenadores de grupos de pesquisas e por empresas. Citam-se a de Cohen, Nelson e Walsh (2002), pioneira, que utilizou as categorias de canais patente, licenciamento de patente, contrato de pesquisa, consultoria, parceria para pesquisa, conferências e reuniões, publicações, contratação de estudantes e interação informal; e a financiada pelo *International Development Research Centre* (IDRC), do Canadá, conhecida como projeto *Research on Knowledge Systems* (RoKS), que avaliou as IUE em doze países de três continentes do hemisfério Sul entre 2009 e 2011 (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015a), incluindo o Brasil. Os canais adicionais à pesquisa de Cohen, Nelson e Walsh (2002) utilizados no projeto de pesquisa do IDRC foram: compartilhamento de laboratórios, incubadora, novo produto, redes de contato, consórcio de P&D, serviços técnicos, treinamento, intercâmbio de profissionais e estágios (O'BRIEN; BORTAGARAY, 2015).

De acordo com Dutrenit e Arza (2015), é grande o número de evidências empíricas que sugerem a existência de múltiplos canais de interação, que variam de acordo com o grau de formalidade do relacionamento, o grau de articulação e comunicação pessoal entre os agentes (alta, média ou baixa) ou a direção do fluxo de conhecimento (bidirecional ou unidirecional). Concluiu-se que os canais bidirecionais proporcionam benefícios produtivos para as empresa e vantagens intelectuais e econômicas para as universidades (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

Existem diferentes níveis de sofisticação de canais de IUE, variando de acordo com o grau de proximidade do relacionamento, a duração da interação e os benefícios para os envolvidos (SCHILLER; LEE, 2015). Para os autores, recomenda-se combinar diferentes canais de IUE, como aqueles baseados no ensino e em pesquisa. Serviços de pequena escala, como o canal de IUE consultoria, produzem efeitos no desempenho da empresa no curto prazo, mas não geram benefícios intelectuais para os pesquisadores da universidade. Já os canais de comercialização de

tecnologia, como a geração de patentes, o licenciamento delas e a geração de empresa *spin-off* são incentivados nas agendas das políticas de inovação nos SNIs (SCHILLER; LEE, 2015). No entanto, segundo Póvoa e Rapini (2010), a patente é um dos últimos canais de IUE, pois sua existência depende do tipo da tecnologia (produto ou processo), da necessidade de aprofundar nas pesquisas para transformar a invenção em um produto final e do regime de direitos de exploração da tecnologia.

Uma das formas de classificar os canais de troca de informação e conhecimentos considera a intensidade do relacionamento pela proximidade, comunicação e direcionamento dos esforços na articulação dos envolvidos (PERKMANN; WALSH, 2007) (Quadro 1).

Quadro 1- Canais de troca de informação e conhecimentos na IUE

Tipo	Modos	Canais de IUE	Descrição
Alta proximidade do relacionamento	Parcerias de pesquisas ou colaboração em pesquisas.	Projetos de P&D cooperativos Contratos de pesquisa.	Arranjos Interorganizacionais para a busca de P&D colaborativa, incluindo consórcios de pesquisa e projetos conjuntos.
	Serviços de pesquisa.	Consultoria individual.	Pesquisa encomendada a universidades pela indústria por contratos, serviços de consultoria, controle de qualidade, realização de testes, certificação e desenvolvimento de protótipos.
	Infraestrutura compartilhada.	Engajamento em redes de pesquisa com empresas.	Uso de laboratórios e equipamentos de universidades por empresas, incubadoras de empresas e parques tecnológicos.
Média proximidade do relacionamento	Empreendedorismo acadêmico.	Incubadoras de empresas Empresas <i>spin-off</i> Parques tecnológicos/científicos.	Desenvolvimento e exploração comercial de tecnologias desenvolvidas por inventores acadêmicos através de uma empresa <i>spin-off</i> .
	Treinamento de recursos humanos e transferência.	Contratação de recém-graduados ou estagiários Treinamento de pessoal. Intercâmbio temporário de profissionais.	Treinamento de empregados da indústria, estágios, treinamento de estudantes de pós-graduação em empresas, professores universitários da indústria e pesquisadores nas indústrias.
Baixa proximidade do relacionamento	Comercialização de propriedade intelectual.	Licenciamento de tecnologia Patentes.	Transferência de propriedade intelectual gerada em universidade (como patentes) para empresas.
	Publicação científica.	Publicações.	Uso do conhecimento para redação de artigos científicos publicados.
	Interação informal.	Congressos e seminários Troca informal de informação.	Relações sociais em reuniões ou congressos e conferências.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Perkmann e Walsh (2007), Fernandes *et al.* (2010) e Albuquerque *et al.* (2015a).

Quando se propõem a investigar os canais de interação entre universidade e empresa, os países podem compreender as inter-relações entre estes dois atores fundamentais do SNI, a

aplicação das políticas de inovação e o gasto público em incentivos a inovação (FERNANDES *et al.*, 2010). No Brasil não é observado o retorno do investimento público em inovação, uma vez que as políticas não direcionam os atores do SNI (FERNANDES *et al.*, 2010). Os instrumentos políticos não contemplam situações locais, como a interação das empresas com universidades brasileiras. Assim, é relevante compreender as formas de interação interorganizacionais e a diversificação de canais de IUE, reconhecendo-se o potencial da IUE para promover a inovação regional (LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993; GARNER; TERNOUTH, 2011).

3.3 Resultados da IUE

São vários os resultados da IUE. Segundo Mowery e Sampat (2001), os mais economicamente importantes são: informações tecnológicas e científicas; equipamentos e instrumentação; formação de capital humano; redes científica e tecnológica; protótipos e novos produtos e ou processos. O tipo dos canais de IUE também indicam os resultados da IUE, por exemplo os canais mobilidade de pessoas, doutorado e mestrado terão como resultados publicações, dissertações e teses.

Uma forma didática de classificar os resultados consiste em definir o tipo de interação pelo objetivo, seja ele acadêmico ou comercial (RAPINI *et al.*, 2009) (Quadro 2).

Quadro 2 - Resultados da IUE de acordo com a finalidade da interação

Resultados da IUE	
Acadêmico	Novas descobertas científicas
	Publicações
	Novos produtos e artefatos
	Novos projetos de pesquisa
	Teses e dissertações
	Formação de RH e treinamento de estudantes
Comercial/ Negócios	Design
	Software
	Geração de novas empresas (<i>spin-offs</i>)
	Melhoria de produtos industriais
	Patentes
	Novos processos industriais
	Melhoria de processos industriais

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Albuquerque *et al.* (2015a) e Rapini *et al.* (2009).

Segundo Fillion e Dolabela (2008), a participação econômica (geração de empregos e renda) do mecanismo de IUE geração de empresas *spin-off* é mais extensa do que o mecanismo de licenciamento de patente, calculados numa dimensão de 20 a 30 vezes superiores.

As *spin-offs* acadêmicas podem ser um canal de IUE e em outras situações são também consideradas um resultado de IUE (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). Elas contribuem para a geração de conhecimento, bem como para a obtenção de ganhos de produtividade, criação de produtos, geração de emprego e renda (COZZI *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2011).

Existem diversos benefícios de uma empresa *spin-off* de acordo com o ator beneficiado.

Quadro 3 - Benefícios de uma empresa *Spin-off* tecnológico

Tipo do Benefício	Descrição do Benefício	Beneficiários
Intelectual	Estimula e vivifica o processo de pesquisa aplicada	Pesquisadores e Universidade
	Valoriza a pesquisa universitária	
	Gera conhecimento em gestão e empreendedorismo	
Econômico	Compartilhamento dos custos da pesquisa	Governos
	Maior independência em relação aos financiadores	
	Legitima o investimento público em pesquisa	Sociedade
	Aumenta o recolhimento de impostos	
	Aumenta o número de empregos	
	Diversifica o mercado de trabalho	
	Acelera o desenvolvimento regional	
	Mantém o desenvolvimento da economia	
	Redistribui a riqueza gerada	
	Estimula a inovação nas empresas já estabelecidas	
Gera recursos financeiros		
Social	Diminui o êxodo de especialistas	
	Extensão dos resultados da pesquisa para a comunidade	
	Fomenta a cultura de empreendedorismo na universidade	
	Aumenta responsabilidade social	

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Cozzi *et al.* (2008).

Salienta-se que o desempenho ou a obtenção de recursos e o início das transações comerciais de cada *spin-off* varia de acordo com fatores, como os propostos por De Coster e Butler (2005), como, risco tecnológico e comercial, nível de inovação de produtos, forma de satisfazer o setor de mercado, oportunidade, longevidade e repetibilidade, existência de família de produtos, contexto empreendedor e proteção da vantagem competitiva. Pesquisa realizada com 81 *spin-offs*

acadêmicas (FREITAS *et al.*, 2011) revelou que as condições contextuais causam as diferenças do desempenho entre *spin-offs* de base tecnológica acadêmicas.

3.4 Interação Universidade-Empresa nos EUA

As universidades estadunidenses vêm contribuindo para o avanço tecnológico da indústria a partir de um longo relacionamento de circunstâncias históricas relevantes (NELSON; ROSENBERG, 1993). Esta parceria iniciou-se há mais de 120 anos (MOWERY; ROSENBERG, 1993). A principal missão da universidade estadunidense é educar a força de trabalho para aumentar a produtividade industrial, estimular a inovação e promover o progresso tecnológico. Assim, a pesquisa acadêmica em áreas como, Ciências Físicas, Ciências da Computação e Engenharia, fornecem um fluxo constante de ideias e descobertas relevantes para a indústria.

De acordo com King (2007), as universidades públicas nos EUA foram estabelecidas para fornecer acesso amplo e facilitado ao ensino superior, começando com o ensino sobre agricultura e mecânica, avançando para o papel da pesquisa (KING, 2007). Geiger (1990) afirma que as universidades nos EUA começaram a realizar serviços de pesquisa por várias razões: reter os principais professores; prestar serviço ao governo estadual ou federal; aumentar o prestígio institucional; e obter financiamento para novas pesquisas.

Segundo Hall, Link e Scott (2000), há uma história longa e bem documentada das relações de pesquisa apoiada pelo governo, envolvendo a indústria e a universidade nos EUA. Os *Land Grant Colleges* foram estabelecidos, a lei “*The Morrill Land Grant Act*”, com o objetivo de se criar faculdades de Agronomia e Engenharia Mecânica. Não obstante seus benefícios para a economia da região e para essas instituições, gerou tensão no cumprimento de seus mandatos para a aplicação comercial de suas pesquisas (REYNOLDS; DE NEGRI, 2017). O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), fundado em 1862, foi um dos primeiros “*Land Grant Colleges*”, seguido pela criação em 1868, da *University of California campus Berkeley*.

Até 1920, as universidades nos EUA tinham uma abordagem de solução de problemas locais, voltada para o desenvolvimento local da indústria e da agricultura, orientadas para a melhoria da vida da população. Um exemplo foi a fundação privada de financiamento à pesquisa

nas universidades, a *Research Corporation for Science Advance*⁴, criada, em 1912, por Frederick Cottrell da UC Berkeley (MOWERY, 2007).

A atuação do governo federal centrava-se tanto nas políticas comerciais quanto nas políticas tecnológicas. Duas frentes de políticas principais contribuíram para a evolução do Sistema Nacional de Inovação do EUA (MOWERY; ROSENBERG, 1993):

a) *Antitrust Statutes of the United States* – o Congresso estadunidense aprovou a primeira lei antitruste – Lei Sherman, em 1890 –, que assegurava a liberdade econômica para preservar a concorrência livre e proteger o processo de concorrência em benefício dos consumidores, garantindo que haja fortes incentivos para as empresas operarem com eficiência, manterem os preços baixos e manterem a qualidade (FTC, 2019, *online*).

b) *Militar R&D* – as compras do governo nesta área de P&D fortaleceram a indústria de alta tecnologia e o comércio nos EUA.

O relatório redigido por Vannevar Bush, em 1945, “*Science The Endless Frontiers*” apresentou os mecanismos e os cinco fundamentos⁵ da ciência no país e orientou financiamento de longo prazo para pesquisas básicas. Este trabalho de coordenação de pesquisas científicas e de direcionamento da aplicação do conhecimento científico à solução dos problemas primordiais se constituiu como uma política de competitividade dos EUA para P&D, assumiu a posição de que as parcerias são fundamentais para enfrentar o desafio de transição entre as tecnologias industriais por meio de pesquisas das universidades (HALL; LINK; SCOTT, 2000).

Salienta-se que muito da estrutura dos componentes do SNI nos EUA contou com a participação do setor privado, principalmente no período de 1900 a 1940, relacionado ao crescimento das grandes corporações multiprodutos. Após 1944, o governo americano incrementou consideravelmente o orçamento federal para P&D no país, o foi fundamental para o desenvolvimento de pesquisa básica nas universidades. Também, impulsionou a IUE via

⁴ Trata-se de uma fundação privada que utiliza os recursos obtidos pela transferência e licenciamento de tecnologias da universidade para financiar pesquisas em universidades dos EUA (RCSA, 2019, *online*). No início dos anos 1900, contribuiu para resolver problemas oriundos da Revolução Industrial, como a poluição (RCSA, 2019, *online*).

⁵ 1) Qualquer que seja a extensão do apoio, deve haver a estabilidade de recursos ao longo de um período de anos, para que programas de longo alcance possam ser realizados; 2) A Agência para administrar esses fundos deve ser composta por cidadãos selecionados apenas com base no seu interesse e capacidade de promover o trabalho da agência. Devem ser pessoas que compreendam as peculiaridades da pesquisa e educação científica; 3) A Agência deve promover pesquisas por meio de contratos ou doações a organizações fora do Governo Federal; 4) O apoio à pesquisa básica nas faculdades públicas e privadas, universidades e institutos de pesquisa deve deixar o controle interno da política, do pessoal e o método e escopo da pesquisa para as próprias instituições, sendo de grande importância; 5) Assegurar a independência e liberdade pela natureza, escopo e metodologia da pesquisa nas instituições que recebem fundos públicos e manter a discrição na alocação de recursos entre essas instituições (NSF, 1945, *online*).

incentivos fiscais e financeiros, como os programas federais de aproximação de empresas com laboratórios universitários (PIQUE; BERBEGAL-MIRABENT; ETZKOWITZ, 2018).

O fenômeno da pesquisa colaborativa entre universidade-empresa nos EUA já estava estabelecido bem antes do ano de 1940 (MOWERY; ROSENBERG, 1993). Na década de 1980, os investimentos governamentais em P&D em universidades diminuíram, passando a concentrar-se nos órgãos militares o maior investimento para pesquisas que envolviam protótipos e armamento (MOWERY; ROSENBERG, 1993). Entre 1985 a 2014, observou-se um aumento do financiamento de P&D por fontes industriais e organizações sem fins lucrativos nas universidades americanas. Existe uma variação entre os países avançados e mesmo entre as instituições de pesquisa e ensino em um mesmo país, com relação ao percentual das despesas do setor privado realizadas no setor público de pesquisa, sendo que nos Estados Unidos a média considerada é em torno de 7% (VELHO; VELHO; SAENZ, 2004). A *University of California Berkeley* recebeu 9% dos recursos de P&D no ano de 2019 da indústria (US\$ 70,7 milhões), do total anual recebido para pesquisas de \$779,8 (2018-2019), sendo 53% recursos federais, 16% recursos estaduais, 19% de organizações não governamentais (US\$146,5 milhões), dentre outras fontes (UCBERKELEY, 2019a).

3.4.1 Infraestrutura de pesquisa nos EUA: recursos humanos e equipamentos

Alguns indicadores da capacidade da pesquisa básica dos EUA sugerem que o desempenho é superior comparado aos resultados de pesquisas científicas ao redor do mundo, quando identificados o número de publicações científicas, o número de cientistas ganhadores de prêmios *Nobel Prizes* resultantes de pesquisas realizadas em laboratórios americanos e o número de citações dos artigos científicos publicados (MOWERY; ROSENBERG, 1993). As universidades dos EUA se diferenciam das de outros países desenvolvidos por conta da qualidade dos resultados de suas pesquisas e da velocidade e extensão da resposta às mudanças circunstanciais da economia, pela alta descentralização e pela forte competição por recursos entre as instituições congêneres. A análise elaborada pela *National Science Academia* (NAE), dos EUA, em 2003, confirmou que os graduados treinados em pesquisa formam um componente importante da contribuição da academia para o desempenho industrial. Estudantes e pesquisadores graduados treinados em pesquisa em todos os níveis desempenham um papel crítico no desenvolvimento, transferência, difusão e

aplicação de novos conhecimentos e tecnologias, dentro e entre a indústria e a academia (NAE, 2003).

O principal órgão do governo estadunidense que incentiva a C&T no país é o *National Science Foundation* (NSF), criado em 1950. Seu orçamento para 2018 foi de US\$ 7,8 bilhões de dólares (NSF, 2019a, *online*). A infraestrutura de pesquisa nos EUA é caracterizada por grandes estruturas de laboratórios nacionais distintos e complexos (CROW; BOZEMAN, 1998). Segundo Bozeman e Crow (1990) os laboratórios de P&D nos EUA possuem diferenças estruturais e ambientais, e sofrem influências de iniciativas políticas e das mudanças de mercado.

As pesquisas acadêmicas nos EUA que geraram *spin-offs* ou patentes da universidade tem aumentado desde meados dos anos 1990 (PEERBAYE; MANGEMATIN, 2005). Segundo os autores, fato este influenciado pelo compartilhamento de instalações de pesquisa universitárias e do incentivo à comercialização de resultados de pesquisa e transferência de tecnologia. De acordo com Peerbaye e Mangematin (2005), as primeiras empresas de biotecnologia que adentraram no meio acadêmico o fizeram para poderem usar as instalações de pesquisa, haja vista que desde o desenvolvimento do genoma e das ferramentas para a exploração em massa de genes e proteínas a instrumentação tornou-se cada vez mais consumidora de recursos, tornando comum a prática de compartilhar instalações de pesquisa.

Por considerar que os equipamentos, insumos de pesquisa, mobiliário e espaço físico são estratégicos para o desenvolvimento da C&T, os governos, cada vez mais, se organizam para garantir que sejam adequados a cada área do conhecimento e às necessidades dos estudos.

O governo estadunidense definiu, em 1986, que todas as instituições de ensino e pesquisa que reportem gastos superiores à \$1 milhão em fundos de P&D no ano fiscal anterior deveriam participar do estudo bianual de infraestrutura de pesquisa (NSF, 2019a). A NSF criou, no mesmo ano, o *Survey of Science and Engineering Research Facilities* (SSERF), uma pesquisa sobre as instalações de pesquisa em ciência e engenharia, de realização bienal e obrigatória pelo Congresso Americano (NSF, 2019a). Assim, a infraestrutura de pesquisa relevante, em termos de gastos de investimento público e privado, é monitorada com informações acerca da quantidade de área de pesquisa, construção, reparo, renovação e financiamento de instalações de pesquisa, bem como das capacidades de computação e rede (NSF, 2019a).

O governo dos EUA subsidia as universidades para a compra de equipamentos para a montagem de laboratórios de pesquisa. Desde 1973, realiza o inventário de instalações de ensino

e pesquisa, por meio do *National Center for Education Statistics*, que orienta a gestão de espaço educacional e de pesquisa em universidades.

3.4.2 Os incentivos nacionais e locais à IUE nos EUA e na UC Berkeley

Existem diversos incentivos nacionais e locais à IUE nos EUA. A maioria dos incentivos nacionais é oferecida pelo governo e diz respeito a incentivos legais, financeiros e institucionais. Segundo Decter (2009), o efeito da legislação, da política e do financiamento nos EUA para a IUE teve como um ponto chave de virada na universidade a legislação da transferência de tecnologia, o *Bayh-Dole Act* (BDA), em 1980. Esta legislação criou uma política de patenteamento público pelas universidades para resultados de pesquisa financiada por recursos públicos nas universidades dos EUA. Também, permitiu à instituição universitária obter patentes em seu nome e licenciar e receber *royalties* de pesquisas financiadas com recursos públicos (REYNOLDS; DE NEGRI, 2017).

Uma das consequências da referida lei nos EUA foi o estabelecimento dos Escritórios de Transferência de Tecnologia (ETT), nos quais a atividade primária é patentear as tecnologias desenvolvidas na universidade e licenciá-las para as empresas, sendo que alguns casos envolviam *spinning off*, as invenções para empresas *start-ups* (SCHMOCH, 1999).

De acordo com Cruz e Souza (2014), o fato de o BDA não tratar exclusivamente de universidades, mas sim de qualquer pequeno negócio, pessoa ou organização sem fins lucrativos, ampliou os modelos de financiamento e padronizou os regulamentos de agências governamentais, o que facilitou a transferência de resultados de pesquisa financiada com recurso público para o setor privado (CRUZ; SOUZA, 2014). Após o BDA, outros países seguiram o exemplo dos EUA, repensando seus portfólios de pesquisa, composição institucional e legislação sobre os direitos de propriedade intelectual (LEYDESDORFF; MEYER, 2007). Segundo Decter (2009) diversos países se inspiraram nele para elaborar leis nacionais de propriedade intelectual. No entanto, diversos países vêm enfrentando obstáculos para implantar suas regulamentações de propriedade intelectual devido a diferenças do contexto local (BALDINI, 2009).

Segundo ETZKOWITZ (2008), os incentivos financeiros disponibilizados pelo governo federal dos EUA, via agências NSF e *National Institutes of Health* (NIH), dentre outras, para P&D impulsionaram no Vale do Silício a geração de novas tecnologias pelas universidades e tiveram

grande impacto econômico. O governo, impulsiona o relacionamento entre universidade e empresas via incentivos fiscais e financeiros, como os programas SBIR e STTR (PIQUE; BERBEGAL-MIRABENT; ETZKOWITZ, 2018). Os programas SBIR⁶ e STTR, são uma iniciativa para promover o desenvolvimento regional econômico, por meio de concentrações de forças de pesquisa e a vinculação entre empresas e universidades (ETZKOWITZ, 2008).

O programa SBIR é um dos maiores exemplos de parcerias público-privadas dos EUA. Um de seus princípios é que as pequenas empresas são uma forte fonte de novas ideias associadas a crescimento econômico. Todavia, é difícil encontrar apoio financeiro para essas ideias nos estágios iniciais de seu desenvolvimento devido ao elevado risco (NSF, 2015). Este programa foi criado, em 1982, e por meio dele, já foram concedidos mais de US\$ 43 bilhões a pequenas empresas americanas em pesquisa intensiva (SBIR, 2020). O programa STTR amplia a parceria entre o setor público e o privado em oportunidades de *joint venture*⁷. Os objetivos do STTR, assim como do SBIR são: estimular a inovação tecnológica; promover a transferência de tecnologia por meio de P&D cooperativo entre pequenas empresas e instituições de pesquisa; atender às necessidades federais de P&D; fomentar a inovação; dentre outros (SBIR, 2020).

Segundo Cooke (2002), os EUA têm o melhor clima de negócios para a comercialização de pesquisas científicas do mundo e o desenvolvimento da biotecnologia deste país não teria sido o mesmo se não fosse assistido por financiamento público substancial (MAZZUCATO, 2011). Uma iniciativa, criada pelo governo dos EUA em 2011, foi o programa *Innovation Corps (I-Corps)*, da NSF, que prepara pesquisadores para saírem do laboratório e gerar empresas *spin-offs* para explorar economicamente os projetos de pesquisas e avançar em direção à comercialização de produtos (NSF, 2020a). Alguns dos resultados do *I-Corps* no período 2012-2018 envolveram a criação de 644 empresas *start-ups*; geração de US\$ 301 milhões em fundos adicionais; e 6 aquisições de *start-ups* por grandes empresas (NSF, 2019b).

A UC Berkeley, fundada em 1868, localiza-se na cidade de Berkeley, estado da Califórnia, na região do Vale do Silício e da Baía de São Francisco, reconhecida mundialmente pelos incentivos locais que oferece à inovação e ao empreendedorismo acadêmico. Ocupa a quarta posição no ranking do U.S. News & World Report de 2019 das universidades públicas em pesquisa

⁶ A missão do SBIR é apoiar a excelência científica e a inovação por meio do investimento de fundos federais de pesquisa em áreas prioritárias nacionais para construir uma forte economia nacional (SBIR, 2020, *online*).

⁷ Traduz-se como união com risco, refere-se a um tipo de associação em que duas entidades se juntam para tirar proveito de alguma atividade, por um tempo limitado. (WOLFFENBÜTTEL, 2006, *online*).

global e em pesquisas regionais (UCBERKELEY, 2020). Existe o histórico de 31 vencedores de prêmios Nobel em vários campos: 5 da área de Fisiologia e Medicina, 12 de Química, 9 de Física e 5 da Economia (UCBERKELEY, 2020). Congrega uma comunidade acadêmica de quase 43 mil pessoas, sendo 30.853 estudantes de graduação e 11.666 de pós-graduação. É reconhecida como uma das melhores universidades do mundo, com sete membros do corpo docente atual ganhadores do Prêmio Nobel (UCBERKELEY, 2020).

Em 2018, a UC Berkeley atraiu US\$ 708,5 milhões em *Research Grants*⁸. O governo federal forneceu 60% dos fundos e as agências estaduais da Califórnia e outras fontes como a indústria e o setor sem fins lucrativos forneceram o restante (UCBERKELEY, 2020). Para gerir os contratos e convênios com organizações e suportar os pesquisadores, a UC Berkeley possui os departamentos estruturados: *Sponsored Projects Office* (SPO) e *Industry Alliances Office* (IAO). O SPO revisa, aprova e envia as propostas para patrocinadores externos (governo e fundações privadas sem fins lucrativos), além de negociar os termos e as condições da pesquisa ou projeto. O IAO é responsável pelos projetos patrocinados por empresas com fins lucrativos e localiza-se dentro do ETT da universidade, o *Intellectual Property & Industry Research Alliances* (IPIRA).

O IPIRA é o escritório de transferência de tecnologia da universidade. Criado em 2004 para aprimorar a pesquisa de interesse industrial, estabelece e mantém relações multifacetadas entre pesquisadores de Berkeley e empresas privadas. Alguns dos seus resultados foram mais de 600 produtos comercializados, mais de US\$ 1 bilhão em fundos captados, US\$ 800 milhões em pesquisa patrocinada pela indústria e cerca de US\$ 250 milhões em receita de licenciamento de tecnologias (IPIRA, 2016b).

O *Skydeck*⁹ é a aceleradora de empresas da UC Berkeley, foi fundada em 2012. Possui dois programas principais: Programa de aceleração de *start-ups* e Programa *Hot Desk* (Incubadora). A UC Berkeley gerou mais de 200 *start-ups*, que foram fundadas para comercializar direitos de patentes, atraindo US\$ 1,6 bilhão em fundos de risco e US\$ 51 milhões em subsídios SBIR/STTR desde 2005 (UCBERKELEY, 2019a). As *start-ups* dela originárias, que foram adquiridas por outras empresas, totalizam US\$ 8,1 bilhões (IPIRA, 2016b).

⁸ *Research grant* refere-se em geral, a uma bolsa de pesquisa, ou uma quantia em dinheiro dada a um pesquisador para todas as despesas ou uma concessão limitada ao financiamento de pesquisa, experimentos ou testes.

⁹ O *Skydeck* recebe 120 *start-ups* por ano, das quais 20 são selecionadas a cada seis meses para receber um investimento de US\$ 100.000,00 do fundo Berkeley SkyDeck.

Salienta-se que os incentivos à IUE dos EUA e da UC Berkeley refletem as questões contextuais, que não são fáceis de serem reproduzidas em outros países (DECTER, 2009).

3.5 Interação Universidade-Empresa no Brasil

No Brasil, a IUE é tardia e ainda está localizada em algumas regiões industrializadas e não explora integralmente o potencial de transferência de conhecimento para a geração de inovação (CHAVES *et al.*, 2015; SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011; DE NEGRI; CAVALCANTE; ALVES, 2013). Segundo Velho (1997), a articulação entre a universidade e o setor produtivo é relativamente modesta, devido ao modelo adotado de importação de tecnologia e incentivos à instalação de empresas multinacionais no Brasil. O aumento das IUEs no Brasil ocorreu somente por volta da década de 1990, em razão do aumento da complexidade dos produtos e processos produtivos, o que obrigou as empresas a procurarem novas fontes de inovação e de conhecimentos (GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

Póvoa (2008) sugere que, devido ao fraco envolvimento das empresas em atividades de P&D em um SNI imaturo, o relacionamento das universidades com as empresas assume um papel duplo: complementar ou substituto ao P&D da empresa para desenvolver tecnologia. Isso se deve, em parte, à estrutura industrial e à dinâmica competitiva da economia brasileira, caracterizada por fortes variações entre os setores (BOTELHO; ALMEIDA, 2011). Segundo Albuquerque *et al.* (2015b), as raízes históricas localizadas em pontos de IUE no Brasil em áreas como a Metalurgia deveu-se ao alto custo de componentes importados, o que estimulou os engenheiros, nos anos 1930 a 1940, a prover soluções criativas. Esses profissionais contribuíram para a criação de instituições geológicas e o mapeamento das reservas de minério de ferro, atraindo o interesse de empresas estrangeiras para o Brasil e a criação de empresas nacionais, que continuam a interagir com universidades como a UFMG e UFOP.

Durante o processo de industrialização, o principal obstáculo à IUE foi a ausência de demanda efetiva por tecnologia no processo produtivo das empresas, que não baseavam sua estratégia na geração interna de conhecimento (RAPINI, 2004). Segundo Curado e Cruz (2008), o processo de industrialização brasileiro tardio, foi derivado das respostas da economia local às dificuldades impostas pela Primeira Guerra Mundial, pela depressão dos anos 1930, pela redução

das importações, pela expansão da economia agroexportadora cafeeira do Sudeste do País e pelo papel retardatário do processo de industrialização no País durante os anos de 1955 a 1980.

A pesquisa de Albuquerque, Silva e Póvoa (2005) analisou os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir da Pesquisa de Inovação (PINTEC), concluindo que o envolvimento de uma empresa com atividades de P&D (interna e/ou externa) amplia a importância das universidades como fonte de informação para suas atividades inovativas e se relaciona com a identificação de "conexões parciais" entre ciência e tecnologia no sistema de inovação brasileiro, pois essas conexões estariam se estabelecendo a partir de um núcleo de empresas que investem em P&D (ALBUQUERQUE; SILVA; PÓVOA, 2005).

O IBGE realiza a cada três anos a Pintec, envolvendo os setores da Indústria, Serviços, Eletricidade e Gás, a qual permite analisar os indicadores de inovação das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas. Os resultados são abertos à consulta pública desde a edição de 2000 até a de 2014. Os resultados da variável *Número de empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo com relações de cooperação com outras organizações (universidades ou institutos de pesquisa)* nos últimos triênios de 2008, 2011 e 2014 indicam que diminuiu o número de empresas que consideram média ou alta a participação de universidades como fonte externa de conhecimento: 32% (2008) para 27% (2014).

Segundo Velho, Velho e Saenz (2004), o setor privado brasileiro, apesar de aumentar sua contribuição para as atividades de P&D, não investiu na criação de uma estrutura própria de P&D. Em consequência disso, as instituições públicas de pesquisa, no momento em que se engajaram nos projetos de colaboração com as firmas, atuaram como substitutas dessa estrutura, e não como parceiras na pesquisa.

O estudo de Garcia, Rapini e Cário (2018) com grupos de pesquisa universitários do Brasil que interagem com empresas demonstrou que a percepção dos acadêmicos sobre as vantagens intelectuais e os resultados comerciais decorrentes desta relação são importantes direcionadores do engajamento com a indústria, sendo que as barreiras transacionais são obstáculos para o crescimento da colaboração com organizações. A conjunção desses fatores levou a um parque industrial brasileiro com forte participação de empresas multinacionais desconectadas do sistema setorial de inovação (GADELHA; MALDONADO, 2008; CALIARI; RAPINI, 2016).

O padrão tecnológico predominante de IUE no Brasil é o de poucas demandas da empresa pela atuação da universidade e da comunidade científica (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011).

Uma das características do Brasil e de países com SNI em posições intermediárias é a existência de instituições de pesquisa e ensino sólidas, mas que ainda não conseguem mobilizar contingentes de pesquisadores, cientistas e engenheiros em proporções semelhantes às dos países mais desenvolvidos (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011).

Lemos e Cário (2017), ao investigarem quatro universidades no estado de Santa Catarina, identificaram que a maioria das relações entre elas e as empresas se concentrava nos canais de IUE tradicionais e de serviços, de curto prazo, com fluxos de conhecimento indo das instituições universitárias para as empresas. Iniciativas de interação no médio e no longo prazo e de intensa troca de conhecimento entre as partes são uma minoria e estão sujeitas à trajetória histórica da interação do grupo de pesquisa.

De acordo com Suzigan e Albuquerque (2011), diante da subestimação do importante papel das universidades e do caráter tardio do SNI no País, torna-se importante salientar os casos de sucesso de interação com empresas em todos os setores de baixa, média e alta tecnologia, desde avanços nos setores da Agricultura, Mineração e Aviação, como resultado do processo histórico de aprendizagem, da acumulação de conhecimentos científicos e das competências tecnológicas. Uma das áreas com status de excelência no Brasil é a de Ciências da Saúde, com destaque para a pesquisa biomédica, a produção de soros e vacinas, as contribuições de instituições de pesquisa de reconhecimento internacional, como: Instituto Butantan, Instituto de Manguinhos e Instituto Oswaldo Cruz (ALBUQUERQUE; CARIO; SUZIGAN, 2017).

De acordo com Pinho (2018), por mais que o reconhecimento da importância da IUE tenha se disseminado no Brasil, este relacionamento ainda não é bem conhecido nem sistemático.

Suzigan e Albuquerque (2011) explicam que os desafios da IUE no Brasil envolvem o histórico de especialização científica brasileira em algumas áreas (Saúde, Agricultura, Mineração, Metalurgia e Aeronáutica) e vão além do caráter tardio e pontual, pois demandam tempo, esforço e vontade política para promover a interação. Neste sentido, para promover a IUE no Brasil, um arranjo interinstitucional é necessário para aproximar cada vez mais os laboratórios universitários aos laboratórios industriais (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002).

A cooperação tecnológica via IUE no Brasil, promoveu a aprendizagem e o aumento da capacidade inovadora, conforme a pesquisa que identificou a relevância de práticas de compartilhamento com parceiros externos e o esforço de articulação de cientistas em rede

(BURCHARTH, 2011). Diante da complexidade e diversidade dos processos da IUE, observou-se uma heterogeneidade nos grupos de pesquisa entrevistados em termos da habilidade de lidar com questões de propriedade intelectual e de estabelecer mecanismos de transferência do conhecimento, aprendendo “as regras do jogo” para uma comunicação clara para a efetiva cooperação com empresas. As IUEs no Brasil são heterogêneas, envolvem trocas de conhecimento tácito e codificado, formais e informais e englobam atividades complexas e rotineiras e fluxos de conhecimento unidirecionais e bidirecionais (RAPINI; CHIARINI; BITTENCOURT, 2015).

3.5.1 Infraestrutura de pesquisa no Brasil: recursos humanos e equipamentos

A maior parte dos recursos humanos dedicados à pesquisa universitária no Brasil é constituída de professores e pesquisadores de pós-graduação de universidades públicas e privadas, seguindo-se os profissionais técnicos de laboratórios.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, ou Rio+20, realizada em 2012, ressaltou a importância da parceria entre universidades, governo e empresas, em alinhamento com o Plano Nacional de Pós-graduação de 2011-2020, em sua proposta de agenda de pesquisa universitária (CAPES, 2012). A Capes criou diversos projetos de desenvolvimento e capacitação de recursos humanos voltados para a IUE, destacando-se o Programa Talentos para Inovação (2018), que tem por objetivo capacitar profissionais mestres e doutores para atendimento da demanda dos setores público e privado em PD&I, envolvendo capacitação técnica em liderança, empreendedorismo e trabalho em equipe. As propostas de capacitação são enviadas e executadas por intermédio das unidades e polos da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII). Os candidatos devem atuar em projetos da EMBRAPII, empresa criada em 2013 pela parceria entre o Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação e o Ministério da Educação, para estimular a inovação na indústria brasileira via cooperação entre pesquisadores de instituições de pesquisa científica e tecnológica e empresas que atuam em áreas como Mecânica, Materiais, Química, Tecnologias aplicadas e Biotecnologia (EMBRAPII, 2019).

O CNPq desempenha papel primordial na formulação e condução das políticas públicas de CT&I no Brasil (CNPQ, 2019). Possui a maior base de dados dos pesquisadores brasileiros, armazenados, principalmente, em sua Plataforma Lattes e no Diretório dos Grupos de Pesquisa

(DGP), criados, nos anos 1990. O currículo de cada pesquisador é cadastrado de forma voluntária na Plataforma Lattes. O DGP constituiu-se em bases de dados que contêm informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no país, cumprindo o importante papel de preservar a memória da atividade científico-tecnológica no país (CNPq, 2019). Desde 2002, passou a incluir questões sobre a interação dos grupos de pesquisa com empresas, que se tornou uma importante fonte de informação sobre os padrões de IUE, segundo Suzigan *et al.* (2009).

O CNPq criou diversos projetos para capacitar os recursos humanos em pesquisa científica, citando-se: Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, na década de 1980; Programa de Formação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico (RHAE), em 1987; e Programa de Competitividade e Difusão Tecnológica, em 1990 (CNPq, 2019). Especificamente com relação ao RHAE (CNPQ e MCTI), de acordo com Cassiolato *et al.* (2011), uma das novidades foi a permissão às empresas de obterem recursos financeiros para atrair recursos humanos, por meio de projetos de pesquisa em parceria com universidades. Esta iniciativa teve forte impacto positivo no setor de Biotecnologia. Segundo o CNPq, a última edição foi realizada em 2013, sendo que desde 2007 foi destinado à inserção de mestres e doutores em empresas privadas, preferencialmente de micro, pequeno e médio porte. Atualmente, o RHAE, assim como os demais programas financiados com recursos de Fundos Setoriais, está com as indicações de novas bolsas temporariamente suspensas (CNPQ, 2019).

Kannebley Júnior e Borges (2016) analisaram a produtividade de 1.756 laboratórios de pesquisa no Brasil, contemplando o escopo de atividades desenvolvidas (2012) e a produtividade científica individual (2004 a 2013). Identificaram uma correlação entre infraestrutura de pesquisa e produtividade dos pesquisadores (publicação *per capita*) em algumas áreas do conhecimento, como, Tecnologia, Ciências Exatas e Ciências da Terra. Quando se consideram as variáveis representativas das características dos laboratórios, o diferencial de produtividade a favor dos pesquisadores de intensivos em pesquisa está relacionado ao maior escopo de atividades que desenvolvem (KANNEBLEY JÚNIOR; BORGES, 2016).

O MCTI, o CNPq e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), do Ministério da Economia, deram início, em 2012, a um projeto de pesquisa e mapeamento da infraestrutura de pesquisa nas instituições de ensino e pesquisa – públicas e privadas –, destinado a avaliar e gerar novas políticas e ações de fomento à infraestrutura das instituições científicas e tecnológicas (DE NEGRI, 2017). Este estudo fez um amplo e inédito diagnóstico da infraestrutura de pesquisa

disponível no País a partir de cerca de 2 mil laboratórios de pesquisa (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

De acordo com Miranda e Zucoloto (2015), estudo identificou algumas características particulares da realidade brasileira: porte, idade, concentração regional, natureza da atividade e grau de interação com o setor produtivo. Segundo De Negri, Cavalcante e Alves (2013), a qualificação da equipe de pesquisa, o número de pesquisadores e a multidisciplinaridade dos pesquisadores afetaram de maneira positiva e significativa sua probabilidade de interagir com o setor produtivo.

Para De Negri e Squeff (2016), este levantamento, que contou com as respostas de 1.760 infraestruturas de pesquisa públicas e privadas no Brasil, demonstrou que mais de 88% dos pesquisadores possuem pós-graduação e que 72% são doutores. Quanto às atividades realizadas nos laboratórios de pesquisa investigados foram identificados 81% de atividades de pesquisa, 40% de atividades de ensino, 35% de atividades de desenvolvimento de novas tecnologias e 18% de atividades de prestação de serviços tecnológicos (DE NEGRI; SQUEFF, 2016). As autoras pontuam que é oportuno destacar que a maior parte dos laboratórios do Brasil (56,7%) afirmou ter tido suas atividades iniciadas nos anos 2000. Este dado parece estar relacionado ao ciclo recente de investimentos do País em CT&I. Ou seja, boa parte da infraestrutura de CT&I no território nacional foi constituída nas últimas duas décadas, sendo, portanto, relativamente nova. Entre 2010 e 2012, metade do número de laboratórios criados foi inaugurada durante toda a década anterior (DE NEGRI; SQUEFF, 2016). A característica mais contundente da infraestrutura de pesquisa no Brasil é o tamanho dos laboratórios, com uma média de quatro pesquisadores para cada um.

A pesquisa apresentou uma heterogeneidade da origem dos respondentes que formam a base de dados, desde laboratórios universitários públicos e privados até laboratórios e institutos nacionais de pesquisa (DE NEGRI; SQUEFF, 2016). Observaram-se nesta pesquisa 104 respostas de Centros de Desenvolvimento Tecnológicos Nacionais, 34 laboratórios da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 17 de laboratórios de Museus Brasileiros e 66 de laboratórios do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, dentre laboratórios de universidades privadas e laboratórios nacionais. Assim, os dados agregados da análise da pesquisa Ipea-Infra não permitem uma análise comparada com aqueles coletados somente em laboratórios de universidades públicas pelas diferenças estruturais e orçamentárias que impactam o funcionamento da infraestrutura.

De toda forma, a pesquisa realizada pelo IPEA em 2013 foi extremamente relevante para o mapeamento da infraestrutura de pesquisa brasileira e constituiu um ponto inicial para diversas análises, publicações¹⁰ e propostas de políticas de CT&I.

3.5.2 Os incentivos nacionais e locais à IUE no Brasil e na UFMG

A IUE recebe diversos incentivos no Brasil. A maioria é oferecida pelo governo e diz respeito a incentivos legais, financeiros e institucionais. De acordo com Abrahão e Oliveira (2014), ocorreu uma evolução nos dispêndios com inovação (gastos com atividades internas de P&D e apoio governamental) entre 2003 e 2011, após a regulamentação da Lei de Inovação (Lei 10.973/2004). Dados da PINTEC (2005, 2008 e 2011) revelam que, apesar de ter diminuído o percentual de despesas totais com as atividades de inovação em relação às receitas líquidas, ocorreu um aumento expressivo dos percentuais de investimento em atividades internas de P&D nos setores de alta intensidade tecnológica da Indústria de Transformação. Esse resultado sugere uma influência do apoio governamental e o crescimento no quantitativo de empresas que receberam algum tipo de apoio à inovação (ABRAHÃO; OLIVEIRA, 2014).

A Lei de Inovação Tecnológica, ou Lei 10.973/2004 (BRASIL, 2004), inspirada na Lei de Inovação francesa e no *Bayh Dole Act* - BDA Estadunidense (1980), representou o início legal da regulamentação da inovação no contexto brasileiro, voltado ao fortalecimento das áreas de pesquisa e integração da produção de conhecimento com a inovação. Estabeleceu mecanismos de incentivo à IUE e ao fortalecimento dos agentes intermediadores dessa relação, os chamados Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), que atuam como escritórios de transferência de tecnologia da universidade e como unidade de apoio ao patenteamento e licenciamento de patentes para empresas. Na íntegra: “Dispõe sobre incentivos locais à IUE e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências” (BRASIL, 2004, *online*).

A legislação brasileira de apoio à inovação passou por várias mudanças. O Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação foi aprovado pela Lei 13.243/2016 (BRASIL, 2016), criada para reduzir obstáculos legais e burocráticos e conferir maior flexibilidade às Instituições Científicas

¹⁰ Dentre as publicações oriundas, destacam-se os livros publicados pelo IPEA: Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil (DE NEGRI; SQUEFF, 2016) e Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações (TURCHI; MORAIS, 2017), além de diversos artigos científicos.

Tecnológicas (ICT) e de Inovação. Um exemplo de modificação foi a descentralização da arrecadação, que antes era feita pelo Tesouro Nacional e passou a ser pelas instituições envolvidas na IUE. Este marco legal parte da premissa de que as bases para a IUE no Brasil residem nas iniciativas de oferta de infraestrutura e de conhecimento especializado.

A Lei 13.243/2016 detalhou o papel das universidades ou ICTs e a responsabilidade pela prestação de serviços técnicos especializados nas atividades voltadas à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, buscando aumentar a competitividade entre as empresas (BRASIL, 2016). Esta mesma lei definiu critérios para que as ICTs públicas criassem e implementassem as políticas de inovação, como as diretrizes que orientam a forma como os royalties devem ser distribuídos na universidade. Como as negociações relativas aos licenciamentos que não são padronizados, ocorre uma variação entre o percentual devido à universidade caso a caso e os contratos entre a empresa e a universidade ficaram a definição de cada NIT. A padronização proposta pela lei apenas ocorre em relação ao montante de recursos repassado à universidade: 1/3 para o(s) detentor(es) da patente, 1/3 para a unidade (faculdade ou instituto) do(s) patenteador(es) e 1/3 para a reitoria, que, neste caso, decide se ficará com o recurso ou se fará um repasse para o NIT (ARBIX; CONSONI, 2011).

Apesar de a legislação de inovação brasileira definir a criação da estrutura de inovação na universidade (NITs) e orientar a criação de políticas de inovação para processos internos nas universidades, a infraestrutura institucional das universidades no Brasil privilegia a quantidade de publicações acadêmicas em detrimento das atividades de pesquisa ou de estudos de maior impacto. Toma por base os critérios uniformes de avaliação institucional e de desempenho individual de seus professores e pesquisadores, cujos indicadores principais de desempenho são: número e qualidade de publicações científicas (RAUEN, 2016).

Quanto aos incentivos nacionais financeiros, criou-se, em 1967, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), agência pública que financia desde a pesquisa básica até a preparação do produto para o mercado (FINEP, 2019a). Em mais de cinquenta anos, ajudou a desenvolver mais de 30 mil projetos no Brasil. Nos últimos quinze anos a Finep investiu R\$ 15 bilhões em financiamento não reembolsáveis e subvencionados, R\$ 30 bilhões foram aplicados em subvenções e financiamentos com juros subsidiados a empresas e R\$ 650 milhões foram

destinados a fundos de *venture capital*¹¹ para investimento em negócios inovadores (FINEP, 2019a, *online*).

No início dos anos 2000, houve um esforço importante do governo para responder de forma adequada aos desafios impostos pelo papel crescente da ciência e da tecnologia no Brasil, consistindo em três linhas de investimentos: formação de recursos humanos (programa de bolsas de estudo e pesquisas); aumento de recursos para a área de CT&I (marcados pela criação de um conjunto de fundos setoriais); e capacitação tecnológica em algumas áreas de ponta, como, Física e Biotecnologia. Ocorreram no País movimentos para aproximar a ciência acadêmica e o setor empresarial privado (SCHWARTZMAN, 2008).

Para De Negri e Squeff (2016), a infraestrutura nacional de CT&I teve aportes significativos de recursos de várias fontes, especialmente dos fundos setoriais, por meio do Fundo Setorial de Infraestrutura (CT-Infra), que possibilitou a reforma e criação de laboratórios universitários de pesquisa. No período de 2001 a 2010, os investimentos do governo brasileiro via CT-Infra somaram R\$ 1,7 bilhão na implantação e recuperação da infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas, o que, de acordo com De Negri (2017), contribuiu para ampliar a participação do País na produção científica mundial: de pouco mais de 1,0% da produção científica mundial (1990) para 2,8% (2011).

O Programa de Estímulo à Interação U-E, ou Fundo Verde-Amarelo (FVA), criado pela Lei 10.168/2000, tem por objetivo principal aproximar universidades e institutos tecnológicos das empresas. Entre seus objetivos estratégicos está o de estimular maior investimento em inovação tecnológica por parte das empresas, para equilibrar a relação entre investimentos públicos e privados em ciência e tecnologia (FINEP, 2019b). O FVA foi estruturado em três eixos: Fatores Sistêmicos para a Inovação; Cooperação Tecnológica para a Inovação; e Empreendedorismo. Disponibilizou R\$ 146 milhões para as universidades em 2001 e 2002.

Os incentivos locais à IUE na UFMG, que foi fundada em 1927 e localiza-se na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, consistem nos departamentos e fundações de apoio à pesquisa. A UFMG foi considerada a maior instituição de ensino brasileira em depósitos de patentes em 2016 (UFMG, 2017). E em 2020 foi classificada como a melhor universidade pública do Brasil pelo Ranking de Universidades em Economias Emergentes do *Times Higher Education* entre todas as

¹¹ Capital de Risco ou Capital Empreendedor é uma atividade na qual investidores atuam através de fundos próprios de investimento, injetam capital em empresas em troca de uma participação societária (PAVANI, 2003).

instituições federais brasileiras (FUNDEP, 2020). Trata-se de uma universidade pública reconhecida pela qualidade em ensino, pesquisa. Possui 1.078 depósitos de patentes no INPI e 600 laboratórios de pesquisas, sendo 119 de Ciências Biológicas e 173 da Escola de Engenharia (UFMG, 2019b). O Quadro 4 mostra outras características da UFMG.

Quadro 4- Caracterização da UFMG: ensino, pesquisa, inovação e empreendedorismo

Dimensão	Item	UFMG
Ensino	Total de alunos	48.949
	Alunos da graduação (presencial e a distância)	31.595
	Alunos de pós-graduação	14.343
	Educação básica e profissionalizante	1.694
	Magistério Superior (Docentes)	3550 em exercício
	Técnicos e Administrativos	4.367
	Número de alunos em cursos presenciais – Graduação	31.342
	Número de alunos e Pós-graduação Especialização	5.605
	Número de alunos de Mestrado	4.030
	Número de alunos de Doutorado	4.378
Pesquisa	Grupos de Pesquisa	755
	Programas institucionais de fomento à pesquisa	12
	Laboratórios de Pesquisa	600
	Pesquisadores	2.500
	Laboratórios Institucionais de Pesquisa Multiusuários	05
	Periódicos científicos editorados na UFMG	62
Propriedade Intelectual e Empreendedorismo	Número de depósitos de patentes no INPI	1078
	Depósitos de patentes em âmbito internacional	296
	Contratos de licenciamento de tecnologia para o setor produtivo	106
	Empresas graduadas em incubadora de empresa Inova	62
	Empresas <i>spin-off</i> de pesquisa universitária	Não há informação

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em UFMG (2019b) e CTIT (2020).

A IUE na UFMG ocorre por diversos canais, desde a interação para transferência tecnológica até o treinamento e consultoria pontuais. De acordo com cada canal de transferência do conhecimento da universidade para a empresa, o professor, ou o pesquisador, se direciona a alguns departamentos da UFMG. São relevantes na IUE, por exemplo: Fundação de Apoio a Pesquisa (FUNDEP), Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PROPLAN) e Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT).

A FUNDEP iniciou suas atividades em 1975. Tem por finalidade proporcionar suporte nas atividades de ensino, pesquisa e extensão da UFMG e gerar agilidade na captação de recursos das

agências de fomento (FUNDEP, 2019). Trata-se de uma entidade de direito privado, credenciada para prestar serviços e realizar a gestão de projetos da UFMG e mais 18 instituições externas¹². Em 2005, lançou o Sistema Financiar, em parceria com a Universidade Federal de Viçosa, que divulga à comunidade acadêmica oportunidades de fomento nacionais e internacionais para pesquisa. A FUNDEP Participações S.A. (FUNDEPAR), fundada em 2013, oferece aporte financeiro (capital semente) e expertise de gestão para que as empresas *start-ups* se estruturam e torna-se sócia do negócio (FUNDEP, 2019). O programa de pré-aceleração Lemonade criado em 2014 pela Fundep promove o empreendedorismo na universidade (FUNDEP, 2019).

A PROPLAN-UFMG, por meio da Divisão de Convênios, presta assessoria à comunidade acadêmica, por meio de ações orientadas para a formalização, tramitação e prestação de contas de convênios firmados pela UFMG, na execução dos termos em conformidade com a legislação vigente (UFMG, 2019a).

A CTIT é o NIT da UFMG. Ligada à Pró-Reitoria de Pesquisa, foi criada, em 1997, para fortalecer o Sistema Nacional de Inovação, facilitar o processo de transferência de conhecimento das pesquisas desenvolvidas na UFMG para a sociedade e promover a educação empreendedora e o incentivo a *start-ups* e *spin-offs* através da incubadora de empresas Inova (CTIT, 2019). A UFMG via CTIT, criou, em 2017, sua Política de Inovação, que estrutura a ação institucional e orienta com relação à interação com o setor produtivo para inovação e ações de fomento ao empreendedorismo acadêmico (UFMG, 2019a).

Em 2019, a Fundep e a UFMG lançaram um edital de programa de aceleração de laboratórios, visando à conexão entre centros científico-tecnológicos e a indústria: o programa Outlab, que prevê nove semanas de treinamento para a implementação de metodologias comerciais (UFMG, 2019a). Participaram do Outlab 25 laboratórios de pesquisa da UFMG, o que gerou 380 prospecções, 50 processos de negociação, 50 propostas (FUNDEP, 2019).

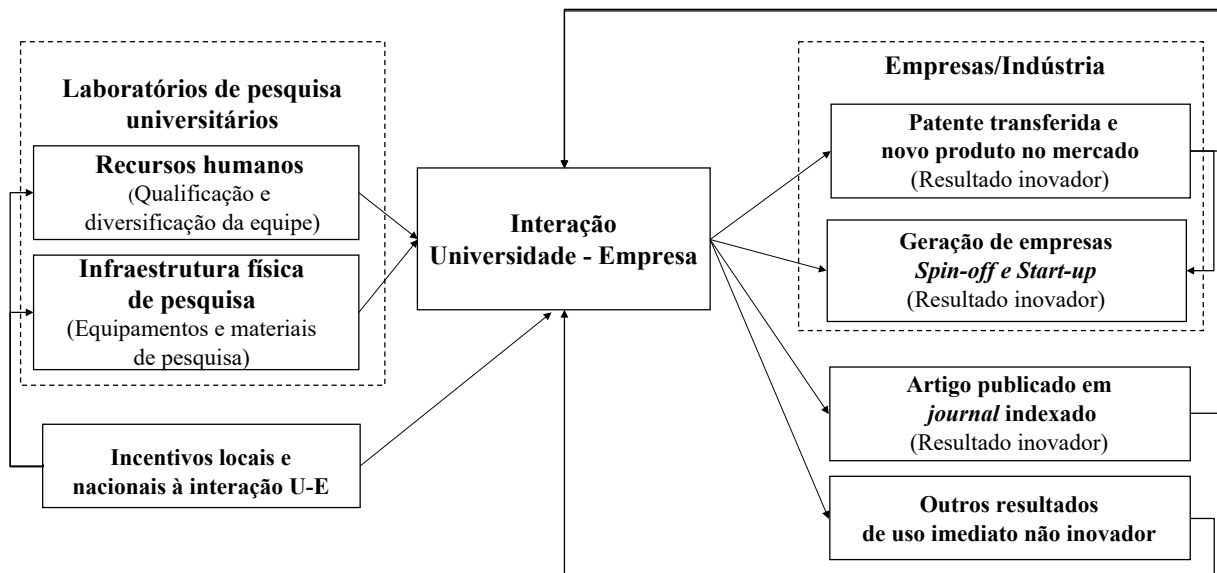
¹² Conforme informações disponíveis no website da FUNDEP ela atua como gestora do Hospital Risoleta Tolentino Neves (2006) e como fundação de apoio das seguintes instituições: Universidade Federal do ABC (2009), Instituto Nacional de Tecnologia (2012), Comissão Nacional de Energia Nuclear (2012), Instituto de Aeronáutica e Espaço (2012), Instituto Nacional do Semiárido (2012), Observatório Nacional (2012), Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (2012), Centro de Desenvolvimento de Sistemas (2012), Instituto de Pesquisa do Exército (2012), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2013), Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (2013), Núcleo de Inovação Tecnológica da Marinha do Brasil (2013), Centro de Instrução de Guerra na Selva (2016), Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (2016), Centro de Tecnologia Mineral (2016), Museu Paraense Emílio Goeldi (2016) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2016) (FUNDEP, 2019).

A Inova é a incubadora de empresas da UFMG. Fundada em 1999, tem como missão estimular o empreendedorismo e apoiar empresas e projetos inovadores. Está ligada à CTIT, subordinada à Pró-reitoria de Pesquisa. Citam-se alguns resultados: 59 empresas graduadas e capacidade para 10 empresas incubadas (UFMG, 2018).

3.6 Marco Analítico da Pesquisa

A revisão da literatura orientou a definição do marco analítico desta pesquisa (Figura 1), que tem como unidade principal de análise o laboratório de pesquisa universitário (recursos humanos e equipamentos). O marco analítico é composto de três partes: laboratório de pesquisa universitário (fatores que influenciam a IUE); interação universidade-empresa (o processo da IUE); e resultados da IUE para o laboratório universitário e a empresa (patente, novo produto, empresa *spin-off* e *start-up*, artigo e outros resultados). Os elementos de cada parte do modelo estão conectados por setas, que representam as relações observadas qualitativamente nesta pesquisa, a interinfluência e a retroação em um modelo dinâmico das interações.

Figura 1 - Marco Analítico da Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

Na primeira parte do marco analítico, três fatores destacados pela literatura em IUE foram selecionados para explicar a relação entre a universidade e a empresa:

a) Recursos humanos para a pesquisa (KNORR-CETINA, 1981; STEPHAN, 2012; CUNNINGHAM *et al.*, 2014) – os resultados da pesquisa de Latour e Woolgar (1986) e De Negri, Cavalcante e Alves (2013) evidenciaram que a qualificação, ou titulação, dos pesquisadores, o número de pessoas envolvidas e a diversidade das formações – complementaridade de conhecimentos da equipe – dos pesquisadores afetaram de maneira positiva e significativa sua probabilidade de interagir com o setor produtivo. A capacitação de recursos humanos nas universidades e a transferência para o setor produtivo é relevante na construção de um sistema de inovação (SOUZA; MENDES, 2006)

b) Infraestrutura física de pesquisa – compõe-se de equipamentos, materiais de pesquisa e insumos para realização de experimentos (KNORR-CETINA, 1981). De acordo com Bonaccorsi e Piccaluga (1994) e De Negri e SquEFF (2016), a existência de equipamentos tecnológicos modernos e insumos de pesquisa permite aos pesquisadores analisar as proposições e hipóteses de pesquisa, oferece maior qualidade dos resultados da pesquisa e validação da teoria na prática e amplia a possibilidade de transferência dos conhecimentos via IUE.

c) Incentivos locais e nacionais à interação entre universidade e empresas. De acordo com Meyer-Krahmer e Schmoch (1998), a estrutura de incentivos à IUE de cada país, as características do sistema de pesquisa, a orientação de curto ou longo prazo do sistema financeiro e a estrutura industrial e tecnológica influenciam a IUE. A abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação apresenta que a estrutura de apoio à inovação é distinta, resultando em diferenças quanto ao papel dos sistemas educacionais, o papel do governo, a função das empresas, do acesso a recursos naturais e das políticas tecnológicas (NELSON, 1993; BITTENCOURT; CARIO, 2017). Neste sentido, os incentivos locais e nacionais que promovem a IUE geram, ainda, o aumento da qualificação dos recursos humanos do laboratório, do fluxo de treinamento e transferência de conhecimento. Também podem possibilitar a compra de equipamentos e insumos de pesquisa para os laboratórios, via incentivos do governo ou da indústria (CASSIOLATO *et al.*, 2011; RAPINI; OLIVEIRA; CALIARI, 2016).

A análise conjunta desses três fatores influenciadores da IUE permite uma investigação ampla e inclusiva quanto aos quesitos físicos, cuja escassez pode significar limitações à realização de experimentos e cuja desatualização tecnológica pode limitar a qualidade das análises na área de Biotecnologia, em especial em Saúde. Este marco analítico permite articular as características internas do laboratório de pesquisa com as características do ambiente externo, mas que

influenciam diretamente o trabalho do pesquisador no laboratório, como, leis, regulamentações e editais de fomento à ciência e à tecnologia.

A parte representada no centro do marco analítico (Figura 1) compreende o processo de interação universidade-empresa em si, que, de acordo com Bonaccorsi e Piccaluga (1994), Cohen, Nelson e Walsh (2002), Suzigan *et al.* (2009) e Albuquerque *et al.* (2015a), abrange características como: formas de relacionamento, canais de transferência do conhecimento (DUTRENIT; ARZA, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010), motivos e benefícios da interação.

A última parte, localizada à direita da Figura 1, contém os principais resultados da IUE apresentados na literatura (DUTRENIT; ARZA, 2010; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015a). Observam-se os elementos ligados à inovação imediata na empresa, como, patente transferida, novo produto, geração de empresa *spin-off* e *start-up* (BONACCORSI; PICCALUGA, 1994; SCHMOCH, 1999; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; SUZIGAN *et al.*, 2009; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015a). Pesquisas recentes têm investigado a IUE além do canal tradicionalmente citado sobre licenciamento de patentes (SCHMOCH, 1999; DECTER, 2009). Assim, o marco analítico da pesquisa contemplou também outros resultados da IUE, como a geração de *spin-off*, que é recorrente na área de Biotecnologia (COOKE, 2002). A literatura aponta que a maioria das *spin-off* acadêmicas na área de Ciências da Vida e Biotecnologia, são abertas para licenciar patentes das universidades (COOKE, 2002; SHANE, 2004). Caso a IUE gere uma patente, ela pode gerar, ainda, uma nova IUE em um diferente canal de transferência do conhecimento, como a *spin-off*.

Na parte inferior direita da Figura 1, observam-se dois elementos do marco analítico que são resultados da IUE importantes para os laboratórios universitários de pesquisa, como os artigos científicos publicados (KANNEBLEY JUNIOR; BORGES, 2016), e outros resultados que não geram inovação imediata, como a aprendizagem de novas técnicas, retroalimentando e fortalecendo a IUE (BONACCORSI; PICCALUGA, 1994) e a ampliação da rede de pesquisadores científicos e ou industriais (BURCHARTH, 2011). Como nem toda IUE tem como resultado o desenvolvimento de produtos inovadores, um dos diferenciais desta pesquisa é que ela analisa casos em que o resultado da interação foi inovador (patentes e produtos) e situações em que não houve resultado imediato ligado à inovação.

A Figura 1 permite visualizar o processo da IUE, considerando as “entradas” relevantes, a descrição dos principais canais de IUE e as quatro “saídas”, ou principais resultados da IUE

descritos pela literatura, como as patentes, a criação de empresas, e também resultados que, apesar de não gerarem inovação imediata, contribuem para a criação de capacidade e formação. Salienta-se que a revisão da literatura de IUE e dos Sistemas Nacionais de Inovação apresenta a relevância das relações de retroalimentação descritas entre os fatores selecionados e os resultados de IUE, enfatizando a interdependência e a não linearidade típica dos SNIs (EDQUIST, 2005).

A direção das setas apresenta as relações identificadas na literatura, por exemplo, em Bonaccorsi e Piccaluga (1994). Toda IUE deve gerar, além do produto ou serviço previsto, a retroalimentação do processo e a possibilidade de uma nova IUE, seja por diferentes canais ou objetivos. Conforme COOKE (2002), o resultado de uma IUE do tipo patente pode alavancar um novo resultado inovador do tipo geração de empresas *spin-offs* para licenciar as patentes para os próprios pesquisadores da universidade no caso de falta de interesse de outras empresas ou do elevado risco associado à implementação e ao acesso ao capital de risco privado ou público.

As características da IUE variam de acordo com a localização do país e as especificidades de seu Sistema Nacional de Inovação, característica do setor industrial e de seu histórico político, econômico e social, conforme observado por Schmoch (1999), Guimon (2013) e Albuquerque *et al.* (2015a). Por essa razão, este marco analítico foi utilizado em duas universidades localizadas em países distintos. Considera, além da particularidade do contexto nacional, a particularidade setorial, pois os laboratórios universitários de pesquisa investigados são do setor de Biotecnologia, reconhecido como importante fonte externa de inovação para as empresas (MCMILLAN; NARIN; DEEDS, 2000; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; COOKE, 2002).

Destaca-se que as dinâmicas deste marco analítico, nesta pesquisa, não pressupõem testes estatísticos nem a comparação entre laboratórios em diferentes países, pois, de acordo com a abordagem dos SNI, cada contexto tem as relações moldadas por componentes distintos (EDQUIST, 2005), os quais não permitem a comparação entre a IUE em um SNI maduro e a IUE em um SNI imaturo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

Existem diferentes canais de IUE, com distintos níveis de proximidade do relacionamento, duração e benefícios. A literatura de SNI apresenta que os canais, ou os arranjos institucionais entre os atores do SNI, são produtos de um processo evolucionário e do contexto, e não somente resultados de escolhas racionais. Portanto, recomendam-se diferentes canais de IUE para mediar o fluxo de conhecimento entre ciência e indústria (SCHILLER; LEE, 2015). Diversos são os fatores que podem determinar os diferentes canais de IUE, citando-se entre os institucionais a necessidade

de formalização de transferência de direitos de propriedade intelectual, a capacidade absorptiva dos pesquisadores e das empresas e o reconhecimento e os benefícios financeiros e entre os contextuais o estágio de desenvolvimento e a localização do país (SCHILLER; LEE, 2015).

Para orientar esta pesquisa, as seguintes proposições foram investigadas:

P1. Quanto maior a infraestrutura de pesquisa, maior a diversidade dos canais de IUE (*spin-offs*, *start ups*, patentes, transferências para empresas, publicações e outros).

P2. Quanto mais qualificada e diversificada a equipe, maior a diversidade dos canais de IUE.

P3. Quanto maiores os incentivos locais e institucionais à interação universidade-empresa, maior a diversidade dos canais de IUE.

Essas proposições refletem grandes lacunas de pesquisa da área em relação aos fatores que influenciam a diversidade de canais de IUE e assumem o pressuposto de que a diversidade de canais de interação é um fator relevante para a geração de benefícios a partir dessas interações. Essas proposições de viés quantitativo, elas apoiarão a construção das respostas aos objetivos específicos (a) e (b), quanto à caracterização e influência da infraestrutura de pesquisa do laboratório, da qualificação da equipe e dos incentivos locais na IUE nos contextos estudados. Observa-se que não foram elaboradas proposições envolvendo os resultados da IUE (objetivos específicos (c) e (d), dado o caráter exploratório dessa dimensão do marco analítico e a possibilidade de determinados canais de IUE também poderem ser resultados da IUE - por exemplo, patentes, publicações e *spin-off* (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015a).

No próximo capítulo, descreve-se a metodologia de pesquisa.

4 METODOLOGIA

Para responder à pergunta de pesquisa “Como a infraestrutura do laboratório de pesquisa universitário em Biotecnologia, a qualificação de sua equipe e os incentivos institucionais e locais à IUE influenciam a interação universidade-empresa nos contextos estadunidense e brasileiro?”, foram analisadas as IUEs de quatro laboratórios universitários de pesquisa, selecionados nas duas universidades pesquisadas.

Os dois estudos de casos contemplaram: nos Estados Unidos, a *UC Berkeley* e os laboratórios *Murthy Lab* e *Riley Lab*; e no Brasil, a *UFMG* e os laboratórios *Labbio* e *Labvir*.

Os quatro objetivos da pesquisa, seu marco analítico e as três proposições de pesquisa nortearam a análise dos casos: fatores que influenciam a IUE (infraestrutura de pesquisa, recursos humanos de pesquisa e incentivos locais à IUE); a IUE em si; e resultados da interação (*spin-off*, *start-up*, patente, produto inovador por transferência de patente, publicações e outros resultados não relativos a inovação imediata).

4.1 Descrição da metodologia de pesquisa

Este é um estudo de caso paralelo (Estados Unidos e Brasil) e de abordagem mista (questionários, entrevistas e pesquisa documental). O paralelismo entre os casos se justifica pelas discrepâncias e, portanto, não comparabilidade, entre os graus de maturidade desses dois SNIs. Segundo Creswell (2015) Finlaya e Kobayashi (2018), os casos paralelos e não comparados são indicados quando existem diferentes contextos locais de interesse a serem investigados e o tema é analisado a partir das particularidades de cada caso.

4.2 Seleção e descrição dos casos

As universidades *UC Berkeley* e *UFMG* foram selecionadas por conveniência, com a intenção de acessar laboratórios de universidades públicas proeminentes que se relacionassem com empresas privadas para inovação na área de biotecnologia. Foram adotados os seguintes critérios: as universidades deveriam possuir laboratórios de pesquisa com histórico de realização de interação com empresas privadas; os laboratórios de pesquisa deveriam atuar na área de

biotecnologia; os laboratórios deveriam possuir histórico de relação com empresas para a geração de novas tecnologias, produtos ou serviços inovadores; e o laboratório deveria contar com inventores que participaram de pesquisas que geraram depósito de patentes na área de Biotecnologia.

A escolha da UC Berkeley para a realização desta pesquisa, além de sua excelência em pesquisa em Biotecnologia, justifica-se pelo acesso facilitado da pesquisadora, no âmbito do Convênio 092; 2015, Global Innovation Programa, Processo DOU 23072.038559; 2015-59, entre ela e a UFMG. O acordo de cooperação em pesquisa e ensino permitiu à pesquisadora participar de intercâmbio internacional, em 2017 (janeiro-março), no *Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology*, como representante da Escola de Engenharia da UFMG. Além deste período de intercâmbio e de visita técnica, houve o estágio de doutoramento sanduíche no SCET–UC Berkeley, por 12 meses, via aprovação em processo seletivo de doutoramento sanduíche Edital CNPQ 2017.

A seleção da UC Berkeley também considerou a possibilidade de visitar pessoalmente os laboratórios. Os coordenadores dos laboratórios selecionados para esta pesquisa, depois de contatados, aceitaram participar voluntariamente.

Existem diversos laboratórios que pesquisam biotecnologias na UC Berkeley, sendo destes 23 de Bioengenharia, 99 de Biologia Celular e Molecular e 31 de Saúde Pública (sendo destes 11 de Epidemiologia, Doenças Infecciosas e Vacinologia). A escolha dos laboratórios Murthy Lab e Riley Lab seguiu os critérios de seleção da pesquisa e foi favorecida pelo acesso a estes espaços na universidade. Salienta-se que também houve recusa de participação de um laboratório, o *Herr Lab*, reconhecido em razão de inúmeros prêmios de inovação e empreendedorismo. Após cinco meses de tentativa de contato por email e telefone, a líder do laboratório declinou do convite para participar da pesquisa.

Destaca-se que o acesso aos líderes dos laboratórios foi realizado via rede de relacionamento entre pesquisadores de doutorado e pós-doutorado, presentes em reuniões do *Berkeley Postdoctoral Entrepreneur Program*. Em uma dessas reuniões, se efetivou o contato com uma pesquisadora de pós-doutorado do laboratório de Bioengenharia *Murthy Lab*, a qual proporcionou o acesso ao líder deste laboratório e ao líder do laboratório *Riley Lab*.

A escolha da UFMG para a realização desta pesquisa, além de sua excelência em pesquisa em Biotecnologia em Minas Gerais e no Brasil, ocorreu devido ao acesso facilitado aos seus

laboratórios e aos professores, dado que se trata da instituição à qual a pesquisadora está vinculada. O contato com os laboratórios incluiu a apresentação dos objetivos da pesquisa e a decorrente confirmação do interesse em participar pelos líderes dos laboratórios selecionados – Laboratório de Bioengenharia (Labbio) e Laboratório de Vírus (Labvir) – que são referência na UFMG por contarem com um elevado número de patentes e pela qualidade dos resultados de suas pesquisas de interesse industrial. Inicialmente esta pesquisa contava com outro laboratório da UFMG, o *Center for Gastrointestinal Biology*, que possui relacionamento com a empresa Nikon e é hoje o *Nikon Center of Excellence*. No entanto, na fase final de coleta de dados desta pesquisa, não houve disponibilidade de seu líder para continuar nesta pesquisa.

4.2.1 Caso Estadunidense: os laboratórios Murthy Lab e Riley Lab da UC Berkeley

4.2.1.1 Murthy Lab – UC Berkeley

O Departamento de Bioengenharia da UC Berkeley, fundado em 1998, foi concebido para apoiar e expandir o Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia da University of California San Francisco (UCSF), estabelecido em 1983 (MURTHYLAB, 2019). Os pontos fortes da pesquisa em Bioengenharia na UC Berkeley são: liderança internacional em duas áreas chave, Engenharia Celular para Saúde Humana e Engenharia BioAmbiental; e desenvolvimento de tecnologias para Medicina de Precisão. O departamento realiza pesquisas na área de Biologia Sintética, Biomateriais, Células-Tronco, Engenharia, Biologia Computacional, Imagem e Instrumentação. Mantém um relacionamento próximo com o setor privado em todo o mundo, por meio de parcerias acadêmicas e industriais e do lançamento de empresas *start-ups* com foco em problemas nas áreas de Saúde, Energia e Meio Ambiente (MURTHYLAB, 2019).

O laboratório Murthy foi fundado, em 2012, localizado no Departamento de Bioengenharia. Tem como foco o desenvolvimento de novas moléculas para imagens moleculares e a distribuição controlada de medicamentos (MURTHYLAB, 2019). É composto por uma equipe interdisciplinar de químicos, bioquímicos, biólogos e engenheiros biomédicos. Seus projetos são altamente colaborativos e, geralmente, envolvem parcerias com cientistas, médicos ou biomédicos de outros departamentos e universidades. Um de seus principais focos é a aplicação de química orgânica para resolver problemas biomédicos. Conforme seu website, compõe-se de 10

pesquisadores, dos quais 8 são pós-doutorandos e foram publicados 60 artigos científicos pelos pesquisadores do laboratório entre 2012 e 2020 (MURTHYLAB, 2020).

4.2.1.2 Riley Lab - UC Berkeley

O *Riley Lab*, fundado em 1996, conta com uma equipe de pesquisa multidisciplinar, e é localizado no Departamento de Saúde Pública da universidade (RILEYLAB, 2019). O foco de seu trabalho é traduzir a biologia básica e a pesquisa da patogênese da bancada do laboratório para soluções que tenham impacto na saúde de populações vulneráveis nos EUA e em outros países. Um de seus importantes eixos de pesquisa é o agente causador da tuberculose, *Mycobacterium tuberculosis*, que infecta cerca de um terço da população mundial (RILEYLAB, 2019). A pesquisa da patogênese que realiza se concentra em delinear o mecanismo de latência e a reativação da latência. Atualmente, o laboratório *Riley Lab* estuda a família de *operons* chamada *mce* (*mce1-4*). O fenótipo de mutantes interrompidos no *Operon* é estudado em modelos de ratos. A pesquisa básica da patogênese levou a várias atividades de pesquisa translacional e ao desenvolvimento de uma nova vacina terapêutica e adjunta. Novos testes, diagnósticos e prognósticos, estão sendo desenvolvidos, com base em biomarcadores.

Outro enfoque da pesquisa do *Riley Lab* é a resistência a medicamentos em patógenos bacterianos gram-negativos, que são uma ameaça emergente à saúde pública global. O trabalho concentra-se em caracterizar a genética de resistência a medicamentos em patógenos. De acordo com o *website* do laboratório, a equipe compõe-se de 12 pesquisadores, entre mestres, doutores, pós-doutores e estudantes de graduação, e foram publicados 154 artigos pelos pesquisadores do laboratório entre 2002 a 2018 (RILEYLAB, 2020).

4.2.2 Caso Brasileiro: os laboratórios Labbio e Labvir da UFMG

4.2.2.1 Labbio – UFMG

O Laboratório de Bioengenharia da UFMG (Labbio), fundado em 1999, localiza-se no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da UFMG, está ligado ao Centro de Tecnologia Biomédica e registrado no DGP do CNPq. Os projetos de pesquisa que desenvolve são coordenados e executados por uma equipe de pesquisa multidisciplinar, que engloba pesquisadores da área Biológica (Veterinária, Medicina, Odontologia, Fisioterapia, Educação

Física, Terapia Ocupacional e Biologia) e da área de Engenharia (Mecânica, Química, Elétrica e de Controle e Automação) (LABBIO, 2019). Estes projetos de pesquisa caracterizam-se como trabalhos nas áreas de Engenharia Cardiovascular, Engenharia de Reabilitação e Desenvolvimento de Instrumentos e Dispositivos para Diagnóstico e Terapia. O Labbio dedica-se às áreas de pesquisa em Engenharia Cardiovascular, Biofotônica, Tecnologia Assistiva, Biomimética, Medicina Regenerativa e Biomecânica. Está ligado a dois grupos de pesquisas da UFMG: o Centro de Tecnologia Biomédica e o Laboratório de Pesquisa Aplicada a Neurovisão (LAPAN).

Os pesquisadores do Labbio são inventores de 51 pedidos de patentes da UFMG, sendo 46 nacionais e depositadas no INPI e 5 internacionais depositadas nos EUA, Japão e Europa. Destas 46 patentes nacionais, somente 10 foram concedidas até o momento e todos os 5 pedidos de patentes internacionais foram abandonados pela UFMG em 2010 e 2014, respectivamente.

De acordo com o *website* do laboratório, existem na equipe 32 pesquisadores, foram desenvolvidos 26 produtos entre 1999 a 2009 e publicados 100 artigos científicos (LABBIO, 2019). Como resultado de suas pesquisas, aponta-se a criação de três *spin-off*: Aptivalux (2005), Fanfarra Estúdio (2008) e 3D *Foot* (2009) (NATAL JORGE *et al.*, 2012). Pesquisa prévia realizada no Labbio descreveu os casos de três das principais interações universidade-empresa realizadas pelo laboratório com as empresas Aptivalux, Crômica e o projeto Bom Começo e apresentou como resultados que sua atual estratégia de inovação se concentra na proteção intelectual. No entanto, os pesquisadores entendem que o laboratório pode atender às demandas de empresas e instituições filantrópicas, como, hospitais e escolas públicas, e que é necessário identificar as oportunidades de mercado para realizar parcerias (LIBOREIRO; ULIANA; HUEBNER, 2018).

4.2.2.2 *Labvir UFMG*

O Laboratório de Vírus da UFMG, Labvir, fundado em 1962, é um dos maiores e mais tradicionais da virologia na América Latina. Está localizado no Departamento de Microbiologia da UFMG, que possui 14 laboratórios de pesquisa com linhas de pesquisa nas áreas de Bacteriologia, Virologia e Microbiologia, nas quais são desenvolvidos inúmeros projetos de pesquisa que atuam com pesquisa básica, pesquisa aplicada e pesquisa translacional (ICB, 2019a).

As interações entre vírus e hospedeiros são estudadas contemplando aspectos moleculares, imunológicos, ecológicos e epidemiológicos. Segundo informações no website da UFMG, desde a sua fundação o Labvir contribuiu para centenas de pós-doutores, doutores e mestres formados,

centenas de artigos científicos publicados, várias patentes foram depositadas e vários prêmios nacionais e internacionais foram recebidos. O Labvir possui moderna infraestrutura para o estudo de virologia, permitindo a descoberta e a caracterização de agentes virais de impacto nas áreas Humanas, Veterinária e Ambiental (ICB, 2019b, *online*).

Conforme o DGP do CNPq, o Labvir possuía em 2018: 12 pesquisadores doutores e pós-doutores, 10 estudantes de doutorado, 1 estudante de mestrado e 4 estudantes de graduação. Também, possui relacionamento com uma empresa, a Viriontech do Brasil indústria de insumos e serviços em Biotecnologia (CNPQ, 2020). Seus pesquisadores são inventores ou coautores de 53 pedidos de patentes da UFMG depositadas até o momento, sendo 27 nacionais (INPI) e 26 pedidos internacionais. Ao se considerar o nome do autor informado no DGP CNPQ como coordenador do laboratório em 2018, verificou-se que o Labvir contabiliza 250 artigos publicados, com base na busca no website Scopus. No entanto, não foi localizado no website do DGP e no website do laboratório o número total de artigos do Labvir e o nome de todos os pesquisadores que passaram pelo laboratório desde sua fundação em 1962.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados contemplou dados primários, obtidos por meio de questionários e entrevistas individuais, e dados secundários, coletados por meio do levantamento de patentes do laboratório, e do número e qualificação dos pesquisadores, em consulta aos websites do CNPq, INPI, *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), NSF, NIH, UFMG e UC Berkeley. Os instrumentos de coleta de dados primários da pesquisa compreendem dois questionários padronizados, BR *Survey* (Anexos A e C) e IPEA-Infra (Anexos B e D), além do roteiro de entrevista (Apêndice A).

O questionário de avaliação da IUE, BR *Survey*, inclui questões sobre os temas “Canais de IUE”, “Benefícios da interação” e “Características da equipe”, dentre outras (ARZA *et al.*, 2015) e foi utilizado em pesquisas anteriores em 12 países do hemisfério Sul, no âmbito do projeto RoKS, em que foram investigados as IUE e o papel das universidades na inovação. Esta pesquisa foi financiada pelo IDRC – Canadá (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). O projeto de pesquisa RoKS utilizou dois modelos de questionário para avaliar a IUE, um com questões para empresas e outro com questões para pesquisadores de laboratórios universitários. O questionário foi intitulado “BR

Survey” durante sua aplicação no Brasil, que foi preparado para o projeto The RoKS, e utilizado em 2008-2009 na América Latina (Brasil, México, Argentina e Costa Rica) além de outros países na Ásia e na África. Salienta-se que a construção do BR Survey foi inspirada no questionário da pesquisa Yale e Carnegie Mellon Survey (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002), que são referências na pesquisa de IUE. A versão em inglês do questionário do BR Survey (Anexo C), aplicada na África do Sul e outros países, foi utilizada nesta pesquisa para os laboratórios da UC Berkeley.

No Brasil, o questionário BR *Survey* foi validado com mais de 2.000 grupos de pesquisa em instituições públicas e mais de 1.800 empresas. Segundo Teixeira *et al.* (2018), a análise dos dados da BR *Survey* apresentam que os fluxos de interação estabelecidos entre universidades e institutos de pesquisa com empresas impactam as estratégias de inovação das empresas. Este questionário, que possibilita a descrição da IUE, possui 22 questões sobre os seguintes temas: “Dados do laboratório” (5 questões), “Interação com empresa” (9 questões) e “Dados do grupo de pesquisa” (8 questões) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

O questionário Ipea-Infra foi elaborado no Brasil pelo IPEA, no âmbito de um projeto de pesquisa solicitado pelo MCTI, em parceria com o CNPq, para o levantamento do número e características da infraestrutura de pesquisa brasileira (DE NEGRI; SQUEFF, 2016). Essa iniciativa ocorreu em 2013, mediante a aplicação do questionário Ipea-Infra em mais de 2.000 laboratórios de pesquisa. Para os propósitos desta pesquisa, aplicou-se a maioria de suas questões, sendo excluídas aquelas já contempladas no questionário BR Survey, como, a caracterização do laboratório e o tamanho de equipe. Foram selecionadas as questões de acordo com o objetivo desta pesquisa e seu marco analítico. O item informação de acreditação por órgãos de controle brasileiros e internacionais foi excluído por não ser foco deste estudo. Portanto, foram aplicadas as 20 questões do questionário IPEA-Infra sobre os temas: “Descrição da infraestrutura do laboratório” (3 questões), “Descrição da cooperação” (2 questões), “Situação atual e capacidade do laboratório” (3 questões), “Modernização e reparo dos equipamentos” (2 questões), “Serviços e utilização dos equipamentos por usuários externos” (2 questões), “Valores, custos e receitas” (7 questões) e “Equipamentos relevantes de custo superior a R\$100 mil” (1 questão) (Anexo B).

As questões que contemplaram a avaliação dos recursos financeiros mensurados (Ipea-Infra) para os itens custos, receitas e valor de equipamentos, no questionário original, estavam originalmente em moeda brasileira (real ou R\$). Para a versão em inglês, os valores foram

convertidos para o valor equivalente em moeda americana (dólar ou US\$). Para a definição da faixa de valores a utilizar em dólares, foram consideradas as escalas de pesquisas realizadas nos EUA, como a SSERF, para seguir a lógica observada nas pesquisas nacionais americanas sobre despesas de P&D em instituições de ensino superior.

A pesquisa realizada pelo NSF nos EUA mostrou que equipamentos de grande porte de laboratórios de pesquisa, como aceleradores de partículas Cyclotrons, custam de US\$14 a US\$17 milhões. A realizada em 2015 pelo NIH apontou que laboratórios de uso compartilhado em centros de pesquisa universitários gastam coletivamente entre US\$40 a US\$45 milhões por ano. Pesquisa realizada pelo governo americano – *Higher Education R&D Expenditures* – detalhou gastos com equipamentos de pesquisa em torno de US\$ 2 bilhões em 2017, sendo que na área de Bioengenharia o gasto com equipamento foi de US\$ 54 milhões e nas áreas de Biologia e Biomedicina, US\$ 381 milhões. Ou seja, dependendo da área, o gasto com equipamentos pode variar até 700%. Nesta pesquisa, como são contemplados laboratórios da área de Biotecnologia, considerou-se uma escala de US\$100 mil a US\$15 milhões para as questões de múltipla escolha referentes a recursos.

Como não existia versão prévia em inglês do questionário Ipea-Infra, optou-se nesta pesquisa por traduzi-lo (Anexo D), seguindo as orientações de Brislin (1970). A tradução inicial do questionário IPEA-Infra do português para o inglês foi feita primeiramente pela pesquisadora, que é bilíngue. Em seguida, a tradução reversa para o português (*back-translation*) foi realizada por um tradutor independente bilíngue, visando comparar a tradução com o instrumento original. A etapa de revisão pelo comitê visou produzir uma versão final do questionário, comparando os resultados entre si. O comitê foi formado por dois profissionais das áreas de Inovação e Tecnologia, pesquisadores da UC Berkeley. Durante todo o processo de tradução, foram observados os seguintes aspectos: equivalência semântica, equivalência idiomática (certas expressões), equivalência experimental ou cultural, por meio da análise da compreensão e adequação dos itens, e equivalência conceitual. Salienta-se que, para manter a fidedignidade na língua inglesa, foi fundamental realizar a validação semântica com dois nativos da língua inglesa, pesquisadores da UC Berkeley (comitê), e a tradução reversa com um falante das duas línguas (inglês e português). A confirmação da validação semântica deu-se na primeira aplicação do questionário ao líder de um dos laboratórios. Em suma, a tradução do questionário IPEA-Infra para a língua inglesa seguiu os procedimentos de tradução reversa e validação semântica.

A etapa de coleta de dados qualitativos (entrevista) obedeceu ao instrumento do roteiro de entrevista semiestruturado (Apêndices A e B), o qual buscou facilitar a descrição do processo de IUE a partir da perspectiva dos pesquisadores. Foram investigados os seguintes temas: “Canais de IUE”, “Incentivos à IUE”, “Características do laboratório e da equipe”, “Resultados da IUE” e “Facilitadores, benefícios e barreiras à IUE”.

O Quadro 5 descreve os instrumentos de coleta de dados desta pesquisa.

Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados, métodos e técnicas da pesquisa

Investigação	Método	Técnicas de coleta	Dados
Interação Universidade- Empresas	Quantitativo	Survey – Questionário BR Survey (Anexo A)	Tipos de relacionamento entre o laboratório de pesquisa e empresa (descrição dos <i>inputs e outputs</i> da IUE). Benefícios da IUE. Obstáculos à IUE. Canais de comunicação. Origens dos fundos para a interação. Duração dos projetos de interação. Número de patentes, Número de <i>Spin-offs</i> .
Infraestrutura do laboratório	Quantitativo	Survey – Questionário Ipea-Infra (Anexo B)	Infraestrutura do laboratório, recursos humanos, manutenção e práticas de utilização de equipamentos laboratoriais.
Processo de interação laboratório de pesquisa e empresa.	Qualitativo e quantitativo	Pesquisa documental, busca de patentes nos sites (INPI). USPTO, website das universidades e dos laboratórios)	Patentes registradas no INPI ou USPTO, Patentes transferidas para empresa. Levantamento dos incentivos à IUE oficiais descritos em websites das universidades e legislação. Pesquisa de artigos científicos que retratam a IUE realizada pelos laboratórios universitários de pesquisa investigados.
Processo de interação laboratório de pesquisa e empresa.	Qualitativo.	Entrevista semiestruturada (Apêndices A e B).	Narrativas obtidas nas entrevistas sobre o processo IUE dos laboratórios. Levantamento dos incentivos à IUE

Fonte: Elaborado pela autora.

4.4 Procedimentos de coleta de dados

A pesquisa documental foi, em grande parte, realizada antes das visitas aos laboratórios e consistiu na descrição da universidade, dos laboratórios e dos resultados de patentes pelo nome do coordenador do laboratório. Outros dados secundários foram coletados após as entrevistas, nos *websites* da universidade, visando complementar e confirmar dados como número de alunos e pesquisadores por área no laboratório, número de professores etc.

Os dados primários foram coletados nas duas universidades, por meio de reuniões presenciais pré-agendadas, via *e-mail* ou telefone, com os coordenadores dos laboratórios e os pesquisadores entrevistados. Para a coleta de dados quantitativos via questionários, obedeceu-se à recomendação de aplicação do questionário BR Survey (SUZIGAN *et al.*, 2009) de retratar os últimos três anos de IUE. Portanto, esta pesquisa considerou o período de 2016 a 2018. Já para o questionário IPEA-Infra (DE NEGRI; SQUEFF, 2016), seguiu-se a recomendação do questionário de coletar dados somente do último ano anterior à data da coleta. Portanto, os dados do IPEA-Infra referem-se a 2018.

As entrevistas foram realizadas pessoalmente, nos laboratórios visitados (Riley lab, Labbio e Labvir) e no gabinete do coordenador do laboratório Murthy. O período da coleta de dados na UC Berkeley foi de março a maio de 2019 (durante parte do doutoramento sanduíche da pesquisadora) e, nos laboratórios da UFMG (Labbio e Labvir), de julho a agosto de 2019.

Os dados quantitativos dos questionários Ipea-Infra e BR-Survey foram coletados na primeira visita. Todos os questionários foram preenchidos pelo coordenador do laboratório conforme orientação metodológica das aplicações anteriores (DE NEGRI; SQUEFF, 2016; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). As entrevistas individuais foram realizadas logo após o preenchimento dos questionários e, em alguns casos, em visitas posteriores ao laboratório. A primeira entrevista de cada laboratório foi realizada com o líder do laboratório, que confirmou a possibilidade de realização da entrevista com outros pesquisadores de sua equipe com experiência em interação com empresas para a inovação. A exceção foi o laboratório Murthy, cujo contato inicial foi com o pesquisador de pós-doutorado que intermediou o acesso ao coordenador. As entrevistas tiveram duração média de 60 minutos.

4.5 Procedimentos de análise de dados

Os resultados dos questionários e pesquisa documental foram analisados em cada contexto nacional e descreveu-se a infraestrutura dos laboratórios, bem como os recursos humanos e os incentivos locais à IUE. As entrevistas foram registradas por meio de gravações de áudio e transcritas para posterior análise dos dados. Elas forneceram narrativas do processo da IUE, com base na história da interação de cada laboratório e empresa. A escolha metodológica da análise dos

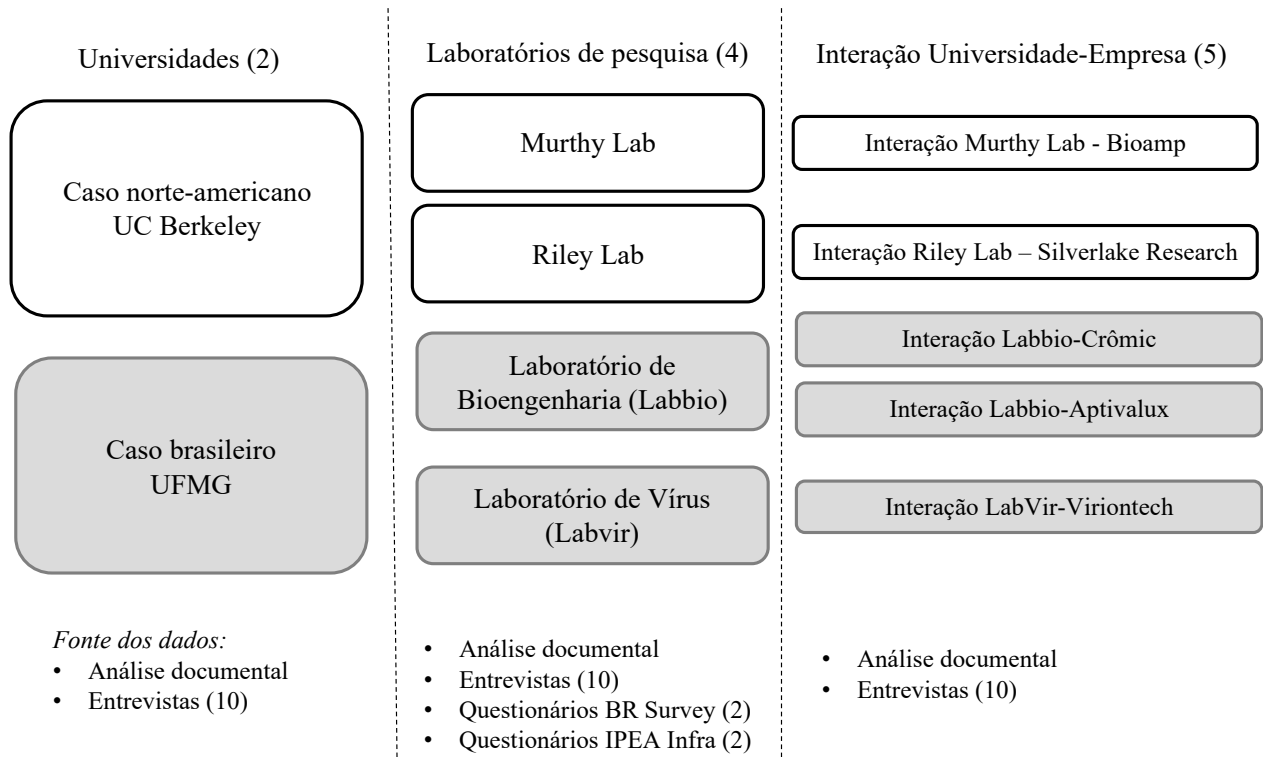
dados das entrevistas por narrativa teve a vantagem de apresentar o processo e a complexidade das IUEs e a diversidade que os dados quantitativos não mostraram.

Os entrevistados foram anonimizados, conforme orientação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice C). Adotou-se a nomeação E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 e E10 para os indivíduos. A sua função no laboratório, tempo de pesquisa ou experiência, também não são relatados, dado que as informações no *website* dos laboratórios tornariam possível a identificação.

Procedeu-se à triangulação dos dados (YIN, 2010) coletados pelos dois questionários, pelas entrevistas e por pesquisa documental para a caracterização de cada laboratório e do processo de IUE investigado. Os questionários remetem a um período de tempo determinado (BR Survey, três anos anteriores; Ipea-Infra, um ano anterior à data da coleta), o que não é o caso de cada IUE específica, que é variável. Os questionários aplicados nesta pesquisa forneceram uma rica gama de informações para caracterizar cada um dos laboratórios e suas IUEs e infraestrutura de pesquisa. Destaca-se que os resultados obtidos pelos questionários BR Survey e Ipea-Infra nos laboratórios do Brasil (UFMG) não permitiram a comparação com dados anteriores do Brasil, pois os dados do BR Survey já contam com mais de dez anos. O questionário Ipea-Infra, aplicado no Brasil em 2013, não permitiu o acesso à base de microdados identificados e setorizados do Ipea. Assim, não foi possível excluir das médias as universidades privadas ou empresas com desempenho e gestão do trabalho diferenciados daqueles das universidades públicas no Brasil (BOSI, 2007).

Para a construção das narrativas, foram selecionadas as perguntas número 5, 6, 8, 9, 11 e 12 do roteiro de entrevista (Apêndices A e B). Para investigar os objetivos específicos da pesquisa, foi necessário identificar o nome dos laboratórios e das empresas da IUE, conforme autorização aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Apêndice D) e assinada pelos coordenadores dos laboratórios. As perguntas 1, 2, 3, 4, 7, 10 e 13 foram utilizadas para descrever os laboratórios e as IUEs.

Os resultados são apresentados de acordo com o marco analítico da pesquisa, conforme a estrutura de apresentação dos casos (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura de apresentação de resultados da pesquisa

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados da pesquisa foram organizados em dois capítulos: o quinto, do caso estadunidense; e o sexto, do caso brasileiro. A apresentação dos resultados de cada país foi dividida em quatro partes: 1) Caracterização dos casos por laboratório: caracterização das IUEs selecionadas por laboratório, descrição dos resultados por narrativas dos eventos ocorridos durante a IUE; análise geral das IUEs de cada laboratório e, a comparação das diferenças entre as IUEs dentro do mesmo laboratório, quando existente mais de uma IUE por laboratório; 2) Apresentação da Análise Transversal, considerando os resultados por país; 3) Análise das proposições de pesquisa pela comparação dos dois laboratórios dentro mesma universidade e país; e 4) Discussão do Caso Nacional.

5 RESULTADOS DO CASO ESTADUNIDENSE: A UC BERKELEY

Neste capítulo, apresentam-se os resultados das IUEs dos laboratórios Murthy e Riley da UC Berkeley. O Quadro 6 mostra as características de cada laboratório da UC Berkeley, no que diz respeito à infraestrutura física e de recursos humanos e aos principais canais de IUE.

Quadro 6 - Infraestrutura, Recursos Humanos e Canais de IUE - Laboratórios UC Berkeley

	Murthy Lab	Riley Lab
1. Área de pesquisa (m ²)	149m ²	214m ²
2. Recursos humanos total	12 (100%)	15 (100%)
Graduandos	1 (8%)	2 (13%)
Mestrandos	1 (8%)	4 (27%)
Doutorandos	1 (8%)	5 (33%)
Pós-doutorandos	8 (68%)	3 (20%)
Pós-doutores	1 (8%)	1 (7%)
2. Recursos humanos Formação dos Pesquisadores	Bioengenharia, Bioquímica, Farmácia, Engenharia Química, Química, Biologia.	Medicina, Biquímica, Biologia, Saúde Pública, Engenharia de Biosistemas, Farmácia, Química.
3. Valor dos equipamentos (2018)	De R\$ 2 milhões a R\$ 4 milhões	De R\$ 20 milhões a R\$ 28 milhões
4. Valor da receita de 2018	US\$ 700.000,00	US\$ 3.550.000,00
5. Canais de interação universidade empresa (IUE)	1. Congressos 2. <i>Spin-off</i> 3. Publicações	1. Congressos 2. Contrato de pesquisa 3. Incubadora de empresa 4. Publicações 5. Patente 6. Licenciamento de tecnologia 7. Parque Tecnológico 8. Projeto de P&D cooperativo 9. Treinamento 10. Troca informal de informações 11. Consultoria

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa (BR Survey e Ipea-Infra, 2019).

A seguir as empresas que interagiram com os laboratórios investigados na UC Berkeley.

Quadro 7- Características das empresas que interagiram com os laboratórios da UC Berkeley

País	Laboratório	Empresa	Criação	Ramo de atividade	Descrição da atuação	Porte
Estados Unidos	Murthy lab	BioAmp Diagnostics	2018	Diagnóstico para a saúde	Produz kits de diagnósticos rápidos. <i>Spin-off</i> do laboratório	Micro
	Riley lab	Silverlake Research	N.I.	Diagnóstico para a saúde	Produz kits de diagnóstico de doenças.	N.I.

Notas: Classificação de porte com base no IBGE, número de funcionários; N.I. = Não Informado.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados dos websites das empresas¹³¹⁴.

¹³ <https://bioampdx.com/>

¹⁴ <https://www.silverlakeresearch.com/>

A seguir apresentam-se as narrativas dos entrevistados, nomeados E6 e E7 (Murthy lab) e E8, E9 e E10 (Riley lab).

5.1 Caso UC Berkeley – Laboratório Murthy

As atividades do Laboratório Murthy podem ser divididas em duas áreas: imagem molecular, que busca desenvolver agentes de contraste que possam visualizar doenças infecciosas e estresse oxidativo; e entrega de medicamentos, que envolve novos métodos para fornecer proteínas, ácidos nucleicos e pequenas moléculas às células para o tratamento de doenças. Pela característica das atividades de pesquisa deste laboratório, segundo o coordenador, diversas empresas da área Biomédica possuem interesse nos seus resultados e novas descobertas.

A próxima seção caracteriza o laboratório Murthy Lab, de acordo com os fatores que influenciam a IUE. Em seguida, são apresentados os canais de interação, os resultados, benefícios e dificuldades da IUE; bem como o detalhamento da IUE do Murthy Lab com a empresa Bioamp Diagnostics para licenciamento de patente. Ao final, realiza-se uma análise geral deste caso de IUE à luz da teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação.

5.1.2 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE

Apurou-se nas entrevistas que o diferencial do laboratório Murthy está principalmente nas pessoas que realizam a pesquisa, e não nos equipamentos. A capacidade técnica das pessoas e a competência para manusear os equipamentos é que fazem a pesquisa na universidade ser considerada especial (E6). De acordo com o coordenador, os recursos humanos disponíveis no Laboratório Murthy em 2018 foram considerados adequados quanto à formação acadêmica, sendo em sua maioria pesquisadores com doutorado: 68% pós-doutores, sendo a equipe composta por 12 pesquisadores e nenhum profissional de apoio técnico. A formação da equipe do laboratório é diversificada, incluindo Biotecnologia, Bioengenharia, Bioquímica, Farmácia, Medicina e Biologia.

Além da heterogeneidade da equipe, os projetos de pesquisa são altamente colaborativos e envolvem pesquisadores de outros departamentos ou universidades, segundo os entrevistados. E6

afirmou que o laboratório recebe profissionais qualificados em diferentes áreas do conhecimento, como, Biologia e Química, o que se dá de acordo com o problema que a pesquisa tenta resolver.

O laboratório Murthy ocupa uma área de 149m². Segundo seu coordenador, a capacidade técnica atual é avançada e compatível com a das melhores infraestruturas do gênero do mundo em relação à fronteira tecnológica de sua área de atuação. O entrevistado E7 declarou que a infraestrutura de pesquisa da universidade vai além do laboratório de pesquisa, abrangendo uma rede de contatos e departamentos que podem ser acessados. O valor total das receitas do laboratório em 2018 foi de US\$ 700 mil proveniente dos órgãos do governo estadunidense de incentivo à pesquisa (NSF e NIH). O valor total dos custos operacionais em 2018 ficou entre US\$750 mil e US\$1 milhão. Os itens de despesa considerados muito altos foram pessoal (salários, bolsas, etc.) e insumos para pesquisa.

Os equipamentos que o laboratório possui são considerados básicos para qualquer laboratório de pesquisa nesta área, como por exemplo o Espectrofotômetro, a ressonância magnética nuclear e o sequenciador de células. As condições atuais de operação do laboratório são consideradas muito boas com relação aos seguintes itens: instalações físicas, equipamentos, manutenção e insumos de pesquisa. Foi informado que não houve modernização do laboratório Murthy após sua abertura (2012) e que a próxima renovação dos equipamentos ocorrerá entre 1 e 5 anos.

Segundo o coordenador do laboratório Murthy, as principais atividades do laboratório são aquelas orientadas para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias, as quais são contínuas. Já as atividades de ensino, prestação de serviços e extensão são esporádicas. Portanto, o foco das atividades deste laboratório é a pesquisa. As atividades realizadas em cooperação com outras instituições de pesquisa dos EUA e por agências de fomento estadunidenses são consideradas de alta importância. Já a cooperação com outras instituições de pesquisa e com empresas estrangeiras e nacionais foi considerada de baixa importância no que se refere a 2018.

Em 2018, o Laboratório Murthy não prestou nenhum serviço técnico-científico, como acesso a banco de células, análise de materiais, calibração, certificação, ensaios e testes para empresas e governo, dentre outros. Além disso, o laboratório não foi utilizado por usuários externos, o que, segundo o coordenador, não é comum.

Os incentivos locais e nacionais à IUE informados pelos entrevistados compreendem a imagem positiva da universidade, expertise em pesquisas em Biotecnologia, ambiente

empreendedor do laboratório, departamentos e órgãos ligados ao empreendedorismo e à inovação da universidade (por exemplo, IPIRA, CITRIS e aceleradora de empresas QB3) e acesso a recursos financeiros privados de capital de risco ou *Venture Capitalists* (VC).

E6 salientou que é importante perceber o potencial e a orientação da indústria e setores locais em que a universidade está inserida, bem como as oportunidades de negócios ou de desenvolvimento econômico:

I've been at UC Berkeley for about seven and a half years. I've generated focuses on gene editing and Berkeley Bio is one of the best places in the world. You have to build off the strengths that you have. I don't know what areas of science Brazil is good at. Otherwise you won't be competitive, you will be killed by the competitors. You can't just go in any random area. You have to identify a few key things where you're really good at (E6).

A infraestrutura do Campus é relatada como um incentivo à IUE e possibilita acessar, em diferentes áreas, quem toma as decisões que impactam as pesquisas do laboratório. Os relacionamentos são complexos e os sub-comitês de pesquisas permitem o contato com diferentes professores e departamentos dentro e fora da Bioengenharia.

There are a lot of things that have to be running optimally for a lab to make progress and be productive. There's infrastructure of the campus. Where do you fit in this grand scheme of the ecosystem and so we have our researchers and all these unique departments that are run by different heads. There are different Professors running these different departments. They try to come together and have sub-committees like the college of engineering. The bioengineering department is part of the college of engineering but there's so many different other departments. You have people that are trying to interact. It's very complicated. If you mapped out a network of all the important people who make decisions that impact researchers, it's quite a lot. (E7).

Segundo E6, existem empresas *spin-off* geradas de resultados de pesquisa do laboratório e há o apoio para que os pesquisadores de pós-doutorado ou de pós-graduação abram empresas.

E7 explicou que um dos incentivos locais à IUE é estar dentro do Laboratório Murthy e ter como orientador de pesquisa o coordenador do laboratório, que teve empresas geradas de pesquisa universitária e compartilha suas experiências com os alunos.

O Departamento de Bioengenharia da UC Berkeley atrai pesquisadores de outras regiões, interessados em desenvolver pesquisas com aplicação industrial, como aponta E7.

This is a process unique to the Bioengineering Department. There are multiple companies that have spun off from Technologies, part of the entrepreneurship ecosystem at UC Berkeley. I moved to Cal [UC Berkeley], because I was very interested in understanding how you start to translate Science (E7).

Outro incentivo informado pelos entrevistados é a infraestrutura de suporte à pesquisa e interação com empresas. O escritório de transferência de tecnologia da universidade, *Technology Transfer Office*, IPIRA, regulariza a proteção intelectual da universidade e fortalece a geração de *spin-offs* por pesquisadores. Conforme E7, o primeiro passo para tornar o resultado de pesquisa uma empresa de biotecnologia *spin-off*, é formalizar o pedido de patente perante o IPIRA:

The first part of the infrastructure that's there on the Cal campus is very unique and I think that I am starting to recognize that what makes these powerhouses, the powerhouses that they are – MIT, the Stanford campus, the Caltechs, all the places that have infrastructure - is that they all have intellectual property offices. That's probably the very first piece of the infrastructure puzzle that needs to be in place. It's not that other technology is not being developed in other places like small universities, but they don't have that very first thing that you have in place – the intellectual property offices. Has to be tied up. Here it is still working, still being developed (E7).

E7 reforçou que a UC Berkeley possui um grande ecossistema, composto por diversos departamentos e instituições, como o QB3 e a CITRIS, que realizam programas de incubação e aceleração tecnológicas de empresas desenvolvidas por alunos e professores (*start-ups* e *spin-offs*). Para ela, as *start-ups* aprendem rápido sobre os recursos disponíveis no campus em uma rede de relacionamento:

The big ecosystem of the campus and the departments[...] Because there is a network of so many founders that come out of Berkeley, they try to partner you, not necessary with the Foundry but the mentors. It is important to have a mentor (E7).

E6 opinou que o diferencial que permite interagir com um maior número de empresas é estar em uma região específica, a *Bay Area*, ou Baía de São Francisco, onde está concentrado o maior polo de investidores em Biotecnologia do mundo:

I mean honestly that it's the Bay area in general. So, you have to realize that, I think, like 50 percent of all the biotech investment in the world happens in San Francisco. We benefit from that enormously. It is not UC Berkeley it's not the United States, it's been specifically these areas, in the Bay area (E6).

A particularidade de os investidores da *Bay Area* correrem risco em investir em *start-ups* e disponibilizar seus recursos financeiros para empreender em pesquisas em Biotecnologia de universidades contribui para que a pesquisa possa ser comercializada.

What's amazing about the Bay Area's one there's lots of rich people. And it's not just that they're rich people. But they are different. They made their money but by being entrepreneurs so they're willing to take risks. Because it begins thing you have to realize is that if you just want to make money investing in *start-ups* is a very stupid thing to do,

you should just invest all your money in real estate. People who want to invest in start-ups. That's culture...you really have to want to do something bigger than money. (E6).

Além dos incentivos dos investidores privados, ou *venture capitalists*, os incentivos financeiros de bolsas de pesquisas do governo são relevantes, de acordo com E7, para realizar pesquisas que podem no futuro se tornar inovação.

5.1.3 IUE do Laboratório Murthy: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades

O Laboratório Murthy possui interação com empresas em grande parte pelo direcionamento existente para pesquisas com aplicação industrial, como informado pelos entrevistados. Seu coordenador identificou três tipos de interação com empresas entre 2016 e 2018: a transferência de tecnologia (licenciamento), os projetos de P&D em colaboração com empresa com resultados de uso imediato e o financiamento, sendo este último o mais importante.

E7 explicou que o pesquisador para interagir com empresas ou setor industrial, precisa fazer perguntas de pesquisa relativas às necessidades que ainda não foram atendidas pelas tecnologias atuais e que levem a resultados práticos de relevância para uma determinada população.

If you go into the applied side, you are thinking about what the unmet need is and how am I going to develop something that will be able to meet that need? The very dynamic system that I am going to create. For example, in diagnostics, you think about diagnostics that impacts patients and physicians. There is the clinical lab, the actual manufacturing site. There's so many people that go into it that you have to think about different things like the technology I am going to scale, is it actually going to be mass produced? (E7).

E6 informou que o Laboratório Murthy possui maior experiência no relacionamento com empresas do tipo *start-ups* e *spin-offs* e que o grande desafio da interação com o setor produtivo é conseguir dinheiro para pesquisa universitária. A aproximação com empresas ocorre por iniciativa destas, dos alunos que criam suas empresas *spin-off* e dos alunos ou ex-alunos que trabalham em empresas. Os canais de troca de informação e conhecimento via IUE considerados importantes pelo coordenador entre 2016 e 2018 foram: Publicações (os mais importantes), Congressos e seminários, e Empresas *spin-off* universitárias.

Dois benefícios da IUE foram considerados importantes pelo coordenador: obtenção de ideias para novos projetos de cooperação (o mais importante) e obtenção de recursos financeiros. Segundo E6, o principal benefício para as empresas interagirem com laboratórios universitários

refere-se à diminuição de riscos em realizar pesquisas no laboratório da universidade e em compartilhar com o laboratório e a universidade os gastos em equipamentos e insumos.

Dentre as dificuldades da IUE apontadas pelo coordenador do Laboratório Murthy, três foram consideradas importantes: burocracia por parte da universidade (a mais importante), burocracia por parte da empresa e diferença de prioridades. Para E6, o desafio do laboratório em interagir com empresas não é somente encontrar um novo mercado ou não ter uma necessidade atendida, mas encontrar uma área em expansão onde a necessidade significará uma possibilidade de crescimento no futuro.

Dentre os resultados importantes decorrentes da IUE do Murthy Lab, segundo seu coordenador, estão as publicações, os novos produtos ou artefatos e a criação de empresas *spin-offs*, destacando-se o último. Apesar de o resultado da IUE do tipo patente não ter sido considerado importante pelo seu coordenador, os pesquisadores do laboratório são autores de 4 patentes depositadas pela universidade nos últimos três anos. Duas dessas foram transferidas para empresas *spin-offs* do Murthy Lab (Genedit e BioAmp) e duas foram depositadas em coautoria com a Emory University, Georgia Tech Research Corporation e empresa Aten Porus Lifescience (Apêndice F).

A empresa *spin-off* BioAmp Diagnostics foi gerada de resultados de pesquisa do Laboratório Murthy, assim como outras *spin-off*, i.e., GeneEdit¹⁵. Consta no website da universidade que a GenEdit é considerada um caso de sucesso da UC Berkeley, pelo investimento de risco privado inicial recebido de US\$ 1,5 milhão, em 2016, e um novo investimento privado de US\$ 8,5 milhões de dólares, em 2018, além de ter gerado publicações relevantes. As informações sobre investimentos de capital de risco recebidos pela empresa Bioamp não foram localizadas.

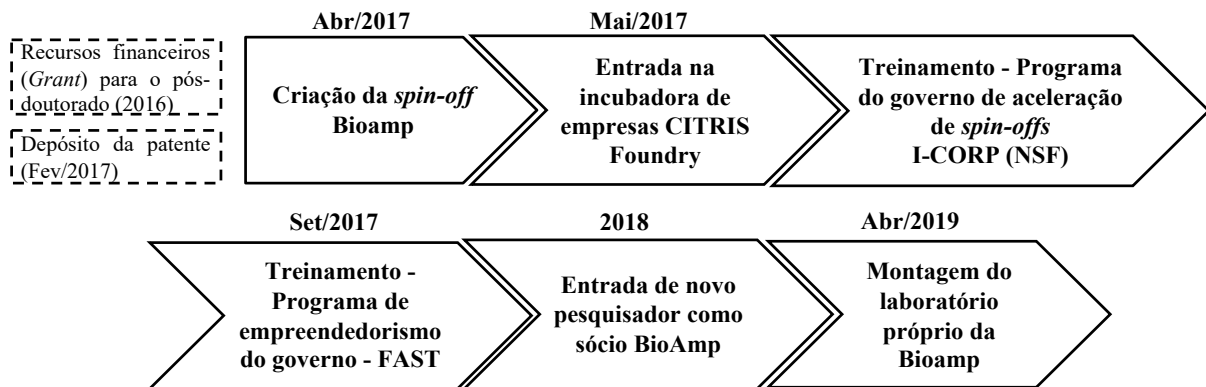
5.1.4 Interação Murthy Lab – Bioamp Diagnostics – Geração de *Spin-off*

A empresa Bioamp Diagnostics é *spin-off* do Laboratório Murthy. Fundada em 2017, comercializa uma tecnologia desenvolvida na pesquisa de pós-doutorado de um de seus fundadores, a qual permite o diagnóstico rápido de superbactérias resistentes a antibióticos. Tem por objetivo auxiliar médicos na prescrição de antibióticos e contribuir para a redução dos casos

¹⁵ GenEdit was founded by UC Berkeley scientists who developed targeted delivery technologies for CRISPR therapeutics. The GenEdit founders share the vision that recent scientific advancements in engineering CRISPR components and delivery vehicles offer a groundbreaking opportunity to develop safe and effective medicines for genetic diseases. (UCBERKELEY, 2019b, *online*).

de mortes por superbactérias resistentes a antibióticos, algo que atualmente mata cerca de 700.000 pessoas em todo o mundo a cada ano (MANKE, 2018). A interação entre o Laboratório Murthy e a empresa Bioamp iniciou-se em 2017 e encerrou-se no início de 2019. A Figura 3 sumariza as atividades relevantes nesse processo de interação.

Figura 3 – Sumário Executivo – Interação Laboratório Murthy e BioAmp



Fonte: Elaborada pela autora.

a) Anos anteriores à criação da empresa *spin-off* (2015-2016)

A pesquisa realizada no Laboratório Murthy gerou como resultado a tecnologia de um teste rápido de diagnóstico de super bactérias, patenteada e licenciada para a empresa Bioamp. Esta pesquisa começou em 2015, durante o pós-doutoramento da fundadora da empresa. O líder do laboratório participa de uma rede de pesquisadores em um consórcio de pesquisa sobre resistência anti-microbial, patrocinado pelo NIH na UC Berkeley. Este acesso ao grupo de pesquisadores do consórcio contribuiu com a pesquisa de pós-doutorado com informações relevantes sobre o teste de diagnóstico e o desenvolvimento de um produto final.

Investigar temas de interesse dos órgãos de pesquisa do Governo dos EUA foi um diferencial do estudo desenvolvido. E7 declarou que a pesquisa em resistência anti-microbial, era uma demanda do *National Institutes of Health* (NIH) e por isso o recurso foi obtido.

For me, the project was already existing. They already had the money; the grant was written that was looking to develop a technology. The NIH (National Institutes of Health) already said ‘this is needed. Make it’...understanding what was needed was already defined. That was a little bit easier than figuring out the technology, of what fits – how was it going to be scalable, so all the needs of who/ which population of patients in the world you are trying to develop a technology for (E7).

Salienta-se que a obtenção do recurso financeiro do governo (*NIH Research Grant*) para a pesquisa de pós-doutorado foi relevante para que E7 desenvolvesse a tecnologia do teste.

I was awarded with an NIH post-doctoral fellowship grant in 2016. I started work and I already had some preliminary ideas so, I could write the grant and got that grant. By the end of 2016 is when we developed the core technology (E7).

b) Ano 1 da IUE (2017)

O depósito da patente da tecnologia da Bioamp foi realizado em fevereiro de 2017, com o apoio do ETT da universidade, o IPIRA. A patente foi licenciada após a criação da empresa *spin-off*, em abril de 2017, por dois pesquisadores do Murthy Lab. A Bioamp recebeu o apoio do líder do laboratório para sua abertura e licenciamento da tecnologia recém-patenteada. De acordo com E7, além de sua atuação diretamente com o escritório de transferência da universidade, foi relevante a interação com o PI (Principal Investigador) para entender o potencial de comercialização da tecnologia. E7 explica como funciona a tecnologia do teste de diagnóstico por amplificação:

The technology is a chemistry-based test; it's a platform technology that detects biomarkers that are found in low abundance in patient samples. So, most patient samples don't have high concentrations of many things. In terms of the markers that we are going after first are resistance markers that would help doctors treat patients with bacterial infections such as urinary tract infections or ammonia or bloodstream infections. We can target a lot of different biomarkers, but we are trying to target one right now. What we are doing is developing an amplification technology that allows us to do identify these biomarkers in real time directly in-patient samples without doing any processing (E7).

Nesta IUE, tanto a geração da empresa *spin-off* quanto o licenciamento da patente se constituem canais de IUE, confirmando a literatura que associa geração de patentes e empresas *spin-off* a pesquisas acadêmicas na área de Biotecnologia (COOKE, 2002).

Um dos incentivos à IUE identificados foi a existência do ETT, IPIRA, que além do suporte no licenciamento e abertura da empresa, colocou os pesquisadores em contato com outras estruturas locais de incentivo à inovação e ao empreendedorismo, como as incubadoras de empresas da universidade. Essas são a QB3 para tecnologias em Biotecnologia e a Fundação CITRIS para novos empreendimentos nas áreas de Engenharia e Saúde. Em maio de 2017, a empresa *spin-off* Bioamp começou a atuar nas dependências da Fundação CITRIS, na UC Berkeley. Segundo E7, estar dentro da CITRIS possibilitou o acesso a informações de outras empresas *start-ups* e *spin-off*, bem como o treinamento em empreendedorismo do governo

estadunidense, o I-Corps. Esse último permitiu aos pesquisadores e sócios da empresa a descoberta e validação de clientes.

Conforme relatou E7, estar dentro da incubadora QB3 foi outro espaço de incentivo à inovação e empreendedorismo que forneceu a orientação jurídica para abertura da empresa e incorporação da mesma.

For a company, to be able to take money you need to have a corporation in place so you know, that takes the liability away from the people who are starting the company so, like some small businesses, they don't necessarily incorporate so everything is a sole proprietorship so if somebody sues them, they are suing them. So, you want to have a corporation and plus people don't want to give money to you because you get to sock on them, but if it's in a corporate bank account, there's a lot more restriction. (E7).

No segundo semestre de 2017, os pesquisadores e sócios da *spin-off* foram selecionados para participar do programa *FAST Advisory Program* do *California Life Sciences Institute*, com duração de 12 semanas, na cidade de São Francisco. Foram obtidos conhecimentos sobre modelo de negócios, plano de desenvolvimento de produto e estratégia de comercialização, além do contato com mentores e empreendedores veteranos e acesso a investidores.

That is an amazing program that pairs you with 12 experts in your field - all from different areas so for us that could be some regulatory physicians, manufacturing, pharmaceuticals. So, some of them became mentors like long term mentors for me or they became advisors like formal advisors for the company, became a legal specialist a law firm (E7).

Portanto, no primeiro ano de IUE, houve a abertura da empresa, o licenciamento da patente, a realização de dois treinamentos do governo em empreendedorismo e inovação e o suporte do ETT, IPIRA e da incubadora CITRIS.

c) Ano 2 da IUE (2018)

O segundo ano da IUE e do desenvolvimento da empresa *spin-off* Bioamp, continuou com o apoio técnico e conhecimentos de empreendedorismo e gestão da CITRIS e QB3, além do apoio do IPIRA na divulgação da empresa via *website* da UC Berkeley (IPIRA, 2020).

Em 2018, ocorreu a saída de uma sócia e a entrada de outra na empresa, atuando como especialista técnica em resistência antimicrobial, em complemento às competências da sócia fundadora, que se manteve na posição de CEO.

Segundo E7, neste ano de 2018, os sócios fundadores da Bioamp tentaram obter recursos do governo para o financiamento de projetos SBIR e STTR, porém, até a data da entrevista, ainda estavam aguardando o retorno da submissão. Acrescentou que bolsas individuais para realizar pesquisas de pós-doutorado não são suficientes para abrir uma empresa ou manter um novo negócio em Biotecnologia. No entanto, antes de procurar investidores privados ou empresas de capital de risco, é preciso analisar o aumento da pressão dos investidores para uma previsão de vendas do produto e retorno do investimento. No entanto, em Biotecnologia pode-se levar um longo tempo para desenvolver um produto. Daí a preocupação extra ao se envolver com financiamento privado via *Venture Capitalist* (VC), investidores de risco, que, geralmente, têm uma expectativa rápida de retorno.

I could go to a tech firm VC and show them something they don't really know that looks kind of sexy and interesting. And it's so dangerous because if a biotech can take such a long time to make a product, if you are not completely honest with your investor, 6 months from when you have taken the money, they are going to say: 'Didn't you say you almost had a product?' For them, they cannot see in the R&D phase or in Commercialization phase - they are not seeing the progress even though you are seeing the progress as a scientist (E7).

No website do laboratório Murthy, foram localizados dois artigos científicos relacionados à tecnologia referida nessa interação, ambos publicados em 2018.

Em suma, no segundo ano foram relevantes a troca de sócios da empresa, o envio da proposta de financiamento para pesquisa para os programas SBIR e STTR, além da publicação de dois artigos sobre a tecnologia em questão.

d) Ano 3 da IUE (2019)

Em 2019, a interação do Laboratório Murthy com a empresa Bioamp Diagnostics foi considerada encerrada com o fim da pesquisa de pós-doutorado de um dos sócios da *spin-off* e a instalação do laboratório da empresa fora do campus da universidade em abril de 2019.

E7 declarou que desde o início de 2019 não havia mais a IUE entre Bioamp e Murthy Lab e que as funções de pesquisa acadêmica no laboratório Murthy e as funções de P&D e comercialização da empresa devem ser consideradas de forma separada.

The functions of academic research labs and companies are uniquely different. The thing that has to be clear is that because of conflicts of interest it is important to keep labs separate from companies. I know that it is becoming more common for companies to

sponsor postdoc positions and such. However, we walk the line of conflict of interest very carefully. We cannot influence things that are happening in the lab because it is federally funded. The role is to recognize potential innovations, license those technologies from UC Berkeley and then push forward commercialization (E7).

Este relato mostra que as funções do laboratório são acadêmicas e que as funções da empresa são bem diferentes, com possibilidade de conflitos de interesse. Assim, após reconhecido o potencial de inovação do resultado da pesquisa, a orientação é de que seja feito o licenciamento da patente e o movimento em direção à comercialização da tecnologia, seja pelos próprios pesquisadores que a desenvolveram, seja por meio de licenciamento para outras empresas.

Ressaltou-se, na oportunidade, que não existe atualmente mais nenhuma interferência dos equipamentos do laboratório na pesquisa da empresa *spin-off*, uma vez que ela possui sede própria.

The resources and equipment that were available to me as a postdoctoral researcher in Murthy's research group and in the Department of Bioengineering enabled the rapid development of the core technology that drove the inception of BioAmp. However, there are currently no ongoing interactions between the lab and company. (E7).

Nesta IUE, foram observados os seguintes canais: geração de empresa *spin-off*, licenciamento de tecnologia via patente, P&D complementares às atividades de inovação da empresa e publicações. A criação de empresas *spin-off* e as publicações constituíram tanto um canal de IUE quanto um resultado (SUZIGAN *et al.*, 2009; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

5.1.5 Análise Geral das IUEs do Murthy Lab

O Murthy Lab mantém relacionamento com empresas desde sua fundação, principalmente com empresas pequenas ou *start-ups*. Segundo Mowery e Rosenberg (1993), no SNI dos EUA, as *start-ups* apresentam um papel relevante no desenvolvimento e difusão de novas tecnologias em áreas como microeletrônica, biotecnologia e outras. No momento da coleta de dados, abril e maio de 2019, o laboratório estava tendo relacionamento somente com uma empresa (Bioamp).

Conforme o Marco Analítico, a interação do Murthy Lab com o setor industrial apresenta alguns fatores relevantes. A combinação de infraestrutura física de pesquisa completa, o acesso à rede de laboratórios e a presença de pessoal qualificado e especializado em resistência anti-microbiana e edição genética contribuíram para a geração de duas empresas *spin-off*. Além disso, diversos incentivos locais e nacionais à IUE foram observados, como fonte de financiamento

estatal à pesquisa (STTR e SBIR), fonte de financiamento privado de capital de risco e o acesso à incubadora de empresas da universidade especializada em Biotecnologia (QB3 e CITRIS). Esse ecossistema contribuiu para a diversidade de canais de IUE para transferência de conhecimento e gerou resultados da IUE como novo produto, treinamento da equipe da empresa e do laboratório e publicações.

Os recursos humanos do laboratório possuem uma elevada qualificação, com formação heterogênea, mas concentrada na área de Biotecnologia. Seus equipamentos foram definidos pelo coordenador como os necessários e básicos para pesquisas nesta área.

A IUE com a empresa Bioamp, *spin-off* do Murthy Lab, apresentou a relevância da utilização dos equipamentos e insumos do laboratório e da universidade (outro laboratório também foi envolvido) nas pesquisas de pós-doutorado. Os experimentos realizados no Murthy Lab – teste de hipóteses, validação experimental das proposições e patente da tecnologia de amplificação – deram origem à tecnologia da *spin-off*. Ressalta-se, no entanto, que há uma tênue linha divisória para não gerar conflito de interesses na utilização dos equipamentos além dos objetivos da pesquisa científica. Segundo E7, quando ela terminou o seu pós-doutorado, se afastou da universidade e procurou um espaço para instalação da unidade produtiva. Este caso apresenta a relevância da orientação dos líderes dos laboratórios universitários e dos ETTs quanto aos relacionamentos com empresas *spin-offs* e quando é o momento de separação.

A geração de duas empresas *spin-offs* foi um dos canais e resultados de IUE mais significativos observados no caso Murthy Lab e coerentes com o ecossistema local. Entre 2013 e 2017 mais de 320 *start-ups* e *spin-offs* foram fundadas e incubadas na universidade, sendo 225 empresas no Skydeck, 41 empresas na aceleradora CITRIS Foundry e 26 no QB3. Observa-se que os EUA possuem um SNI maduro e a Califórnia é líder global em biotecnologia, contando com elevados recursos financeiros, portanto o SNI apoiou esta universidade e o laboratório na geração de empresas de alto risco (MOWERY; ROSENBERG,1993). As condições institucionais oferecidas pelo SNI dos EUA têm levado a essa elevada capacidade de formação e sobrevivência das empresas.

O alto número de empresas nascentes na universidade foi considerado um dos incentivos que permitiu gerar conhecimento sobre inovação e empreendedorismo e formar redes para a troca de experiências entre pesquisadores. Além disso, o líder do laboratório possui experiência em geração de *spin-off*, o que favoreceu a IUE. Assim, o conhecimento sobre o processo de inovação

e o modo de levar um resultado de pesquisa da bancada do laboratório para o mercado é uma capacidade valorizada em IUE. Outro incentivo à IUE foi a alta concentração de investidores de capital de risco e investidores em Biotecnologia, devido à localização geográfica do laboratório e da universidade na Baía de São Francisco e do Vale do Silício. No entanto, observou-se que somente na IUE do laboratório com a empresa *spin-off* GenEdit houve investimento de capital de risco privado. A Bioamp preferiu solicitar recursos públicos dos Programas STTR e SBIR, dadas as incertezas associadas ao desenvolvimento de produtos em Biotecnologia e a pressão por resultados rápidos pelos investidores de risco privados.

A diversidade dos canais de IUE foi observada neste laboratório, sendo que o licenciamento de patentes, a geração de *spin-offs* e as publicações foram os mais importantes para o líder. Para transferir tecnologia do laboratório via licenciamento de patentes, observou-se o canal geração de empresa *spin-off* como uma saída encontrada pelos pesquisadores de pós-doutorado. Além disso, observa-se o sucesso das empresas *spin-offs* que constituíram unidade produtiva em laboratório externo à universidade em menos de dois anos de existência e que foram apoiadas pelo ETT da universidade (IPIRA), pelos programas de estímulo ao empreendedorismo e inovação e pelo acesso a capital de risco público e privado.

Destaca-se que uma característica da biotecnologia é a ampla gama de aplicação de seus resultados de pesquisa, o que neste caso foi observado pela geração de diferentes tecnologias pelo mesmo laboratório.

5.2 Caso UC Berkeley – Laboratório Riley

O Laboratório Riley, fundado em 1996, conta com uma equipe de 15 pesquisadores. Suas pesquisas possuem três focos de atuação: agente causador da tuberculose; resistência a medicamentos em patógenos bacterianos gram-negativos, com caracterização da genética da resistência a medicamentos em patógenos; e disparidades na área da Saúde e aplicação em situações reais de assentamentos urbanos para avaliar a carga de doenças (RILEYLAB, 2019). A seguir a descrição dos fatores que influenciaram a IUE do laboratório Riley e a apresentação dos dados da interação da IUE com a Silver Lake Research Corporation. Foram entrevistados três pesquisadores seniores, sendo um deles o coordenador.

5.2.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE

No que se refere aos recursos humanos para pesquisa, a equipe do laboratório Riley é composta de 15 pesquisadores, com formação heterogênea dentro da área de Saúde (Medicina, Biologia, Saúde Pública, etc) e diferentes níveis de qualificação, sendo a maioria de pós-graduação (33% doutorandos e 20% pós-doutorados), mais os estudantes de graduação ou mestrado (13% graduação e 7% mestrado). Conforme E8, a equipe do laboratório é composta, principalmente, por pesquisadores das áreas de Microbiologia ou Epidemiologia.

A formação dos pesquisadores e dos profissionais de apoio técnico e a qualificação da equipe técnica foram consideradas adequadas. E8 afirmou que a diversidade em termos de nacionalidade e etnia que existe no laboratório é muito importante, além da diversidade de formações e gêneros, que não é planejada. Conforme E9, as diferentes perspectivas são um fator importante em pesquisas na área de Diagnóstico, como a perspectiva do Microbiologista e do Químico para entender o problema. Para E10, a diversificação da equipe se dá em torno da multiplicidade de temas de pesquisa do laboratório, o que possibilita a cooperação mútua nos projetos de cada pesquisador.

As pesquisas no Laboratório Riley envolvem estudantes de graduação trabalhando com pesquisadores de doutorado ou pós-doutorado. Os alunos de graduação realizam estágios e os pesquisadores de pós-doutorado ensinam os graduandos, obtendo com isso suporte para suas pesquisas, conforme E10. No entanto, apesar de trabalharem muito com alunos de graduação, às vezes, trabalhar sozinho é mais fácil para a organização do tempo:

On my other projects I was actually working with undergraduate students. As I have started doing more things, I am actually doing most of it myself just because it was okay to manage my time and do that. The undergraduate chemists have been helping with some of the synthesis of some of the molecules. They have been extremely helpful (E9).

De acordo com E10, o fato de o Riley Lab ter bons equipamentos e pessoas qualificadas, com uma alta produtividade de artigos científicos, atrai o interesse das empresas. A entrevistada salienta que, além de ter equipamentos é preciso que as pessoas capacitadas publiquem os resultados das pesquisas para que a visibilidade externa seja obtida. E10, que realizou sua pesquisa de pós-doutorado no Riley Lab e é brasileira, salienta que ter acesso aos equipamentos

tecnológicos possibilita uma maior rapidez na geração de resultados e mais publicações, o que pode atrair a atenção de empresas para a interação com o laboratório:

Em um laboratório que tem bastante equipamento, você consegue produzir resultado muito mais rápido. Existe muita coisa nova, e você vai publicar esses resultados. A empresa vai ver que você e seu laboratório publicam bastante, e ela se interessa. Então, ela sabe que você, sendo bem equipado, pode gerar os resultados que eles querem em pouco tempo. **(E10)**

E10 afirma que trabalhar com projetos de pesquisa com recursos públicos e privados acarreta diferentes níveis de pressão por resultados. Por isso, é preciso contar com uma equipe qualificada para atuar na IUE com pesquisa financiada por empresas privadas, pois há pressão por resultados rápidos.

Trabalhar com dinheiro da empresa é diferente, porque com empresa tem mais pressão. Eles cobram resultado mais rápido. O NIH já não tem deste tanto. É menos pressão do que com a empresa. Com a empresa você produz mais rápido de acordo com a demanda deles. Senão, não vão te dar o dinheiro mais. Se você é um laboratório que não dá o resultado que eles querem, eles vão parar de financiar, eles vão procurar alguém que dê o resultado na hora. Tem que ter pessoas qualificadas que consigam fazer a tempo **(E10)**.

O diferencial do laboratório Riley está nos conhecimentos e nas habilidades das pessoas para analisar dados e os pesquisadores precisam desenvolver, conforme E8. O entrevistado salienta ainda que, em outros países um laboratório de pesquisa universitário pode ter uma ausência de acesso a equipamentos modernos, o que pode ser um obstáculo à realização de pesquisas, como ocorreu no Brasil há 25 anos, segundo ele.

When I first started working in Brazil, 25 years ago, that many types of equipment that they could use but now they don't need it. They have most large equipment that we have here so institutions like Fiocruz these places now they have the equipment that we have down here so now Brazilians come here not so much because of the equipment but because of the skills they need to build to analyze data. So, for things like computational biology, and so intellectual skills that they have to develop. If you are from certain countries like Bangladesh and some places in India, the equipment is important because they don't have access to those types of equipment **(E8)**.

No que tange à infraestrutura, a capacidade técnica do Laboratório Riley é avançada e compatível com a observada nos melhores laboratórios do gênero do exterior em relação à fronteira tecnológica de sua área de atuação. O valor total de sua receita em 2018 foi de US\$ 3.550.000,00, cujas fontes tiveram origem mista: 85% da iniciativa pública (US\$ 3.000.000,00), via NSF e NIH,

14% da iniciativa privada (US\$ 500.000,00) e 1% da própria universidade (US\$ 50.000,00). O valor total dos custos operacionais em 2018 ficou entre US\$2 milhões a US\$5 milhões em 2018. Os itens de despesa do laboratório considerados muito altos foram pessoal (salários, bolsas etc.) e insumos para pesquisa.

Os equipamentos de grande porte necessários à realização de parte da pesquisa do laboratório Riley estão localizados na Unidade de Laboratórios Compartilhados e na Unidade de Laboratórios Principais da universidade (*Shared facilities* e *Core facilities*), segundo informado pelos três entrevistados. O processo de obtenção de equipamentos de pesquisa de grande porte é realizado mediante propostas de professores de diferentes departamentos, que se reúnem e escrevem a solicitação ao governo.

It depends on the type of equipment. Very large and expensive equipment, we don't buy it ourselves. It's usually done through the campus. What happens: NIH sends out an announcement for large instrumentation award, and so a group of researchers on campus, people get together and write a proposal. And if we get it goes into a core facility, so people share the equipment, so we have many core facilities on campus, people share. The campus also buys the equipment to be shared by the researchers (E8)

A utilização dos laboratórios compartilhados de pesquisa da universidade conta com o apoio técnico de um professor responsável, segundo E8 e E9, e os custos são pagos mediante uma taxa de utilização, sendo menor o valor para pesquisadores da universidade.

Segundo seu coordenador, as principais atividades do laboratório Riley são: pesquisa (contínuo), ensino (alguns dias por semana), extensão tecnológica (alguns dias do mês) e desenvolvimento de tecnologias (esporadicamente). O laboratório realiza pesquisas em cooperação com instituições de pesquisa estadunidenses e estrangeiras e com empresas, além de atuar em cooperação em projetos financiados por agências de fomento nacionais com um alto grau de importância. Já as atividades de cooperação em projetos financiados por agências de fomento internacionais foram consideradas de importância média. Por fim, a cooperação com empresas estrangeiras foi considerada de baixa importância.

As condições atuais de operação do laboratório, conforme o coordenador, são consideradas muito boas com relação às instalações físicas. Os equipamentos, a manutenção e os insumos de pesquisa foram considerados bons. Suas instalações foram modernizadas no período de 5 a 10 anos antes dessa pesquisa, incluindo a renovação e atualização dos equipamentos, com recursos da própria universidade.

O Laboratório Riley em 2018 prestou serviços técnico-científicos para empresas, pesquisadores individuais e governo, envolvendo acesso a banco de células, micro-organismos, consultoria e assessoria técnico-científica, dentre outros. O laboratório recebe usuários externos, mediante procedimentos de utilização dos equipamentos e treinamento. Em 2018 foram recebidos 10 usuários externos, sendo 3 da mesma universidade, 3 de outras universidades no país, 2 alunos de pós-graduação e 2 alunos de graduação. As políticas de acesso ao laboratório são: acordo de cooperação, contrato ou convênio, preenchimento de formulário específico, e fins didáticos. Os procedimentos para a utilização dos equipamentos são: agendamento prévio, treinamento antes da utilização, usuário executa o ensaio/experimentos e opera os equipamentos.

Incentivos locais e nacionais à IUE, como informado pelos pesquisadores entrevistados, compreendem a imagem positiva da universidade UC Berkeley, os recursos de apoio à inovação e ao empreendedorismo da universidade, como seu Escritório de Projetos Patrocinados (*SPO*), o ETT (IPIRA) e a localização na Baía de São Francisco e Vale do Silício (COOKE, 2002). A imagem e a reputação da UC Berkeley são incentivos relevantes tanto para a interação com empresas como para que os pesquisadores fundem suas empresas, conforme E8.

Segundo E9, estar dentro da UC Berkeley possibilita ter acesso a recursos importantes para iniciar uma empresa (*start-up* ou *spin-off*). No entanto, o Departamento de Saúde Pública, onde está localizado o laboratório, não tem acesso a tantos recursos e informações para a abertura de empresas *spin-off* ou *start-ups* como no Departamento de Bioengenharia ou Química da universidade: “*So I think depending on your department you might be more aware of CITRIS, QB3, Skydeck*”.

E8 afirmou que um incentivo importante à IUE na UC Berkeley é o apoio do departamento SPO aos pesquisadores na redação de pedidos de subvenção financeira para pesquisas (*Grants*) públicas (por exemplo, SBIR) e na negociação da obtenção do subsídio.

They not only help you write the grant; they also help you negotiate the grant. Once you write the grant, they make sure all the paperwork is done, documents are in place and they send the documents to NIH. They also work with the company because we have a contract. I have to sign papers and things, but they take care of everything (E8).

De acordo com o website da UC Berkeley, o SPO existe desde 1994 e é responsável por analisar todos os projetos que envolvem financiamentos públicos ou privados para a realização de pesquisa. Adicionalmente ao SPO, E8 e E9 declararam que o IPIRA é considerado um bom

incentivo para a IUE.

I think what's really useful here is that we have a very good patenting office-IPIRA. They provide resources for patenting your invention but also we have to negotiate with them in order to license our technology. Their office is very knowledgeable, and they help us understand the things that we need to do the patent, and some other things that we need to know (E9).

5.2.2 A IUE no Riley Lab: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades

O Laboratório Riley tem um histórico de relacionamento com empresas, hospitais e organizações não governamentais ao longo de seus 23 anos. Mantém parcerias com organizações de saúde e governos nos Estados Unidos e internacionais localizados no Brasil, Índia e Bangladesh, com os quais realiza estudos para avaliar doenças nas favelas urbanas (RILEYLAB, 2019). Dentre os diversos tipos de interação com empresas para transferência de conhecimento, o coordenador considera como mais importante nos últimos três anos (2016 – 2018), os projetos de P&D em colaboração com empresas, cujos resultados são de uso imediato. Outros tipos de IUE importantes compreendem: testes para padronização/atividades de certificação da qualidade, avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos, treinamentos e cursos, intercâmbio nas empresas, transferência de tecnologia (licenciamento), projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa e Financiamento. Diversos canais de troca de informação e de conhecimento entre o Laboratório Riley e empresas foram citados como importantes nos últimos três anos (2016 - 2018). Segundo o coordenador, o mais importante é o engajamento em redes de relacionamento com empresas. Outros canais de IUE foram considerados importantes pelo laboratório: congressos e seminários, publicações, treinamento de pessoal, incubadoras, parques tecnológicos/científicos, consultoria individual, troca informal de informação, contratos de pesquisa, projetos de P&D cooperativos, licenciamento de tecnologia e patentes.

A interação do Laboratório Riley com empresas gera vários benefícios importantes, como, a obtenção de ideias para novos projetos de cooperação. Segundo o coordenador, outros benefícios são importantes como: novos projetos de pesquisa, intercâmbio de conhecimentos ou informações, acesso a novas redes de relacionamento, equipamentos e instrumentos de uso compartilhado e recursos financeiros. Existem diversos obstáculos que interferem na IUE, com destaque para a diferença de prioridades, dentre outras dificuldades como: burocracia da empresa, burocracia da universidade, custeio da pesquisa, direitos de propriedade, divergência quanto aos prazos, falta de

conhecimento nas empresas das atividades realizadas na universidade, falta de conhecimento das necessidades das empresas por parte das universidade, falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo e problema de confiabilidade.

E8 cita alguns dos desafios e obstáculos da interação do Laboratório Riley com empresas, como, os resultados diferentes do planejado e as correções necessárias ao longo do projeto.

There are many challenges, sometimes the project doesn't quite go according to the plan, so you have discussions, maybe change directions so that's always something that happens in this kind of relationships when you collaborate. So, sometimes the experiments that are being done are not quite what we had agreed on, and so we have to make sure to correct those things. Sometimes the projects are not going as rapidly as we want, timing is an issue (E8).

De acordo com E8, os pesquisadores do laboratório Riley que interagem com empresas devem ter em mente que a principal atividade que realizam quando fazem cursos de mestrado, doutorado ou pós-doutorado é a pesquisa acadêmica, e não atender a demandas somente das empresas. Dessa forma, é preciso priorizar as demandas da universidade e do laboratório.

O coordenador do Laboratório Riley informou que há diversos resultados acadêmicos e comerciais da interação com empresas importantes, sendo de maior relevância as novas descobertas científicas. Outros resultados foram informados como importantes no período de 2016 a 2018: publicações, novos produtos e artefatos, novos projetos de pesquisa, teses e dissertações, formação de pessoal, software e patentes.

Apesar de o coordenador do Laboratório Riley ser autor de 11 patentes, conforme *website* do Riley Lab na universidade, somente 4 destas foram depositadas pela UC Berkeley após seu ingresso nela e como resultado das pesquisas ali realizadas. Salienta-se que dos 4 pedidos de patentes, 1 foi transferido para empresa (para a *spin-off* Bioamp do Laboratório Murthy do Departamento de Bioengenharia) (Apêndice G).

Segundo E9, a patente é necessária para os dois lados: empresa, para influenciar os investidores, e laboratório, para dar credibilidade ao resultado de sua pesquisa acadêmica.

The patent is going to be very important on the business side, working with your technology. If you don't have rights to your own technology, then somebody else can just scoop you and nobody is going to have confidence in working with you because what's going to stop somebody else from patenting this. And then patents are going to be important for the company for things like if we are going to fundraise, investors want to know if you have a patent and you have the right to make a product from what you are working on. So, it's about the patent and it's about the ability to commercialize which is like a step upstream of the patenting process (E9).

De acordo com E8, um bom motivo para que as empresas tenham interesse em interagir com um laboratório universitário é o potencial de desenvolvimento de uma tecnologia que se torne um produto inovador que possa gerar lucro para a empresa. Diferente da perspectiva dos pesquisadores da universidade, cujo desenvolvimento de um diagnóstico melhor já é um incentivo.

From our perspective, having a better diagnostic test itself is an incentive. So, at the School of Public Health we want a product. From the company's perspective they want a product that they can make money from (E8).

O Laboratório Riley possui histórico de relacionamento com outras empresas no passado, segundo E8, mas no momento da entrevista estava com apenas uma parceria ativa, com a empresa privada Silver Lake Research Corporation.

5.2.3 Interação Riley Lab e Silver Lake Research – Outros resultados

A interação entre o laboratório Riley e a empresa *Silver Lake Research Corporation* iniciou-se em agosto de 2014, por iniciativa da empresa, e continuou até meados de 2019, com o objetivo de desenvolver um teste de diagnóstico rápido. Esta interação foi financiada pelo governo americano (NIH) e obtida pela empresa via programa STTR, de acordo com E8.

Silver Lake is a relationship we have under an NIH grant mechanism called the STTR. So, this is a special NIH program where they provide money to the company and the company has to have an academic relationship. The money goes to the company and then they transfer some of the money to the university and we do the work. This is the only active project that we have that's funded. The grant was written by the company and of course, we contributed to some of the components of the proposal - we have expertise on a particular area that they didn't have so it was done jointly. But it was submitted by the company (E8).

Informações oficiais do *website* do Programa STTR revelam que o projeto de pesquisa entre a empresa Silver Lake Research e a UC Berkeley envolveu o laboratório Riley e possuiu a duração de cinco anos e seis meses, em duas fases: de abril de 2014 a setembro de 2016; e de junho de 2016 a julho de 2019 (STTR, 2019). Seu objetivo está disponível no *website* do governo para o Programa STTR.

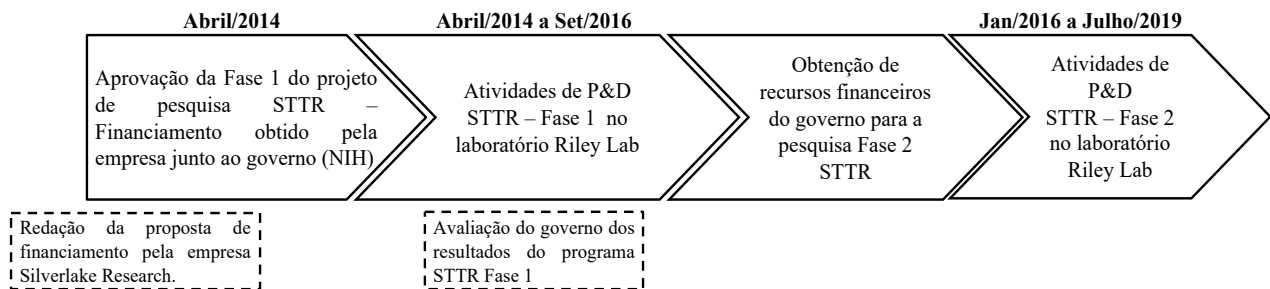
Award Title: Rapid Immunodiagnosis of Drug-Resistant Bacterial Pathogens - National Institutes of Health – Phase I. Description: Bacterial resistance to lactam antibiotics is threatening to limit the effectiveness of this most used class of antibiotics. A major

contributing factor to this problem is the lack of rapid testing methods for medical practitioners to identify lactam resistant pathogens before prescribing specific antibiotics for urinary tract infections. We propose the development of a rapid immunoassay test kit for detection of any of a wide range of lactamases (STTR, 2019, *online*).

Existem algumas informações públicas sobre dados oficiais desta IUE entre a Silver Lake e a UC Berkeley, conforme o *website* STTR. Ressaltam-se valores dos recursos em cada fase do projeto e data de início e encerramento de cada fase. Não foi encontrada a informação se este projeto é exclusivo de atividades de pesquisa em parceria com o laboratório Riley ou se envolve outros laboratórios da universidade UC Berkeley. De toda forma, o valor concedido para esta pesquisa na Fase 1, de US\$ 600 mil, e seus resultados foram positivos, pois, com base no regulamento, houve uma avaliação do NIH dos resultados, para que fosse aprovada a verba da Fase 2, quase US\$ 3 milhões (US\$ 2.959.357,00), a qual foi obtida.

A interação entre o Laboratório Riley e a empresa *Silver Lake Research Corporation* contou com recursos totais do Programa STTR do NIH, de US\$3.559.357, e foi realizada no período de cinco anos, conforme atividades de pesquisas descritas na Figura 4.

Figura 4 - Sumário Executivo – Interação Laboratório Riley e Silver Lake Research



Fonte: Elaborada pela autora.

a) Ano 1 da IUE (2014)

E9 declarou que a principal motivação da empresa Silver Lake para interagir com o Laboratório Riley foi devido à infraestrutura de pesquisa, ao espaço de Biossegurança 2 e às amostras clínicas que ele já possui do hospital da universidade (Tang Medical Center da UC Berkeley) e da UC San Francisco, além dos organismos catalogados:

They were not setup yet to do BSL2 and our clinical isolates are BSL2 level pathogens

and the which also matter is we have ongoing collaborations with like the Tang Center and UCSF to get samples to get clinical isolates this is not easy to do. So that was also another thing we could do provide to the team having this isolates this samples, we also have a lot of catalog organisms that we already work with and this was very useful to testing your diagnostics in the begging, because you have this to do testing your diagnostics and those are actually two big things that help that project. And, then also we have clone resistant enzymes that was very useful for the project (E9).

E8 participou da interação desde o início, salientando que foi importante para ambos, pois existem processos de expertise do laboratório universitário e outros de expertise da empresa.

This company in Southern California it's a diagnostic company, so we have a big grant. We do certain things that they cannot do and they do things that we can't do. It's a company so they know how to take a product eventually to the market. We don't know how to do that. We just propose the ideas to NIH, and they give us the money and we divide the money and we do our work and they do their work and we have meetings and discussions (E8).

Segundo E9, a interação com a empresa Silver Lake é um projeto de pesquisa colaborativa, em que o governo, por meio do NIH e do NSF, disponibiliza recursos financeiros para as empresas pequenas interagirem com universidades, visando à inovação. Essa interação com a empresa Silver Lake Research não foi o primeiro contato que o Laboratório Riley teve com a empresa. Segundo E9, houve um consórcio de pesquisa no passado, no qual o líder do laboratório e mais dois líderes de outros laboratórios na UC Berkeley apoiaram a empresa Silver Lake Research na redação de outro projeto de pesquisa para o STTR.

b) Anos 2 a 5 da IUE (2015 a 2019)

E8 afirmou que não foi necessário que os pesquisadores do Riley Lab fossem até a empresa e que pesquisadores da empresa já foram até o laboratório Riley para aprender algumas técnicas de pesquisa e discutir sobre as etapas do projeto. A empresa não possui laboratórios de nível de Biossegurança 2, e por isso precisa desta parceria para testar os kits de diagnóstico.

The head of the company came here and, we discussed the project. Sometimes when he happens to be here for other reasons, he'll stop here and meet the people in the lab and discuss. None of our people have to go down there. So, we send reagents there, we send products there for them to use and they send their reagents for us to use. So, in this particular project since we have access to clinical samples we obtain the clinical samples here and test them using the kits that they've sent (E8).

E9 ressaltou que na interação entre o Laboratório Riley e a Silver Lake Research houve o treinamento dos pesquisadores daquele, pois os funcionários desta possuem larga experiência em diagnósticos de doenças, além de doutorados nesta área.

This was a good thing about our interaction with Silver Lake. One, we had facilities onsite, we had access to samples, so we had access to clinical samples and just a certain knowledge - our lab is in the anti-microbial resistance space, specifically for gram negative bacteria. And so, it made a lot of sense for Silver Lake and us to partner for those reasons. We were actually bringing the samples. We were working with them to develop a rapid diagnostic. They provide the funding and they are also providing the expertise on their and like developing diagnostics. That's not necessarily something that an academic would have. We each brought different things to the table with the overall goal of developing a diagnostic that would be helpful in the space of anti-microbial drug resistance (E9).

Citam-se dentre os desafios da IUE: não exclusividade de um pesquisador para as atividades do projeto e dificuldade de organizar a agenda de atividades acadêmicas com a empresa.

I was a Ph.D. student, earning my degree, taking classes - also working on multiple research projects. I never only worked on one project at a time. I think my challenge was in working with the company, they usually have certain individuals that cater to projects - pushing forward very quickly whereas on my end, it wasn't that I wasn't working quickly but I had a lot of other responsibilities on my plate (E9).

Essa IUE, segundo E8, gerou a publicação de artigos e a apresentação em conferências, bem como o aprendizado via transferência do conhecimento entre os pesquisadores do laboratório e os funcionários da empresa.

We are learning from the company some of the ways of doing - this company is known for developing lateral flow assay - we are learning how to do that - the technical aspects of lateral flow assay. They are learning a lot from us in terms of mechanism of resistance and just the epidemiology of the clinical. I think this kind of knowledge of each of the collaborative partners how to improve on the work that they have started and maybe come out with something later that's very useful (E8).

Os principais resultados dessa IUE não envolveram inovação (novos produtos ou patente transferida), mas outros resultados relevantes, como, treinamento da equipe em novas técnicas e recursos financeiros. A interação entre a empresa Silver Lake Research Corporation e o Laboratório Riley é classificada principalmente pelo canal de IUE: projeto de P&D complementar à atividade de inovação da empresa (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015), além de ter apresentado outros canais, como, projetos de P&D sem resultados de uso imediato, intercâmbio de profissionais, troca de experiências e publicações.

Segundo E9, as entregas deste projeto de pesquisa com a empresa Silver Lake causaram uma sobrecarga de trabalho no que tange à conciliação com as atividades acadêmicas. Este é um ponto de atenção uma vez que o coordenador do laboratório informou que a principal atividade dos alunos de pós-graduação no laboratório é a pesquisa acadêmica e que esta deve ser prioritária às interações com empresas.

Nessa descrição da interação, salienta-se que somente dois entrevistados tiveram relação direta com a empresa. Toda a informação sobre datas foi obtida por meio de dados secundários oficiais do website do Programa do governo federal estadunidense STTR e NIH.

5.2.4 Análise Geral do Riley Lab

O Laboratório Riley mantém relacionamento com empresas desde sua fundação. A maioria das interações externas são com organizações não governamentais, universidades, institutos de pesquisas e governos pela natureza de suas atividades na área de Saúde Pública. Segundo seu coordenador, desde que o laboratório nasceu na universidade já havia interação com organizações, mas principalmente sem fins lucrativos. A única interação com empresas que estava ativa no momento desta coleta dados (maio de 2019) ocorreu com a empresa Silver Lake Research Corporation (2014-2019). Salienta-se que o coordenador do laboratório possui experiência prévia ao trabalho na UC Berkeley com IUE e com os canais patentes e licenciamento de patentes para a empresa Pasteur Merieux. Essa experiência prévia possibilitou o aprendizado e a geração de conhecimento, que foi utilizado na interação com a Silver Lake.

Além da interação do Laboratório Riley com a Silverlake, pode-se considerar a IUE com a empresa Bioamp, pois o coordenador daquele laboratório foi contactado pela fundadora da empresa *spin-off* quando do pós-doutoramento dela e a apoiou no desenvolvimento da tecnologia. Portanto, é um dos coautores da patente da tecnologia licenciada para a Bioamp. Este é um exemplo de dois laboratórios da universidade trabalhando em rede e que gerou um produto inovador. Porém, esta interação não foi informada em detalhes pelos entrevistados e pode ser considerada concluída. Segundo E8, a empresa *spin-off* é do laboratório parceiro (Murthy lab), está num estágio inicial e não há mais nenhum contato.

O coordenador do Laboratório Riley considerou importante o número elevado de canais: 12. Contudo, pelas narrativas dos entrevistados, apenas 6 foram citados: projetos de P&D

complementares às atividades de inovação da empresa, projetos de P&D em colaboração com a empresa sem resultados de uso imediato, publicação, licenciamento de patente, intercâmbio de profissionais e contratos de pesquisa.

De acordo com seu líder, o maior benefício da IUE para o Laboratório Riley foi o treinamento da equipe de pesquisadores em novas técnicas de utilização de equipamentos, além do recurso financeiro. Apesar de a IUE com a Silver Lake não ter gerado produto ou patente, um grande benefício para a empresa foi o acesso a amostras clínicas e as novas competências obtidas pela equipe da empresa e do laboratório em novas técnicas de experimentação e pesquisas.

5.3 Análise Transversal IUE – Caso Estadunidense

Dentre as similaridades identificadas nos dois casos de IUE investigados na UC Berkeley, houve a ocorrência do mesmo setor específico, Saúde Humana, com duas empresas cujo objetivo em relação à IUE era o mesmo: kits de diagnóstico de doenças humanas.

Os pesquisadores dos dois laboratórios de pesquisa universitários investigados informaram que os incentivos locais e nacionais à IUE foram fundamentais para que a interação ocorresse. No laboratório Riley, a existência de financiamento público STTR e SBIR foi o maior incentivo e a razão da existência da IUE. No Laboratório Murthy, por sua vez, os incentivos locais mais relevantes foram os programas de apoio à inovação bem estabelecidos na universidade, como incubadora de negócios em Biotecnologia da universidade, QB3 e o ETT (IPIRA). Em ambos os laboratórios, a imagem positiva da universidade pela expertise em Biotecnologia foi um incentivo observado. Dessa forma, um motivo relevante para as duas interações observadas foi o acesso a recursos financeiros de incentivo à pesquisa pelo governo estadunidense, seja por programas de capital de risco, seja por subvenção do governo estadual em programas de incubação de empresas.

Em ambos os casos, quem iniciou a IUE foram as empresas (Quadro 8). A infraestrutura de pesquisa em termos de qualificação da equipe dos laboratórios e equipamentos foram essenciais para a realização dos experimentos e a obtenção dos resultados de potencial industrial nas duas IUE observadas.

O Quadro 8 apresenta outras características relevantes das IUE dos dois laboratórios.

Quadro 8- Características das IUE nos casos de interação dos laboratórios UC Berkeley

Critério avaliado	Murthy Lab – BioAmp	Riley Lab – Silver Lake
Duração da interação	2 anos (2017-2019)	5 anos (2014 – 2019)
Quem iniciou a IUE	Empresa Bioamp (fundadores)	Empresa Silver Lake (fundadores)
Gestão da interação	Escritório de Transferência de Tecnologia da universidade - IPIRA	<i>Sponsored Project Office (SPO)</i> da universidade
Financiamento das atividades da IUE	Público - NIH	Público – NIH - Via STTR e SBIR
Valor do Recurso Público envolvido na IUE	Valor não informado	STTR - Fases I e II Valor total: US\$ 3.559.357,00 via NIH.
Canais de interação para transferência de conhecimento entre U-E (ALBUQUERQUE et. al., 2015).	1. Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa 2. Licenciamento de patente 3. Geração de empresa Spin-off 4. Publicação	1. Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa 2. Projetos de P&D em colaboração com a empresa, sem resultados de uso imediato. 3. Publicação 4. Contrato de Pesquisa 5. Intercâmbio de profissionais
Classificação dos Canais de acordo com a proximidade de articulação e comunicação entre os agentes (PERKMANN; WALSH, 2007).	<i>Média Proximidade:</i> Empreendedorismo acadêmico (empresas <i>spin-off</i>) <i>Baixa Proximidade:</i> Transferência de propriedade intelectual; e Publicação.	<i>Alta proximidade:</i> Parcerias de pesquisas; Serviços de pesquisa, Contrato de Pesquisa. <i>Média proximidade:</i> Treinamento de recursos humanos e transferência. <i>Baixa proximidade:</i> Publicação científica
Resultados da IUE	Publicações Patente transferida Criação de empresa (<i>spin-off</i>)	Publicações Recursos Financeiros Formação de RH e treinamento de estudantes
Objetivos da universidade para a IUE (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002)	Aumento do conhecimento sobre os problemas existentes Incorporação de novas informações nos processos de ensino e pesquisa. Divulgação da imagem da universidade Aumento da relevância da pesquisa acadêmica; Prestígio para o pesquisador	Aumento do conhecimento sobre os problemas existentes Incorporação de novas informações nos processos de ensino e pesquisa Obtenção de novos recursos financeiros adicionais para a pesquisa; Obtenção de materiais adicionais; Aumento da relevância da pesquisa acadêmica; Prestígio para o pesquisador Possibilidade de futuros contratos
Objetivos da empresa para a IUE (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002)	Acesso a laboratórios e instalações de pesquisa; Acesso a equipamentos e insumos de pesquisa; Acesso a recursos humanos qualificados; Conhecimento sobre os avanços em sua área de atuação; Acesso a novos conhecimentos; Redução de riscos; Redução de custos de pesquisa	Acesso a laboratórios e instalações Acesso a equipamentos e insumos de pesquisa; Acesso precoce a resultados de pesquisas; Solução de problemas específicos; Aumento da competitividade; Acesso a recursos humanos qualificados; Conhecimento sobre os avanços em sua área de atuação; Acesso a novos conhecimentos; Redução de riscos; Redução de custos de pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa.

Dentre os incentivos locais observados nas IUEs, distingue-se o papel das incubadoras e aceleradoras de empresas da UC Berkeley-CITRIS e QB3, as quais forneceram novos conhecimentos de gestão, empreendedorismo e desenvolvimento de tecnologia. O IPIRA é considerado relevante pelos entrevistados para a gestão da inovação, a atuação no depósito das patentes, na abertura de empresa spin-off e no contrato de licenciamento e o acesso às aceleradoras

de empresas (Skydeck, Citris, QB3). Observou-se que os cursos governamentais de formação em gestão e empreendedorismo (I-Corps e FAST) contribuíram para que os canais *spin-off* e transferência de tecnologia se fortalecessem na UC Berkeley.

Nas IUEs observadas no caso Murthy lab, além dos equipamentos, o acesso à rede de pesquisadores da universidade para trocas informais para a geração de conhecimento (CORRADI; NEIVA, 2018) possibilitou ao pesquisador conhecer outros pesquisadores e obter incentivos à inovação e empreendedorismo. A CEO da empresa Bioamp teve acesso ao laboratório Riley e à infraestrutura de suporte (CITRIS, IPIRA e QB3), o que gerou um processo motivacional e influenciou o engajamento em atividades científicas com finalidade industrial.

5.4 Análise das proposições de pesquisa no caso estadunidense

As proposições de pesquisa P1, P2 e P3 foram analisadas à luz das duas interações do Laboratório Murthy e do Laboratório Riley com as empresas Bioamp e Silverlake.

- P1 – Quanto maior a infraestrutura de pesquisa (número de pessoas, área de pesquisa em metros quadrados e valor dos equipamentos), mais diversos os canais de IUE.

O Laboratório Riley apresentou a maior infraestrutura de pesquisa e a maior diversidade de canais de interação com empresas. Isso confirma esta proposição no contexto estadunidense. As pesquisas sobre os canais de IUE mostraram que aqueles que são bidirecionais apresentam benefícios de inovação e produtivos para empresa e vantagens intelectuais e econômicas para as universidades (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

- P2 – Quanto maiores a qualificação e a diversificação da equipe de pesquisa do laboratório, maior a diversidade dos canais de IUE.

Esta proposição foi confirmada. O Laboratório Riley possui a equipe com o maior número pessoas, diversidade de formações e o maior número de titulados (doutores e mestres). Também, apresentou a maior diversificação de canais de IUE. Ambas as IUE geraram publicações como canal de interação. Segundo Azagra-Caro *et al.* (2019), a produção científica é uma missão das universidades ativas em pesquisa e um ativo para as empresas em se ter trabalhos publicados em revistas científicas com universidades de qualidade como a UC Berkeley.

- P3 – Quanto maiores e mais diversos os incentivos nacionais e locais de fomento à IUE, maior a diversificação dos canais de IUE.

Proposição confirmada, uma vez que os incentivos locais à IUE dos laboratórios da UC Berkeley compreenderam infraestrutura da universidade com SPO e IAO (IPIRA), a qualidade dos resultados de pesquisa, a obtenção de aprovação de contrato de pesquisa em parceria com empresa, e, no caso específico da IUE entre Riley Lab-*Silverlake Research Corporation*, o grande incentivo foi o investimento financeiro de capital de risco do governo estadunidense, dos programas STTR e SBIR. Segundo Mazzucato (2011) o papel do Estado Empreendedor, em áreas como o Vale do Silício nos Estados Unidos, é de definir a inovação pela criação de novos mercados com tecnologias financiadas pelo Estado e repassadas ao setor privado. Assim, o Governo concedeu recursos para uma interação e fomentou alguns canais, como contrato para projeto de pesquisa, P&D cooperativo de longo prazo, publicações e treinamento dos pesquisadores. Observou-se maior diversificação de canais no Riley Lab, do que na interação Murthy Lab-BioAmp, cujos principais canais foram o licenciamento de patente e a geração de empresa *spin-off*.

No contexto estadunidense, os resultados confirmaram as três proposições de pesquisa. Trata-se de uma universidade localizada em um SNI maduro, com toda a estrutura de apoio e elevado financiamento para pesquisas do governo, além do interesse das empresas em se aproximar da universidade. Todas as proposições consideram como denominador comum a diversificação e o número de canais de transferência de conhecimento das IUE, pois identificar os canais de transferência de conhecimento entre universidade e empresas pode direcionar os esforços dos envolvidos em alinhar expectativas e potencializar os resultados da IUE (RAPINI *et al.*, 2009; DUTRENIT; ARZA, 2010; ROSA *et al.*, 2018). Além disso, a diversificação de canais apresentou tanto canais bidirecionais, com P&D colaborativo e rede de consórcio de pesquisadores quanto canais unidirecionais como publicações. Observou-se ainda que o maior relacionamento dos laboratórios investigados foi com empresas pequenas ou start-ups, o que é típico de setores de alta tecnologia, como a Biotecnologia nos EUA (MOWERY; ROSENBERG, 1993).

5.5 Discussão do caso estadunidense

Alguns pontos de atenção são destacados no caso estadunidense.

a) A geração de *spin-off* tecnológica

A criação das empresas *spin-off* acadêmicas tecnológicas em biotecnologia pelo Laboratório Murthy – a GenEdit e a BioAmp – revelou a transferência do conhecimento acumulado na universidade via apoio do ETT (IPIRA) e promoveu o desenvolvimento econômico via geração de novos produtos e empregos nas unidades produtivas. A literatura mostra que na área de Biotecnologia os incentivos financeiros governamentais dos EUA são superiores aos da média de incentivos de países da Europa, além da legislação que favorece a criação de empresas tecnológicas (COOKE, 2002; MAZZUCATO, 2011). Ainda, observa-se a existência relevante da figura do *VC*, ou investidor de risco privado, conceito criado no Vale do Silício para significar uma entidade que provê o capital semente, para negócios inovadores e empreendedores acadêmicos (ETZKOWITZ, 2008).

Os entrevistados não relataram a obtenção de capital de risco ou de investimento pela *spin-off* Bioamp em dois anos de existência; contudo, foi relatado o pedido, submetido pela empresa, de financiamento de pesquisas em parceria com a universidade. Observou-se ainda, em outro caso de IUE, também do laboratório Murthy, o investimento de capital de risco privado de US\$ 10 milhões de dólares em dois anos de existência da empresa *spin-off* GenEdit. As tecnologias desenvolvidas pelas duas empresas focalizam diferentes temas da Biotecnologia. A tecnologia utilizada pela GeneEdit envolve edição genômica (proteína CRISPR/Cas9), descoberta na UC Berkeley em 2012 e atualmente uma expertise da universidade. De acordo com o relatório anual *Technology Commercialization Report 2018*, do sistema da University of California (UC), a segunda patente da UC que gerou os melhores ganhos em royalties em 2018 foi a patente “Gene-editing Tools and Reagents” (UC, 2019), que gerou US\$12.406.000,00 (em *royalty e fee income*). Portanto, o papel da universidade, no caso estadunidense, foi observado tanto no fornecimento de infraestrutura de apoio à pesquisa quanto no acesso à rede de pessoas, capital, processos de abertura de empresa *spin-offs* e divulgação das empresas (MOWERY; ROSENBERG, 1993).

b) Os canais de transferência de conhecimento nas IUEs

O caso estadunidense apresentou, principalmente, o canal de interação de projeto de pesquisa e desenvolvimento de longo prazo nas duas interações (Murthy-Bioamp e Riley-Silverlake). Este resultado está de acordo com a literatura de países desenvolvidos com SNI maduros (MOWERY; ROSENBERG, 1993; GUIMON, 2013; SCHMOCH, 1999). Na IUE com a empresa Silver Lake Research Corporation (que possui laboratório empresarial e P&D interno),

foi necessário acessar os conhecimentos e a infraestrutura do laboratório Riley, que possui nível de biossegurança BS2 e BS3 e amostras biológicas. Neste canal, houve a valorização da universidade como fonte de inovação e como ator relevante a ser envolvido no processo de inovação (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

No caso da interação Laboratório Riley e empresa Silverlake, o canal de P&D cooperativo gerou artigos publicados, tendo ocorrido a retroalimentação de um resultado de artigo publicado para outro resultado e também canal de IUE (geração de empresa *spin-off*), corroborando a literatura e o marco analítico (Figura 1).

A empresa *spin-off* Bioamp foi criada com a intenção de explorar comercialmente uma patente da UC Berkeley, de propriedade dos pesquisadores do Lab Murthy e do Riley Lab, considerada relevante não somente por proteger a tecnologia, como também por trazer reconhecimento e obter credibilidade e investimento, considerando-se os fundos públicos e privados. Podem-se considerar o canal de licenciamento de patente do Laboratório Murthy para a empresa Bioamp *spin-off* do laboratório e o canal de interação geração de *spin-off* que confirmou a literatura de IUE em biotecnologia (KLEVORICK *et al.*, 1995; COHEN; NELSON; WALSH, 2002; COOKE, 2002).

O canal unidirecional de IUE publicações foi citado pelos entrevistados como relevante por ampliar a visibilidade das pesquisas do laboratório e atrair o interesse das empresas para realizar interações. Além disso, canais como treinamento foram observados na equipe tanto do laboratório Riley Lab quanto da empresa Silver Lake, apresentando uma característica bidirecional. As técnicas utilizadas pela empresa para analisar os dados foram complementares às técnicas do laboratório acadêmico, conforme os entrevistados.

As proposições formuladas por esta pesquisa revelaram a relevância da frequência e da diversificação e complementariedade dos canais de IUE. As narrativas obtidas nas entrevistas forneceram a dimensão qualitativa dessas frequências. Dessa forma, o caso da IUE Riley Lab-Silver Lake combinou um canal de alta proximidade (pesquisa com resultados de longo prazo) com um canal de baixa proximidade (uso do conhecimento para a redação de artigos científicos). Ambos os canais levaram ao aumento do conhecimento pelos pesquisadores do laboratório. No entanto, apenas o primeiro canal conduziu à obtenção de financiamento e remuneração pelos serviços prestados. Neste sentido, diferentes canais podem levar a diferentes resultados e direcionar as estratégias de aproximação do laboratório com empresas, e vice-versa.

6 RESULTADOS DO CASO BRASILEIRO: A UFMG

Neste capítulo, apresentam-se os resultados das interações dos dois laboratórios da UFMG: Labbio e Labvir, tendo como referência as cinco entrevistas realizadas, os dois questionários aplicados e dados da pesquisa documental. No quadro 9 são apresentadas as características dos dois laboratórios.

Quadro 9- Infraestrutura, Recursos Humanos e Canais de IUE - Laboratórios UFMG

	Labbio	Labvir
1. Área de pesquisa (m ²)	200m ²	320m ²
2. Recursos humanos total	42	44
Graduandos	14 (33%)	17 (39%)
Mestrandos	14 (33%)	10 (23%)
Doutorandos	10 (24%)	10 (4%)
Pós-doutorandos	2 (5%)	2 (11%)
Pós-doutores	2 (5%)	5 (11%)
2. Recursos humanos Formação dos pesquisadores	Engenharia Mecânica, Medicina veterinária, Medicina, Odontologia, Fisioterapia, Educação Física, Biologia, Engenharia Química, Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação.	Farmácia, Bioquímica, Ciências Biológicas, Biologia, Biomedicina, Medicina.
3. Valor estimado dos equipamentos em 2018 (Questionário Ipea-Infra)	Acima de R\$ 250 mil até R\$ 500 mil	Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões
4. Valor estimado da receita de 2018 (Questionário Ipea-Infra)	R\$182.800,00	R\$ 700.000,00
5. Canais de interação universidade empresa (Questionário BR Survey).	1. Congressos 2. Incubadora de empresa 3. Publicações 4. Intercâmbio temporário de profissionais 5. Licenciamento de tecnologia 6. Projeto de P&D cooperativo 7. Troca informal de informações. 8. Consultoria	1. Publicações 2. Intercâmbio temporário de profissionais 3. Licenciamento de tecnologia 4. Projeto de P&D cooperativo 5. Treinamento 6. Consultoria

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa.

O Quadro 10 mostra as características das principais empresas que tiveram relacionamento com os laboratórios da UFMG investigados nesta pesquisa.

Quadro 10- Características das empresas que interagiram com os laboratórios da UFMG

País	Laboratório	Empresa	Criação	Ramo de atividade	Descrição da Atuação	Porte
Brasil	Labvir - UFMG	Bioclin/Quibasa	1977	Diagnóstico para a Saúde	Produção de kits de diagnóstico de doenças.	Médio
		Viriontech do Brasil indústria de insumos e serviços em Biotecnologia	2004	Diagnóstico para a Saúde	Suporte a empresas que produzem kits de diagnóstico com recombinantes. <i>Spin-off</i> do Labvir	Micro
	Labbio – UFMG	Toshiba e Toshiba América do Sul	1932 e 1968 (Brasil)	Produtos eletrônicos, energia e infraestrutura	Energia e infraestrutura elétrica, produção de dispositivos e componentes eletrônicos.	Grande
		Hypofarma	1948	Farmacêutico e hospitalar	Produção de medicamentos injetáveis para o segmento hospitalar.	Médio
		Crômico Indústria e Comercio de Calçados Ltda.	1993	Calçadista	Produção de calçados esportivos (2007-2013) e produção de calçados femininos (2013-2019).	Pequeno
		DMC Equipamentos	1998	Equipamentos para saúde	Produção de aparelhos de fotopolimerização utilizando LEDs como fonte de luz, fotoativação para clareamento dental e sistemas de laserterapia.	Médio
		Aptivalux Bioengenharia	2004	Biotecnologia e Odontologia	Desenvolve tecnologia de fototerapia dinâmica pelo uso da luz e reagentes da curcumina. <i>Spin-off</i> do Labbio	Micro

Nota: Classificação de porte com base no IBGE¹⁶ e Sebrae¹⁷, número de funcionários.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa e consulta aos *websites*^{18 19 20 21 22 23} das empresas.

A seção seguinte foi estruturada para apresentar os resultados dos questionários e das narrativas dos entrevistados, aqui nomeados E1, E2 e E3 (Labbio) e E4 e E5 (Labvir).

¹⁶ <https://www.ibge.gov.br/>

¹⁷ <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>

¹⁸ <https://www.bioclin.com.br/>

¹⁹ <http://www.toshiba.com.br/>

²⁰ <http://www.hypofarma.com.br/>

²¹ <http://www.cromic.com/>

²² <http://www.dmcgroup.com.br/br/>

²³ <https://www.ilocal.com.br/aptivalux-bioengenharia>

6.1 Caso UFMG – Laboratório de Bioengenharia (Labbio)

O Labbio foi fundado em 1999 e localiza-se no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da UFMG. As principais áreas de pesquisa são nas áreas de: Engenharia Cardiovascular, Biofotônica, Tecnologia Assistiva, Biomimética, Medicina Regenerativa e Biomecânica. Este laboratório possui um histórico de mais de vinte anos de interação com diversas empresas e organizações como hospitais. Foram selecionadas duas IUE do laboratório, com as empresas Crômico e Aptivalux.

6.1.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE

O Labbio possui uma equipe de pesquisa composta por 42 pesquisadores, sendo 67% de graduação e mestrado (14 graduação e 14 mestrados) e 28% pesquisadores de pós-doutorado e doutorado (10 doutorandos e 2 pós-doutorandos) e 2 pós-doutores (5%). Os pesquisadores são de diversas áreas da Engenharia – Mecânica, Química, Elétrica e Controle e Automação – e das Ciências Biológicas – Odontologia, Fisioterapia, Biologia e Terapia Ocupacional. O número de pesquisadores, a formação acadêmica e a qualificação da equipe atual são considerados adequados às necessidades do Labbio, segundo seu pelo líder. No entanto, o número de profissionais de apoio técnico-administrativo atual (2) é considerado pouco adequado. O espectro da pesquisa na área de Bioengenharia no Labbio é muito grande, desde dispositivos de reabilitação física e motora até equipamentos para a Odontologia. Pela análise dos nomes dos pesquisadores inventores das patentes da UFMG de tecnologias desenvolvidas no Labbio, foi possível identificar pela consulta à Plataforma Lattes do CNPq e ao *website* do INPI que todas foram redigidas por dois ou mais pesquisadores de diferentes formações (graduação ou pós-graduação) (Apêndice H).

A apesar de o Labbio ter uma equipe diversificada, salienta-se que sua composição é basicamente concentrada entre duas grandes áreas do conhecimento: Engenharia e Ciências Biológicas, sendo que das 9 patentes concedidas 5 foram redigidas por pesquisadores com formação em Engenharia somente (Apêndice H).

Na visão do entrevistado E1, a multidisciplinaridade é um diferencial do Labbio e isso possibilita a junção de diferentes competências para a solução dos problemas de pesquisa. Explica E1: “*Aqui nós temos diferentes competências trabalhando na solução de diversos problemas,*

como tem que ser, uma vez que eu lido com problemas da área da saúde”. Segundo E2, o Labbio atua em uma área interdisciplinar, a Bioengenharia, e a natureza das pesquisas leva a uma equipe de trabalho diversificada, com áreas de conhecimento distintas e complementares: *“Um projeto que vai trabalhar com órtese e prótese, é fundamental que você tenha alguém da área Mecânica, tem que ter alguém da área Eletrônica e Eletroeletrônica, tem que ter alguém da Fisioterapia e da Terapia Ocupacional”*.

O Labbio ocupa 200m² de área dedicada à pesquisa. Iniciou suas atividades em 1999, em uma sala de 12m² sem nenhum equipamento, conforme E3. Por intermédio do projeto Campus 2000, da Escola de Engenharia UFMG, seu fundador conseguiu um espaço maior no Departamento de Engenharia Mecânica, até mudar-se para o ambiente atual. De acordo com seu coordenador, a capacidade técnica do laboratório atual é avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior.

E1 declarou: *“O Labbio começou com alguns recursos que a própria escola tinha. Começamos com sucata. Eu cheguei a trazer computador de casa”*. Para E2, foi fundamental a rede de parcerias que o fundador do Labbio construiu.

Segundo os entrevistados, os pesquisadores do laboratório escrevem projetos de pesquisa para obterem recursos que possibilitem a manutenção e aquisição dos equipamentos de pesquisa, por meio de editais de agências de fomento, como, Finep, Fapemig, Capes e CNPq e oportunidades divulgadas por e-mail pelo Portal Financiar. Atualmente, um dos equipamentos mais importantes do laboratório é a impressora 3D *System*, adquirida via edital Finep, por R\$ 300.000,00, que permite realizar pesquisas de interesse de empresas, segundo E1.

De acordo com seu líder, o valor total da receita Labbio em 2018 foi de R\$182.800,00. Deste, 55% foram receitas obtidas a partir de verba de emenda parlamentar²⁴. Nesse ano, 10% da receita, ou R\$ 18.000,00, veio da Finep e 35%, ou 65.800,00, do CNPq. Os custos operacionais em 2018 ficaram entre R\$ 100 mil e R\$ 150 mil reais. O item ‘Despesa com pessoal (salários, bolsas etc.)’ foi considerado “muito alto” e o item ‘Insumos para pesquisa’, alto.

²⁴ A partir do contato do atual coordenador do Labbio com um professor da Faculdade de Farmácia da UFMG que obteve acesso a um político, o qual redigiu o projeto de emenda parlamentar para projeto de pesquisa em bioengenharia. Emenda parlamentar é um instrumento utilizado pelo Poder Legislativo (municipal, estadual ou federal) que visa acrescentar, alterar ou suprimir recursos do orçamento apresentado pelo poder executivo em relação ao orçamento da União.

Desde 2007, os recursos captados pelo Labbio em editais públicos das agências federais, como Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, CNPQ, Capes, Finep, Ministério da Educação e agências estaduais, por exemplo, Fapemig totalizam 21 projetos, no valor de R\$ 5.517.657,25. Este valor, corrigido pela inflação²⁵, totaliza R\$ 10.515.148,95. Os projetos apoiados se concentraram em tecnologia assistiva, cardiovasculares, fotossensibilizantes, neurociências, biomimética e eventos e reuniões para discutir inovações. As parcerias com empresas geraram R\$ 500.000,00 no mesmo período acima. Corrigido, este valor representa R\$ 952.863,55, o que equivale a 9% do valor do investimento público em pesquisas do laboratório.

Segundo seu coordenador, em 2018 as principais atividades do laboratório foram pesquisa, desenvolvimento de tecnologias, prestação de serviços e extensão. A atividade de ensino é realizada em alguns dias da semana.

Dentre as atividades realizadas no Labbio, a cooperação com instituições de pesquisa e agência de fomento no Brasil foi considerada de alta importância, ao passo que a cooperação com outras instituições de pesquisa no exterior e com empresas no país foi considerada de média importância. Por fim a cooperação em projetos financiados por agências de fomento internacionais e empresas no exterior foi considerada de baixa importância.

O coordenador informou que em 2018 o laboratório não prestou nenhum tipo de serviço técnico-científico, como, acesso a banco de células, análise de materiais, calibração, certificação, ensaios e testes para empresas, pesquisadores, governo e outros. O Labbio está aberto a usuários externos, o que facilita a interação com diferentes áreas do conhecimento da universidade para a geração de inovação e a possibilidade de interagir com empresas de diferentes segmentos e áreas de atuação. Realizam-se pesquisas que contam com pesquisadores de outros departamentos da UFMG, como, a Faculdade de Farmácia, a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Acrescentou que, no mesmo ano, 23 usuários externos realizaram atividades no laboratório, sendo 9 pesquisadores da UFMG, 4 pesquisadores de outras instituições, 4 alunos de pós-graduação e 6 alunos de graduação.

Levantamento realizado em 2018 no laboratório Labbio (LIBOREIRO; ULIANA; HUEBNER, 2018) identificou que em 2017 quinze estudantes receberam do CNPq, Capes e

²⁵Calculadora disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/folhainvest/calculadoras-correcao.shtml>>. desenvolvida pelo Banco Central, oferece a possibilidade de correção de valores por diversos índices de inflação, TR (Taxa Referencial), pela poupança (nova e antiga), pelo CDI (taxa de juros de empréstimos entre bancos) e pela Selic (taxa básica de juros). Consulta realizada em 30/05/2019.

Fapemig auxílio financeiro, por meio de bolsas de incentivo à pesquisa. Destes, 5 eram pesquisadores de doutorado, 6 eram pesquisadores de mestrado e 4 eram alunos de graduação. A provisão de bolsas do governo federal e do governo estadual de incentivo à pesquisa é positivo. Os pesquisadores consideram o valor das bolsas de pesquisas (R\$ 2.200 para doutorado, R\$ 1.500 para mestrado e R\$ 400 para graduação) baixo, tendo que, muitas vezes, complementar sua fonte de renda com atividades externas à universidade.

Conforme E3, a maioria das bolsas de pesquisa do Labbio em seus anos iniciais era direcionada aos alunos da área de Engenharia, por determinação da Escola de Engenharia da UFMG. Todavia, a natureza do laboratório de Bioengenharia demandava uma atuação interdisciplinar e o ingresso de alunos da área de Biologia. O entrevistado explicou que a Escola de Engenharia da UFMG criou um mecanismo de seleção (prova de cálculo), para que os estudantes de pós-graduação da área Biológica pudessem ser avaliados em conhecimentos da área de Engenharia ou Exatas. Se fossem aprovados, ingressariam nos cursos de mestrado e doutorado na Engenharia Mecânica, com pesquisas supervisionadas por professores do Labbio. Essa política resultou em aprovações, com bolsa de pesquisa aos alunos da área de Ciências Biológicas.

Os entrevistados citaram como incentivos locais e nacionais à IUE no Labbio: imagem positiva e treinamentos oferecidos pela UFMG, recursos financeiros governamentais da Finep e Fapemig e legislação brasileira de incentivo à inovação. Para os pesquisadores do Labbio, os incentivos institucionais recentes à inovação da UFMG, como a Política de Inovação da UFMG (2017), são relevantes por fortalecerem a IUE.

E1 afirmou que, por ser considerada referência em inovação no Brasil, a UFMG atrai o interesse das empresas. Para ele, no Brasil, incluindo a UFMG, os editais do governo são importantes para aproximar os laboratórios das empresas e o país está em transição para um modelo de maior IUE e, em consequência, menor dependência dos incentivos governamentais no futuro. Segundo E1, são sempre os mesmos editais: Finep, Capes, CNPq e Fapemig e eles se acostumaram a enviar projetos.

Segundo E2, a promulgação da Lei de Propriedade Intelectual Brasileira (Lei 9.279/1996), da Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) e do Marco Legal da Inovação (Lei 13.243/2016) possibilitou ao NIT, a CTIT, operacionalizar e regulamentar a prestação de serviços pelos laboratórios: *“Efetivamente, agora a gente tá conversando para poder ofertar no laboratório hora*

de consultoria. Nós temos a impressora 3D de alta qualidade. Então, nós conseguimos fazer, por exemplo: imprimir peças e vender”.

Os treinamentos sobre o tema proteção intelectual, antigamente realizados em parceria com a CTIT- UFMG, suportavam os pesquisadores no entendimento de como as tecnologias do laboratório podem gerar patentes. Essa prática de treinamento em propriedade intelectual foi muito disseminada, mas atualmente (2019), não é mais praticada pela CTIT UFMG no Labbio.

O professor estabeleceu um relacionamento pessoal com ela [a CTIT] logo no início e ele a levava anualmente no Labbio para fazer uma palestra para todos os alunos IC, mestrado, doutorado sobre patentes. Hoje, não tem isso mais, não. Mas isso acabou gerando uma cultura de todos os alunos do que era uma patente. Outra coisa: quando tinha empresa visitando, o professor fazia questão de estar todo mundo lá presente. (E3).

6.1.2 IUE do laboratório Labbio: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades

A IUE no Labbio aconteceu em diversos formatos. Segundo seu coordenador, o Labbio estava interagindo, em julho de 2019, com cinco empresas ou instituições: Hospital Felício Rocho, Hospital Paulo de Tarso, Hospital da Baleia, Aptivalux e Braile Biomédica. Ele estabelecia a maioria dos tipos de interação com empresa identificados pelo questionário BR *Survey*. Seu coordenador identificou como importantes os seguintes tipos de interação com empresas nos últimos três anos (2016 – 2018): serviços de engenharia, consultoria, transferência de tecnologia (licenciamento), os projetos de P&D em colaboração com a empresa com resultados de uso imediato e sem resultados de uso imediato, projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa, projetos de P&D substitutos às atividades de inovação da empresa e prospecção de mercados e planejamento, sendo este último considerado o mais importante.

No entanto, não realizou ou não considerou importantes nos últimos três anos (2016-2018) as interações: testes para padronização e certificação de qualidade, avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos, treinamento e cursos e intercâmbio nas empresas.

O Labbio possui um histórico com projetos de pesquisa em parceria com empresas desde o ano de sua fundação. Cada interação possui uma particularidade e finalidade.

Eu já trabalhei muito na área de extensão com prestação de serviço. Então, às vezes, é uma mera consultoria. Eu vou lá e resolvo o problema. É dinheiro para cá e solução para lá. Algumas vezes, não; eles querem um desenvolvimento de uma tecnologia, eles querem um produto diferente, uma solução diferente, e, muitas vezes, o papel da empresa. Se a gente pensar em termos de Brasil, eu quero produzir isso, mas eu não quero ter um centro de pesquisa trabalhando nisso (E1).

Os canais de troca de informação e de conhecimento na IUE considerados importantes pelo líder do Labbio são: congressos, publicações, incubadoras, consultoria, troca informal de informação, licenciamento de tecnologia, intercâmbio temporário de profissionais e projetos de P&D cooperativos, sendo este último o mais importante.

Um canal de IUE considerado importante pelo coordenador do Labbio foi licenciamento de tecnologias. Observa-se que o Labbio contribuiu com 4,26% do total de depósitos de patentes da UFMG (1.078), um volume significativo. De acordo com a CTIT, os pesquisadores do Labbio são autores de 46 patentes da UFMG depositadas no Brasil, das quais 9 (20%) foram concedidas. Além disso, houve o depósito de 5 patentes internacionais nos EUA, Europa e Japão. Salienta-se que não é necessário que uma patente seja concedida para que a UFMG possa transferi-la para empresas.

Tem-se que, até o momento, das 46 patentes depositadas no INPI (Apêndice I) pela UFMG, sete possuem co-autoria além dos pesquisadores do Labbio, empresas ou organizações. A informação de cotitularidade de patente é resultante de pesquisa e desenvolvimento em cooperação com outras instituições ou empresas. Até julho de 2019, 5 patentes haviam sido transferidas para empresas independentemente de terem sido ou não concedidas pelo INPI (Apêndice J).

Projetos de P&D cooperativos é um canal de IUE considerado importante pelo Labbio. E3 afirmou que o fundador do laboratório criou uma rede de cooperação que impulsionou a interação com empresas para o estabelecimento de parcerias. Citou como exemplo a interação do Labbio há mais de dez anos com o Hospital dos Olhos e a Fundação Hospital de Olhos, que gerou a criação do grupo de pesquisa LAPAN. A iniciativa surgiu a partir da descoberta de uma célula capaz de explicar uma série de problemas de aprendizagem relacionados à visão em crianças que não apresentavam problemas oftalmológicos, mas de aprendizagem e de leitura, apesar da boa acuidade visual (UFMG, 2019a).

Segundo Liboreiro, Uliana e Ruebner (2018), o Programa Bom Começo, uma parceria entre a UFMG (Labbio, LAPAN), a Fundação Hospital de Olhos e as prefeituras de Ibirité e Nova Lima forneceu o monitoramento continuado da saúde oftalmológica e beneficiou milhares de crianças e adolescentes. Além disso, permitiu aos pesquisadores do Labbio a oportunidade de testar tecnologias em larga escala e o acesso ao mercado, gerando teses e artigos.

Entre os benefícios das IUE identificados pelo coordenador do Labbio, destaca-se como o mais importante a obtenção de ideias para novos projetos de cooperação, além de outros como:

novos projetos de pesquisa, intercâmbio de conhecimentos ou informações, novas redes de relacionamento, reputação, equipamentos e instrumentos de uso compartilhado, recebimento de insumos para as pesquisas e recursos financeiros.

A estratégia atual do Labbio de se aproximar de empresas é reflexo da atitude de seu líder fundador, que abriu as portas do laboratório e da universidade para as empresas. Isso foi fundamental para gerar na equipe do laboratório uma relação de confiança para atuar com empresas, fortalecendo o senso de necessidade de aproximar a universidade do mercado.

E3 afirma que essa cultura empreendedora gerou a interação com diversas empresas.

O maior benefício era a cultura local, uma cultura onde você levar uma empresa não era palavrão, era uma coisa natural. Quando o professor ganhou aquele espaço maior na reforma, ele criou salas. Cada sala, ele, geralmente, destinava algum projeto. Naquele projeto, se ele era patrocinado ou tinha fomento da Capes ou da Fapemig, ele punha as placas que você vê lá e tem a placa da empresa. Ele trabalhava muito para Embraco, que fazia compressores, da Brastemp, e, então, ele fazia questão de explicitar que ali tinha não só uma parceria, mas tinha recurso de uma empresa privada (E3).

Dentre as dificuldades da IUE consideradas importantes para o líder do laboratório, citam-se: a burocracia por parte da empresa, burocracia por parte da universidade, custeio da pesquisa, diferença de prioridades, falta de conhecimento nas empresas das atividades realizadas na universidade, falta de conhecimento das necessidades das empresas por parte das universidades e falta de confiança.

Dentre os desafios do Labbio para interagir com empresas, segundo E2, destaca-se a diferença entre a percepção de tempo dentro da universidade para realizar pesquisa e a necessidade de tempo da empresa para resolver problemas e inovar: *“Os desafios são de convencer a empresa de que o trabalho aqui acontece aqui dentro ele não é tão rápido quanto a consultoria, a gente precisa de mais tempo”*.

Os limites institucionais burocráticos da universidade são considerados pelo coordenador como uma dificuldade de relação com empresas, representando um obstáculo à inovação, pois os trâmites são lentos para encontrar as empresas interessadas nas tecnologias do Labbio. Além disso, há a sobrecarga de atividades esperadas do professor-pesquisador ao lidar com ensino, pesquisa, gestão de tecnologia e prospecção de empresas e clientes para licenciar tecnologias.

A UFMG, em termos de burocracia, ela não te ajuda muito. Pelo contrário, ela até dificulta. Como eu te falei, é muita burocracia. Você precisa passar por diversas áreas. É muito difícil a gente desenvolver as coisas aqui. Eles procuram licenciar só quando as patentes saem. A CTIT quer que cada um corra atrás. Como é que ele vai ser professor?

Então, o que a CTIT quer? Que você seja professor, seja gestor, e não tem o escritório de gestão da tecnologia. A CTIT só vai entrar depois que tudo tá pronto. Eu acho que ela peca muito nessa gestão [da tecnologia] (E3).

E3 defende que o processo interno de proteção intelectual da universidade está organizado em diversas instâncias de análise e aprovação, desde o líder do laboratório, o chefe de departamento, a Câmara Departamental, o Comitê de Ética etc. Além disso, os órgãos de fomento à pesquisa (por exemplo, o CNPQ) não oferecem garantias de confidencialidade dos dados em projetos de inovação e existe o risco de que outras pessoas possam ver as ideias inovadoras desenvolvidas no laboratório e implementá-las. E3 argumenta que várias pessoas têm acesso à ideia inovadora e se ele quiser recurso de fomento, uma pessoa da agência de fomento vai ler o projeto: *“Quem vai ler, provavelmente, é uma pessoa que tem muito mais dinheiro que eu. Se essa pessoa gostar da ideia e quiser desenvolver ela antes de mim, ela desenvolve, porque ela tem dinheiro”*.

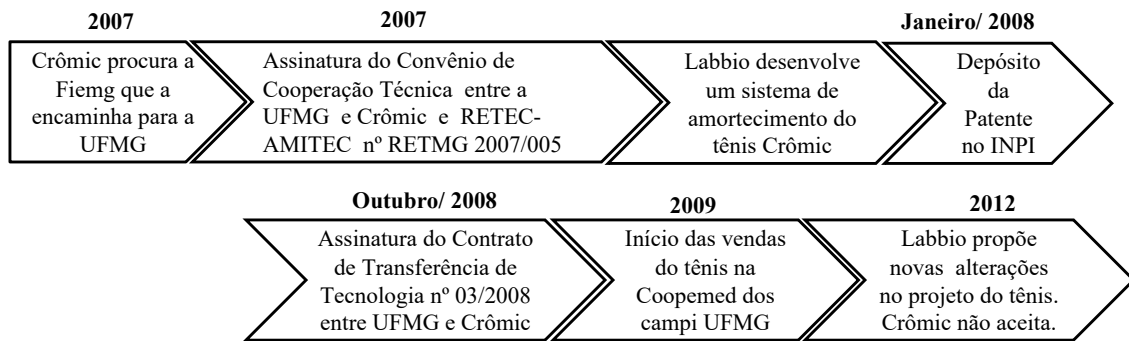
As interações do Labbio com empresas geraram diversos resultados acadêmicos e comerciais nos últimos três anos: novas descobertas científicas; publicações; novos produtos e artefatos; novos projetos de pesquisa; teses e dissertações; formação e treinamento de estudantes; design; criação de novas empresas *spin-offs*; melhoria de produtos industriais e patentes. O resultado de IUE considerado mais importante pelo coordenador do laboratório foi novos produtos e artefatos.

A seguir são apresentadas duas IUEs com as empresas Crômico e Aptivalux.

6.1.3 Interação Labbio e Crômico – Novo produto e patente transferida

A Crômico Calçados Ltda., do setor calçadista, está sediada em Nova Serrana, estado de Minas Gerais. Em 2007, enfrentava dificuldades para inovar em seus produtos e procurou a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), para que pudesse obter apoio no desenvolvimento de um produto. A FIEMG encaminhou a demanda à UFMG, via CTIT, que a redirecionou ao Labbio.

A Figura 5 mostra um sumário da interação entre a Crômico e o Labbio.

Figura 5 - Sumário Executivo Interação Labbio e Crômico Calçados

Fonte: Elaborada pela autora.

c) Ano 1 da IUE (2007)

E1 e E2 participaram do projeto com a empresa Crômico desde as primeiras reuniões até o desenvolvimento da nova tecnologia e têm seus nomes na patente gerada pelo projeto. Segundo E1, a infraestrutura da CTIT-UFMG contribuiu para que esse relacionamento entre a empresa Crômico e o Labbio se iniciasse. Um dos motivos que levaram a FIEMG a direcionar a demanda da Crômico para a UFMG e para o Labbio foi a expertise do líder do laboratório, conforme E2.

Foi a Crômico, uma empresa de calçados de Nova Serrana. Ela estava com o intuito de melhorar a qualidade dos calçados dela. Ela tinha um tênis, mas o tênis era tão duro que não amortecia muito e tinha uma aceitação não muito boa no mercado, um tênis de baixo custo, né. A FIEMG fez a ponte com a CTIT. Aí, a CTIT pegou essa demanda. E então, a gente precisava de gente da fisioterapia e da engenharia. O desafio era esse: desenvolver um sistema de amortecimento novo para o calçado dele e testar (E2).

No primeiro ano da interação, 2007, construiu-se o protótipo do sistema de amortecimento do solado do tênis modelo Aerobase. A interação envolveu profissionais de vários departamentos. Foram realizados testes para validar o protótipo:

Primeiro, a turma de Engenharia desenvolveu esse sistema de amortecimento novo e propôs mudar a estrutura do calçado, para ele ter um amortecimento melhor do que tinha. E, aí, a gente fez vários testes, ainda simulando computacionalmente, e viu que estava eficiente. Passamos para a empresa que construiu o protótipo, a empresa fez o modelo, fez o tênis, trouxe aqui na UFMG e nós fizemos um teste na fisioterapia. A gente observava a força na hora que a pessoa estava andando. A gente colocou um sensor de carga na esteira e uma pessoa andando. Melhorou radicalmente a qualidade (E2).

Conforme levantamento prévio realizado por Oliveira e Giroletti (2016), a UFMG assinou dois documentos com a empresa Crômica no ano de 2007: o Convênio de Cooperação Técnica para desenvolver o Projeto “Desenvolvimento de um novo calçado esportivo” e o Termo Aditivo com a Proposta RETEC-AMITEC-Crômica nº RETMG 2007/005. Segundo os autores, este projeto de pesquisa foi apoiado pela Rede de Tecnologia de Minas Gerais (RETEC) e pelo Programa de Apoio à Melhoria e Inovação Tecnológica (AMITEC), com um valor de R\$ 45.000,00, sendo que R\$ 30.000,00 foram financiados pelo AMITEC/RETEC, um programa em parceria com o SEBRAE/MG, a Fiemg e a Fapemig e o restante foi pago pela empresa Crômica (R\$ 15.000,00).

d) Ano 2 da IUE (2008)

No segundo ano da interação entre o Labbio e a Crômica, foi desenvolvido o produto e depositada uma patente no INPI (PI 0800552-4). O projeto contou com uma equipe diversificada, conforme consulta ao website do INPI dos dados dos inventores da patente: 2 professores, 2 estudantes de graduação, 3 estudantes de mestrado e 4 estudantes de doutorado. Portanto, foram 11 pesquisadores inventores da patente, que possuem formação diversificada em duas grandes áreas: Engenharia (6) e Fisioterapia (5), ambas relativas à necessidade de desenvolvimento da tecnologia para a solução do problema da empresa (Apêndice K).

Neste mesmo ano, conforme Oliveira e Giroletti (2016), a CTIT UFMG intermediou a assinatura do Contrato de Transferência de Tecnologia nº 03/2008, pelo qual a UFMG transferiu à Crômica os direitos de fabricação, em escala industrial, e de comercialização do novo produto por um prazo de 10 anos, podendo ser prorrogado. Ficou estabelecido ainda, o pagamento pela Crômica à UFMG de 1,5% sobre a receita bruta auferida na comercialização dos novos produtos provenientes do uso da tecnologia, a título de royalties; não foi previsto nenhum pagamento à UFMG quanto ao uso dos desenhos industriais (OLIVEIRA; GIROLETTI, 2016). E2 relatou que a Crômica pagou à UFMG os *royalties* e providenciou os insumos para o protótipo do tênis.

Segundo Acs, Audretsch, e Feldman (1994), os gastos em pesquisa universitária são insumos indispensáveis à geração de atividades inovadoras nas pequenas firmas, o que pode ser exemplificado pelo investimento realizado pela Crômica nesta interação do Labbio-Crômica.

c) Ano 3 da IUE (2009)

O lançamento do tênis Crômico Aerobase ocorreu em janeiro de 2009. Começou a ser vendido nas lojas Coopmed, localizadas nos campi da UFMG (Pampulha e Saúde), mediante divulgação pública no website da UFMG, no Boletim UFMG de 3 de julho de 2009:

Tênis desenvolvido na UFMG será vendido nos campi Pampulha e Saúde. O tênis para caminhadas Crômico Aerobase, com tecnologia desenvolvida pela UFMG, será vendido a partir de final de julho pela Coopmed, que tem lojas no térreo do prédio da Faculdade de Medicina e na Praça de Serviços do campus Pampulha. No próximo dia 9 de julho, o produto passa a ser comercializado em Belo Horizonte. Criado no Laboratório de Bioengenharia do Departamento de Engenharia Mecânica, o tênis é fabricado pela empresa Crômico Indústria e Comércio de Calçados (UFMG, 2009, *online*).

Nesta IUE, foram gerados resultados comerciais (patente e novo produto) e acadêmicos, como, formação dos estudantes, teses, dissertações e artigos publicados. A patente, designada “Sistema de amortecimento para solados de calçados”, teve como data depósito 15/01/2008: PI 0800552-4. Outro resultado foi o *know-how* obtido pela equipe de pesquisadores em sistemas de amortecimento de calçados. Conforme E2, a patente não foi concedida, mas já foi explorada comercialmente:

A partir do momento que você deposita a patente você já pode explorá-la comercialmente, mas o Estado demora muito tempo para poder analisar demora 12 anos. Ela por muito tempo pagou *royalties* para a universidade (E2).

d) Ano 4 da IUE (2010)

Os entrevistados do Labbio não relataram informações sobre o ano de 2010.

e) Anos 5 e 6 da IUE (2011 e 2012)

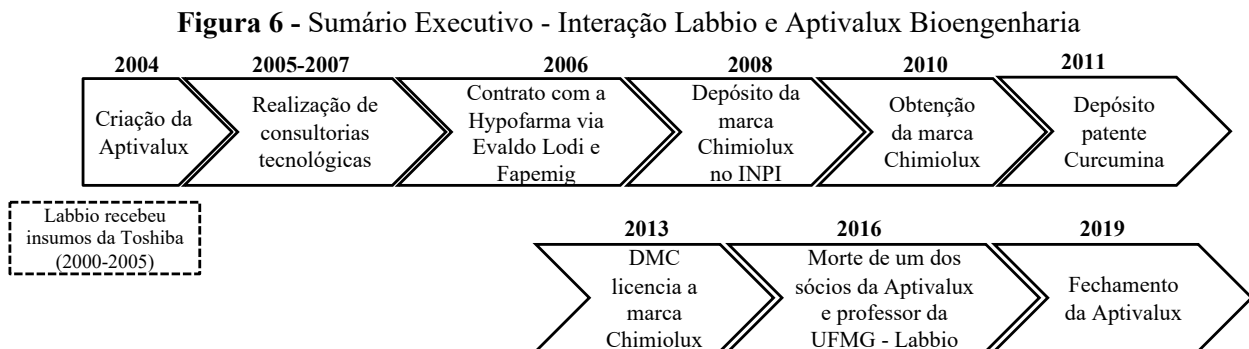
Em 2011 e 2012, os pesquisadores do Labbio sugeriram algumas modificações no cabedal do tênis e um novo material para um modelo de corrida. No entanto, a Crômico não teve interesse em continuar a IUE, pois sua linha esportiva de tênis foi descontinuada em 2013 e substituída pela produção de calçados femininos, conforme divulgado no *website* da Crômico.

6.1.4 Interação Labbio e Aptivalux bioengenharia – Geração de empresa *Spin-off*

A Aptivalux Bioengenharia Ltda. foi criada em 2004²⁶, como o resultado de pesquisas realizadas no laboratório. Tem foco em atender uma demanda nacional por produtos nas áreas de fotobiomodulação, terapia fotodinâmica, clareamento dental, mucosite, periodontia e desinfecção ativada pela luz de acometimentos por bactérias ou fungos. Segundo Araujo *et al.* (2015), a cárie dentária continua sendo um importante problema de saúde pública. Os pesquisadores utilizaram o fotossensibilizador Chimiolux® (azul de metileno na 100mg / L), produzido pela empresa Aptivalux® (Belo Horizonte, Brasil) e os resultados demonstraram que bactérias viáveis foram reduzidas em todas as placas de ágar após a fotossensibilização.

A empresa Aptivalux é formada por 5 pessoas, numa composição societária multidisciplinar: 3 cirurgiões-dentistas, 1 médico veterinário e 1 engenheiro mecânico. Trata-se da primeira *spin-off* das três do Labbio, conforme o livro *Technologies for Medical Sciences*²⁷.

A Figura 6 sumariza a interação Aptivalux e Labbio, descrita a seguir.



Fonte: Elaborada pela autora.

a) Anos anteriores à criação da empresa *Spin-off* (2000-2004)

²⁶ A empresa obteve o registro de seu CNPJ em 20/09/2004, conforme website da Receita Federal (RF). Encontrava-se com o status ativo em 29/10/19. No entanto, no livro *Technologies for Medical Sciences* (2012) há a referência de que as operações da empresa iniciaram em 2005. As atividades na RF são: consultoria em gestão empresarial, comércio varejista de outros produtos, treinamento, aluguel de equipamentos científicos, médicos e hospitalares e comércio de artigos médicos e ortopédicos.

²⁷ The Laboratory of Bioengineering (Labbio) is dedicated to Cardiovascular Engineering, Biophotonics, Assistive Technology and Biomechanics. Labbio was recognized by FINEP as “Innovative Laboratory” because of the expressive number of patents generated. Up to now, LabBio has launched three spin-offs companies: Aptivalux Bioengineering LTD. (established in 2005); Fanfarra Estúdio LTD. (established in 2008) and 3D Foot LTD. (established in 2009) (NATAL JORGE, et al., 2012, p. 201).

O objetivo inicial da Aptivalux era construir equipamentos de radiação a *laser* por *LED*. A parceria com a Toshiba foi efetivada por intermédio de um dos pesquisadores de doutorado do laboratório na época. A empresa doou materiais de LED para as pesquisas do Labbio e da Aptivalux de 2000 a 2005. A área principal de pesquisa de doutorado e pós-doutorado de três dos sócios da Aptivalux era clareamento dental, o que demandava LED como insumo de pesquisa. A parceria entre Labbio e a Toshiba foi vital para testar as hipóteses de pesquisa e validar a tecnologia.

Segundo E3, que é um dos sócios da Aptivalux, o interesse da Toshiba em se aproximar da UFMG era ter acesso aos estudantes de Engenharia, divulgar a marca Toshiba e ensinar os alunos a utilizarem seus produtos, ao invés dos produtos da Siemens, sua concorrente. Para ele, a manutenção do relacionamento com empresas exige um trabalho extra dos pesquisadores, mas, se não fossem as parcerias com empresas, muitas pesquisas de doutorado no Labbio e na UFMG não poderiam ser realizadas. Acrescentou que a Escola de Engenharia da UFMG possui diversos alunos que trabalham em empresas, o que facilita a comunicação e interação com estas:

Na Escola de Engenharia você tinha muitos funcionários da Mannesmann que iam fazer mestrado, funcionários da Vale que iam fazer mestrado, funcionário tenente, sargento da Aeronáutica que mexia com manutenção de aviação que ia fazer mestrado. Até hoje existe isso. Então, você tem essa mobilidade maior, tem uma interação com as empresas. Mais natural. Então, por isso que o ambiente de lá era mais fértil (E3).

b) Ano 1 da IUE (2004)

Alguns dos pesquisadores que fundaram a Aptivalux já possuíam pesquisas prévias relacionadas à terapia fotodinâmica, inclusive com patentes anteriores a seu ingresso no Labbio, de acordo com E3. A Aptivalux surgiu de projetos do fundador do Labbio e de pesquisadores com formação em Odontologia:

[Ele] participou de um projeto com parceria com odontologistas, onde eles até criaram uma *start-up*, que virou uma empresa para poder explorar tecnologia, que é usar luz de LED, laser com um produto para poder fazer cicatrização de feridas e tratar infecções. Se você usar somente a luz, ele ajuda a cicatrizar, se é alguma coisa que tá infeccionada, com bactérias mesmo. Às vezes, além de usar um antibiótico, você pode colocar um produto que é um agente fotossensibilizador e irradiar. Isso ajuda a matar as bactérias e, mesmo, diminuir infecção. E aí gerou empresa que se chama Aptivalux (E2).

c) Anos 2 a 4 da IUE (2005-2007)

Em seus primeiros anos de existência (2005-2007), a Aptivalux estava focada na realização de treinamentos e consultorias tecnológicas, o que possibilitou o marketing dos resultados de pesquisa com potencial para inovação, além da geração de renda para manutenção das pesquisas de mestrado e doutorado no Labbio. A possibilidade de que um ex-aluno da UFMG, trabalhando dentro de grandes empresas, pudesse solicitar uma consultoria tecnológica aos professores do laboratório, segundo E3, era natural dentro da Escola de Engenharia.

Após o término da interação com a Toshiba, a Aptivalux, já com resultados de pesquisa avançados, verificou que o investimento para montar uma fábrica era muito alto. Isso pesou na decisão dos sócios por procurar outras empresas parceiras para a produção ou transferência da marca Chimiolux. Também contribuiu a existência das regulamentações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na área de Saúde, que são burocráticas e demoradas para se obter licença de operação. Dessa forma, foi localizada uma empresa parceira para a produção e que já tivesse todas as regulamentações da ANVISA. Salienta E3, que não houve condições financeiras para abrir unidade fabril e por isso houve visitas às empresas para firmar parcerias.

A gente não tinha condições de se transformar em uma unidade fabril, porque investimento seria muito grande. O que a gente foi fazendo? A gente saiu indo em várias empresas no Brasil para vender o produto, para licenciar. E a gente tomou um monte de “não”, mas a gente nunca desistia, apesar do não, a gente continuava. A gente ia, se apresentava. As pessoas sabiam quem era o Labbio. E, futuramente, saía uma prestação de consultoria, saía alguma coisa daquele relacionamento (E3).

Os pesquisadores do Labbio e os sócios da Aptivalux buscaram parceria com o Instituto Euvaldo Lodi e com o Núcleo de Inovação da FIEMG, para conhecerem as empresas da região que poderiam ser potenciais parceiras. Segundo E3, foi nesse contato que eles conheceram a Hypofarma, que veio a produzir o primeiro produto desenvolvido pela Aptivalux: o Chimiolux.

Em 2006, começou a interação entre o Labbio, a Aptivalux e a Hypofarma para licenciamento da tecnologia do Chimiolux, que seria produzido e vendido pela Hypofarma. Conforme E3, a tecnologia do Chimiolux já havia sido patenteada pelos fundadores antes de sua entrada na UFMG e da criação da Aptivalux. No entanto, a ideia e a patente foram aprimoradas no Labbio e outras pesquisas deram continuidade à pesquisa inicial.

c) Anos 5 e 6 da IUE (2008 e 2009)

A tecnologia desenvolvida na Aptivalux, nomeada “Chimiolux”, é uma propriedade intelectual da empresa depositada em 2008 no INPI e obtida em 2010, sob número 829624210. A Aptivalux lançou o Chimiolux, primeiro produto brasileiro para PDT registrado na ANVISA, com aplicação em periodontia, endodontia e implantodontia, no mercado brasileiro, em parceria com a Hypofarma.

Segundo E1, a Aptivalux é uma *spin-off* que deu certo, pois desenvolveu uma formulação e uma marca que foi aceita pelo mercado (Chimiolux). Contribuíram para o sucesso da Aptivalux os seguintes fatores: os editais de fomento financeiro da Finep, Fapemig e CNPq e a possibilidade de atuar com o desenvolvimento de produtos inovadores na área de Biotecnologia.

Segundo E3, o recurso obtido por edital da Fapemig possibilitou a aquisição de equipamentos para o laboratório:

Em 2009, já com dinheiro, a Fapemig fez, pela primeira vez, um edital às cegas. Ele envolvia empresa e universidade, e a gente ganhou. Foi primeiro projeto que a gente ganhou muito dinheiro, quase R\$ 300.000 na época, e a gente conseguiu comprar muito equipamento para o laboratório (E3).

d) Ano 7 da IUE (2010)

Os entrevistados não relataram nenhuma informação sobre 2010.

e) Ano 8 da IUE (2011)

Em 2011, o contrato de cinco anos de licenciamento para produção do Chimiolux pela Hypofarma extinguiu-se. A empresa não teve interesse na renovação, devido à mudança de seus gestores e ao falecimento do proprietário da Hypofarma, como relatado por E3. Iniciou-se, então, uma nova busca por outras empresas do ramo da saúde com certificação da ANVISA que tivessem interesse em produzir e licenciar o produto ou a marca Chimiolux.

A Aptivalux começou a atuar com pesquisas para desenvolver corantes naturais, principalmente com a utilização da curcumina, o que veio a gerar um depósito de patente no INPI em 2011. De acordo com E3, ter os equipamentos no Labbio foi fundamental para realizar os experimentos e gerar a tecnologia.

Como é que eu faço um corante natural? Pego a folha, o fruto, a semente, faço um extrato e tiro aquilo dali. Então, o equipamento mais importante e mais caro lá que a gente teve foi um FPLC, que é um é um extrator de substâncias (E3).

Em 2011, como resultado de uma pesquisa de mestrado e de duas pesquisas de pós-doutorado de pesquisadores do Labbio, foi desenvolvida e depositada a patente da curcumina no INPI (PI1102594-A2). O projeto de pesquisa contou com uma equipe multidisciplinar, compreendendo: 1 professor, 1 estudante de mestrado e 2 pesquisadores de pós-doutorado de diversos cursos de formação, conforme descrito no campo inventor da patente gerada (Apêndice L). A patente da curcumina (BR-PI1102594-A2) foi depositada pela Aptivalux em 2011, sem intermediação da CTIT-UFMG, na época, para poder agilizar o processo, segundo E3. No entanto, esta patente foi elaborada no período da interação entre Aptivalux, Labbio, Fapemig e Hypofarma e deverá ser discutida, pois, provavelmente, será uma patente da Aptivalux, da UFMG e da Fapemig:

Principalmente essa daqui [patente], a da Aptivalux, que foi resultado da Fapemig. Não foi concedida ainda, mas vai ser concedida. Esse ano, o INPI mandou uma revisão mandando modificar um monte de coisas. A gente modificou. Nesse ano, ele mandou retirar algumas coisas. Para conceder, só falta retirar algumas reivindicações que a gente fez. Então, provavelmente, vai ser concedida. Ela é uma patente da Hypofarma, da Aptivalux e da UFMG. Teoricamente, seria uma patente dessas três empresas. Quando a gente terminou e foi entrar com pedido de patente, já não era o pai que tava lá na Hypofarma. Ele já tinha morrido. Era a filha, e ela não quis pagar pelo patenteamento. Então, desde 2011 nós pagamos todas as taxas dessa patente. Eu tenho que ir lá [na CTIT] agora. Então, a ideia é o seguinte: a hora que ela tiver pronta, eu vou chegar na CTIT e falar assim: “Olha CTIT, eu tenho essa patente. Ela é da UFMG, ela é da Fapemig também, porque teve dinheiro da Fapemig e da Hypofarma, mas a gente precisa sentar nós quatro e ver. A gente precisa fazer esse acerto” (E3).

e) Ano 9 da IUE (2012)

Os entrevistados não relataram nenhuma informação sobre 2012.

f) Ano 10 da IUE (2013)

De acordo com E3, em busca de empresas parceiras para produzir o Chimiolux, ele e o fundador do laboratório viajaram para o interior do estado de São Paulo para visitar a DMC

Equipamentos, com o objetivo de verificar o interesse desta em licenciar e utilizar a marca Chimiolux em um produto idêntico ao que eles já iriam lançar com outro nome na época:

Aí, novamente entra o relacionamento pessoal meu e do [fundador do Labbio]... Então, quando a gente criou o Chimiolux, a gente pensou não só na patente, mas num *branding*. Desde o início, a gente falou: “Eu quero um nome [...] e até ano passado era um único produto”. A DMC começou a pagar a Aptivalux pelo *branding* Chimiolux. Ela ia lançar um produto que chamava Blue. Aí, ela tirou o nome do produto e começou a chamar de Chimiolux sobre o licenciamento (E3).

g) Anos 11 e 12 da IUE (2014 – 2015)

Além do licenciamento da marca Chimiolux, a Aptivalux continuava realizando as consultorias tecnológicas, o que possibilitava pagar a manutenção de algumas pesquisas no Labbio e facilitar a interação com outras empresas. Os treinamentos que a Aptivalux fornecia permitiam ampliar o conhecimento em determinada tecnologia e fazer o marketing das novas tecnologias desenvolvidas, como a curcumina.

E3 destaca a falta de financiamento para fazer *marketing* em algo novo no Brasil:

A gente começou a fazer cursos para ensinar o dentista ou médico ou fisioterapeuta a usar essa tecnologia, porque o grande problema que eu vejo no Brasil é a relação do investimento para *marketing*, porque esse dinheiro de *marketing* você parte do princípio que você criou algo novo. Algo novo ninguém conhece o que é. Então, precisa ensinar as pessoas o que é aquilo e como usar. Isso demanda muito dinheiro só que esse dinheiro não existe no Brasil. Não existe em fomento, não existe no BNDES, não existe em banco privado não existe lugar nenhum. Por que que não existe? Porque é aonde o brasileiro rouba o dinheiro, é onde o político rouba o dinheiro. Então, não, não vou dar dinheiro. Por isso que senão... ele pensa como se fosse ele, eles vão roubar (E3).

A Finep teve um papel fundamental no fomento às pesquisas realizadas na Aptivalux. No entanto, a burocracia para a prestação de contas da empresa e da universidade é um empecilho ao interesse nesta IUE com financiamento Finep.

Segundo E3, o Labbio e a Aptivalux conseguiram a aprovação de um projeto em um edital Finep no valor de R\$ 800.000,00, mas ele ressalta a complexidade desse processo quanto ao tempo demandado à prestação de contas do recurso recebido.

O principal facilitador da interação entre o Labbio e a empresa Aptivalux, na visão dos entrevistados, é o *networking*, a rede de relacionamento que o fundador do laboratório cultivava tanto com empresas grandes, médias e pequenas, além do bom relacionamento com órgãos

públicos e privados de fomento à pesquisa e à inovação. A diversidade da equipe (áreas de formação, gênero, idade, nacionalidade) e a presença majoritária de jovens no laboratório também contribuíram para a geração de novas ideias e diferentes pontos de vista:

Ele falava assim: “A mulher pensa diferente do homem”. Ele queria saber opiniões diferentes, maneiras diferentes de uma pessoa visualizar um problema. Então, o [fundador do laboratório] sempre respeitou opiniões de gêneros diferentes. Uma vez, [ele] virou para mim e falou assim: “Não adianta achar que eu, você, que a gente vai desenvolver coisa nova porque o nosso cérebro já está paralisado. A plasticidade dele não é igual. Quem vai ter as ideias inovadoras? Os jovens! **(E3)**.”

E3 mencionou que o Labbio possuía as portas abertas para empresas e problemas industriais pois o laboratório precisa estar próximo do mercado, da demanda da população.

h) Anos 13 a 16 da IUE (2016 a 2019)

Em 2016, o fundador do Labbio, que era um dos sócios da empresa Aptivalux, morreu. Este fato foi crítico e um divisor de águas, como aponta E3, pois, a partir daí a interação da Aptivalux com o Labbio e outras empresas parceiras diminuiu bastante. Após este evento crítico e inesperado, nos últimos quatro anos, houve a queda da renda da empresa e a paralisação de projetos, o que ocasionou o fechamento da empresa em 2019, conforme relata E3:

Foi um baque muito grande. Grande parte dos recursos externos de consultoria eram trazidos por ele. Naquela época, era a maior fonte de renda da empresa. Mudou muito o ritmo de trabalho e o risco de trabalho. A gente tá finalizando. A gente vai precisar finalizar a empresa esse ano por causa da morte dele **(E3)**.

Em resumo, a IUE Labbio-Aptivalux foi uma das mais relevantes interações do Labbio com empresas, gerou mais de R\$ 1 milhão para equipamentos e insumos de pesquisa, formou redes de P&D, licenciou patente e marca, publicações e gerou aprendizado.

6.1.5 Análise geral do Labbio

O Labbio UFMG mantém relacionamentos com empresas desde sua fundação. Seu coordenador informou que no momento da coleta de dados, julho de 2019, o laboratório estava tendo relacionamento com cinco empresas.

Nos dois casos de IUE analisados (Crômico e Aptivalux), ocorreram alguns canais de interação similares: projetos de P&D cooperativos, patente, treinamento de pessoal e licenciamento de tecnologia. Já os canais *spin-off*, consultorias tecnológicas e marca registrada foram observados somente no caso da interação com a Aptivalux. As duas empresas descritas nessa interação pertencem a setores tecnológicos diferentes, Aptivalux (Biotecnologia) e Crômico (Calçadista). A IUE, em ambos os casos, mostrou-se um importante arranjo interinstitucional em um contexto de aumento das forças do mercado e da busca pela geração de resultados ante a escassez de recursos (ROSENBERG; NELSON, 1994; SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002). Na IUE Labbio-Crômico, o laboratório forneceu conhecimento especializado e infraestrutura de pesquisa. A empresa, em contrapartida, forneceu parte do financiamento para a realização da pesquisa e para produção do protótipo. Essa IUE é típica de países com SNI imaturo pois a universidade atuou como P&D complementar da empresa (PÓVOA, 2008).

Na IUE Labbio-Crômico, a decisão pelo início da interação e também pela sua não continuidade, após seis anos de IUE, foi tomada pela Crômico. Portanto, os resultados indicam que a duração da interação e o interesse da empresa foram determinantes na quantidade e diversificação de canais de interação, e não somente os fatores internos do laboratório, como infraestrutura de pesquisa e número de pesquisadores. Esta IUE possibilitou aos engenheiros e fisioterapeutas do Labbio e da UFMG lidarem com problemas associados ao processo inovativo nas firmas, corroborando pesquisas anteriores (NELSON; ROSENBERG, 1993; PAVITT, 1998; KLEVORICK *et al.*, 1995).

De acordo com Leydesdorff e Meyer (2007), não há resistência dos pesquisadores e professores universitários quanto à redação de patentes, apesar da quantidade de trabalho adicional envolvido para redigi-las e corrigi-las, pelo prestígio e reputação que a patente fornece aos pesquisadores e universidade. Assim, o Labbio apresenta um elevado número de depósito de patentes (46) em comparação com o da UFMG (1.078) e número dos laboratórios universitários de pesquisa da UFMG (600). No entanto, nem todas as patentes são canais de IUE ou resultado de IUE. Nos dois casos de IUE, esta pesquisa encontrou nos pedidos de patente, informações relevantes sobre a formação heterogênea da equipe. No primeiro caso, observou-se que a multidisciplinaridade da equipe do laboratório estava associada ao problema da empresa Crômico. Da mesma forma, segundo os entrevistados no caso da *spin-off* Aptivalux, os problemas investigados foram relativos ao tratamento de infecções dentárias, requerendo conhecimentos das

áreas de Bioengenharia e Odontologia. Dessa forma, a especificidade de cada problema investigado determinou a diversidade de áreas de conhecimento necessárias. Conforme o modo 2²⁸ da geração do conhecimento (GIBBONS *et al.*, 1994), nas interações do Labbio aconteceu a heterogeneidade necessária, diante da complexidade dos problemas de pesquisa (VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013).

Identificou-se que os incentivos locais e nacionais exercem um papel fundamental na constituição dos canais de IUE, por exemplo, os editais de financiamento público como fomento à inovação, que direcionam a interação entre universidade e empresa via canal de realização de projetos de pesquisa de P&D cooperativos. A interação Labbio-Aptivalux teve a aprovação em dois editais de fomento (Finep e Fapemig) no valor de R\$1.100.000,00 de recursos para a empresa e para o laboratório. Neste caso, possivelmente, a existência dos editais de fomento do governo foram uma alternativa para que a empresa *spin-off* não precisasse recorrer a investidores externos privados. Dessa forma, não houve menção às dificuldades de financiamento público para a criação ou manutenção da *spin-off* Aptivalux no modelo de negócio de consultorias tecnológicas, mas sim àquela oriunda da complexidade de prestação de contas dos editais.

Quanto aos incentivos locais, em ambos os casos de interação, estar dentro da UFMG, pela sua imagem positiva com relação à inovação e qualidade de pesquisas, favoreceu a interação com empresas via canais de projeto de pesquisa de P&D cooperativos, patentes, licenciamento de tecnologia, *spin-off* e publicações. Ressalta-se que as recentes regulamentações das Políticas de Inovação da UFMG (em 2018) não haviam gerado efeitos até agosto de 2019.

No âmbito dos incentivos locais para a inovação, os entrevistados não fizeram referência a alguns departamentos da UFMG que possuem esta finalidade de intermediação com o setor produtivo, como, a Fundep e seu Sistema de Gestão de Projetos, a Fundação Christiano Ottoni (FCO), o Escritório de Ligação com Empresas, a incubadora de empresas Inova UFMG e o Parque Tecnológico BH-TEC. No entanto, salienta-se que o número de interações observadas é pequeno e não permite generalizações.

Também não houve referência a algumas iniciativas recentes da Fundep, como a Fundepar, que é a gestora de fundos de investimentos para empresas emergentes de base tecnológica e origem

²⁸ Gibbons *et al.* (1994) definem que a geração do conhecimento ocorre de duas formas: o modo 1, o conhecimento é gerado sem objetivo de aplicação prática e envolve apenas uma área do conhecimento. Desta forma, é insuficiente para atender uma demanda tecnocientífica das empresas e da sociedade. Já, no modo 2, a criação do conhecimento é multidisciplinar e busca um resultado pré-definido, sendo próxima das demandas sociais e econômicas.

acadêmica, criada em 2013, ou os programas de aceleração de negócios por resultados de pesquisa acadêmica, como o Programa *Lemonade*, criado em 2014, e o Programa Outlab, específico para laboratórios, criado em 2018.

Quanto aos resultados, o Labbio gerou três empresas *spin-off* de resultados de pesquisas: Aptivalux, de 2005; Fanfarra Estúdio, de 2008; e 3D Foot, 2009 (NATAL JORGE, R. *et al.*, 2012). Apesar da informação pública sobre os três casos considerados de sucesso de geração de inovação via *spin-off* do laboratório, os entrevistados não informaram sobre as outras duas empresas *spin-offs* (Fanfarra e 3D Foot).

6.2 Caso UFMG – Laboratório de Vírus

O laboratório de Vírus – Labvir, está localizado no Instituto de Ciências Biológicas (ICB) e foi fundado na Escola de Medicina da UFMG, em 1962, por dois professores. Depois, foi transferido para o ICB, no Departamento de Microbiologia da universidade (LABVIR, 2017). Possui o selo do CNPq, classificado como Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) – INCT DoVER (Doenças virais emergentes e reemergentes). O programa de INCTs, de âmbito é nacional, é promovido pelo CNPq, em parceria com as agências estaduais de fomento à pesquisa. Visa apoiar os grupos de maior destaque e com reconhecido papel de liderança em suas áreas de atuação (UFMG, 2019^a). No entanto, segundo E5, existem INCTs na UFMG que recebem apoio financeiro do CNPq, o que não ocorre neste laboratório com o INCT DoVER.

O Labvir possui áreas de Biossegurança níveis 1 e 2. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a biossegurança compreende o conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, mitigar ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam interferir na qualidade de vida, saúde humana e meio ambiente. Segundo a OMS e o Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), as atividades na área de Biossegurança fazem parte de um tema transversal para o fortalecimento do complexo produtivo na área de Saúde e impacta a indústria.

6.2.1 Fatores que influenciam a IUE: recursos humanos, equipamentos e incentivos à IUE

O Labvir possui atualmente uma equipe de 44 pesquisadores (2 pós-doutorandos, 16 doutorandos, 8 mestrandos, 13 graduandos e 5 professores), número considerado adequado para

as atividades do laboratório, conforme declarou seu coordenador. A formação dos pesquisadores também foi considerada adequada. No entanto, não há nenhum profissional de apoio técnico no laboratório, o que foi considerado inadequado. Segundo o coordenador, há mais de quatro anos o Labvir não tem técnico de laboratório, pois a UFMG não tem contrato ativo, o que prejudica a pesquisa realizada e sobrecarrega os professores e demais estudantes.

No laboratório Labvir, a equipe é diversificada em termos de formação acadêmica, com profissionais da Biologia, Biomedicina e Farmácia. Pela natureza da pesquisa realizada, segundo E4, os pesquisadores aceitos no laboratório provêm somente de cursos da área de Ciências da Saúde. As patentes resultantes das pesquisas no laboratório e concedidas no Brasil (INPI) permitem identificar a formação da equipe do laboratório. Pela consulta na Plataforma Lattes do CNPq, as principais áreas são Microbiologia, Medicina e Medicina Veterinária (Apêndice M). Existe ainda, a diversidade de origem dos pesquisadores, de diferentes estados e países, o que enriquece o trabalho.

Então, a gente tem os alunos que são de diferentes origens. A gente tem gente se formou na graduação no Nordeste, Sul, Centro-Oeste. Tem também uma peruana, já veio um italiano. É muito enriquecedor o jeito que cada pessoa lida com o problema. Então, surge um desafio, a pessoa, às vezes, é da cultura dela ser mais calma, ou ficar mais desesperado e aprender. Tem um equilíbrio (E4).

A diversificação da equipe é valorizada desde os fundadores do laboratório, que coordenaram atividades nacionais de formação de virologistas no Brasil, desde os anos 1980. O então líder do laboratório orientou a equipe para a diversificação de atuação e a realização de cursos de doutorado e pós-doutorado fora do Brasil, em países diferentes. Quando essas pessoas retornaram, ele propôs a nucleação desses profissionais e formação de outros profissionais em virologia nos diversos estados do Brasil, conforme E5. Os cinco professores do Labvir atuam em diferentes áreas da Virologia no Brasil e no exterior. Todos tiveram experiências com doutorado ou pós-doutorado em instituições de renome nacionais e internacionais. O *know-how* de pesquisa da equipe do Labvir é o que mais atrai o interesse de empresas em interagir com o laboratório, segundo E4. O treinamento da equipe é realizado pelos professores e pesquisadores mais experientes.

O Labvir ocupa uma área de 320m² e tem capacidade técnica avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas estrangeiras do gênero em relação à fronteira tecnológica de sua área de atuação. Segundo E5, o grande impacto de compra de equipamentos de pesquisa do

Labvir ocorreu há mais de trinta anos, via incentivos financeiros da Fundação Banco do Brasil. Sua infraestrutura de pesquisa possui potencial para ser utilizada com maior intensidade na interação com empresas, podendo gerar recursos para a manutenção dos equipamentos:

A infraestrutura poderia ser muito melhor aproveitada para resultados de interesses de empresas que quisessem fazer realmente inovações sérias. Existe o custo da manutenção, que então deveriam ser cobertos, eu acho. Assim, eles contribuem para as nossas pesquisas... Empresas também se beneficiariam dessa infraestrutura **(E5)**.

Apesar de os equipamentos do Labvir serem considerados antigos, alguns deles, como os termocicladores, que fazem Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) (técnica de multiplicação da fita de DNA), são extremamente relevantes. Fazer o PCR em tempo real contribui para produzir inovações na área de Diagnóstico de doenças e fortalece a parceria com empresas e hospitais para realizar diagnósticos. E4 adverte que, além de saber usar o equipamento, é preciso fazer as perguntas biológicas diferenciadas e estas perguntas geram interações duradouras como por exemplo as com hospitais.

E5 cita o exemplo de IUE com um hospital infantil, no qual o Labvir analisa quadros de meningite encefalite não identificadas e o equipamento PCR é fundamental:

O PCR em tempo real. Através desse equipamento, você pode fazer uma série de inovações na área de Diagnósticos. Por exemplo, a nossa experiência com o hospital infantil – no caso, a gente tem um projeto conjunto já há mais de 10 anos, onde a gente avalia os quadros de meninge encefalites não identificadas, porque você tem um grupo de meningites e encefalites que são cobertos por vacina, principalmente as bacterianas. E, depois, você tem o grupo das virais, e é muito pouco identificado, se sabe muito pouco por que não é estudado. O caso é abandonado como suspeita de infecção viral a maioria, a grande maioria. **(E5)**.

Segundo E4, o equipamento mais relevante do laboratório é a ultracentrifugadora, que é muito importante para purificar o vírus e fazer testes biológicos. Apesar de os equipamentos estarem ultrapassados, não há condições financeiras para a sua reposição:

Talvez o coração é a ultracentrífuga que a gente usa pra purificar vírus. Ela é muito velha. Ela é a mais relevante. Quase todo trabalho que a gente faz aqui no laboratório precisa do vírus puro. Então, para fazer um teste diagnóstico, para poder desenvolver esse teste diagnóstico, para poder fazer um teste biológico, a gente tem que ter o vírus puro. E, para poder purificar, a gente teve uma outra centrifugação. Para poder separar o vírus do resto, a gente precisa de uma ultracentrifugação **(E4)**.

De acordo com o coordenador do Labvir, o valor total estimado do laboratório (instalações físicas, equipamentos e mobiliário) varia entre R\$ 3 milhões e R\$ 5 milhões de reais (ano base 2018). O valor total da receita do Labvir informado pelo coordenador do laboratório, recebido para um período de quatro anos, foi de R\$ 700.000,00. Teve como origem instituições governamentais, sendo 57% de verba do CNPq e do Ministério da Saúde (R\$ 400.000), 29% da Capes: R\$ 200.000,00 (pagos diretamente aos alunos pesquisadores bolsistas) e 14% da Fapemig (R\$ 100.000). Dessa forma, o valor médio anual informado para 2018 refere-se a R\$ 125.000,00, ao se retirar o valor da Capes que é repassado direto aos alunos. O valor total dos custos operacionais do Labvir em 2018 ficou entre R\$ 100 mil e R\$ 150 mil. Os itens de despesa do laboratório considerados muito altos foram pessoal, insumos para pesquisa e manutenção.

Segundo o coordenador do laboratório, as condições atuais de operação do laboratório são boas em relação a instalações físicas, equipamentos e insumos de pesquisa. No entanto, em relação à manutenção são consideradas ruins, devido à falta de recursos da UFMG para esse fim, segundo E4. Os professores do laboratório pagam com recursos próprios a manutenção e pequenos reparos, além da limpeza, uma vez que os funcionários dos serviços gerais da universidade não passam no laboratório todos os dias e não conseguem dedicar tempo à limpeza detalhada do ambiente.

De acordo com o coordenador do Labvir, as principais atividades do laboratório são pesquisa, atividades de ensino e desenvolvimento de tecnologias com intensidade contínua no laboratório e atividades de prestação de serviço e extensão, que apresentaram a intensidade de alguns dias da semana. Dentre as atividades realizadas pelo laboratório em 2018, a cooperação do laboratório com instituições de pesquisa no Brasil e no exterior revelou-se de alta importância; a cooperação com empresas no país é de média importância; e as cooperações com empresas no exterior em projetos financiados por agências de fomento brasileiras e projetos financiados por agências de fomento internacionais possuem baixo grau de importância.

O laboratório prestou em 2018 vários serviços técnico-científicos, como, acesso a banco de células, análise de materiais, certificação, consultoria e assessoria técnico-científica, desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, elaboração e testes de protótipos, ensaios e testes, exames laboratoriais e inspeção para diferentes públicos como empresas, pesquisadores e governo. Conforme o coordenador do Labvir, os diversos tipos de serviços realizados para empresas, pesquisadores individuais e governo foram somente em parcerias, sem envolver remuneração.

Alguns dos incentivos locais e nacionais à IUE informados pelos pesquisadores entrevistados compreendem: incentivo de professores e coordenadores do laboratório, a imagem positiva da UFMG, histórico de interações e excelência de pesquisas do Labvir na área de Virologia. Outros incentivos informados foram: professores renomados no laboratório com expertise e formação nacional e internacional, representatividade econômica da indústria agropecuária brasileira e atual suporte da CTIT no processo de depósito de patentes.

Um dos incentivos locais à IUE são os fundadores do laboratório que estimulam a abertura de empresas com os resultados de pesquisas dos alunos que tenham potencial comercial. Segundo E5, os resultados de pesquisas do Labvir geraram duas empresas *spin-offs* (Genômica e Viriontech). De acordo com os entrevistados, um grande incentivo local é a presença de professores especialistas em diversas áreas da Virologia e engajados com inovação e empreendedorismo. Segundo E4, esta é uma vantagem que possibilita uma formação diferenciada da equipe e uma oportunidade que nem todo laboratório de virologia possui: “Os maiores virologistas que estão em ascensão hoje no Brasil foram formados aqui”.

Segundo E4, os coordenadores do laboratório possuíam interesse em gerar produto, interagir com empresas com o resultado das pesquisas:

É uma coisa inata que alguns professores aqui do laboratório tem. Eles sempre tiveram esse interesse de gerar produtos, de fazer interação com empresas. E então, eu acho que esse ímpeto acabou impulsionando a estudarem os caminhos burocráticos, a buscarem direcionar os projetos para geração de produtos. Isso ajudou muito o laboratório, não só em termos de geração de produtos, mas também ajudou muito o laboratório a arrecadar e captar recursos para poder desenvolver e formar gente. Todos os professores têm pos-doc. A maioria no exterior. E o restante da equipe é, basicamente, estudantes de doutorado em formação e mestrado e também IC (E4).

Em 2019, o suporte aos pesquisadores pela CTIT foi considerado satisfatório, segundo E4. No entanto, a CTIT UFMG não existia nos primeiros 35 anos do laboratório (1962 até 1997). Segundo E5, todas as patentes depositadas em 1996 e 1997 foram feitas pelos pesquisadores do Labvir. Por falta de conhecimento do processo, foram depositadas no nome dos pesquisadores, o que veio a ser regularizado posteriormente e transferido para a UFMG.

Quando a gente é pioneiro, a gente é pioneiro pra crítica. Em um dos cursos complementares [realizado no INPI], uma advogada de uma empresa de advocacia [colega de curso] me falou o seguinte: “Presta atenção que o que você fez foi ilegal e eu posso anular a sua patente amanhã se eu quiser”. Aí, ela me explicou por quê. Porque eu era funcionária pública e a UFMG que deveria ter depositado. O quanto isso é verdade, juridicamente? Mas, enfim, o reitor fez avaliação da situação. Claro que ele não ia pagar sem avaliar. Aí, ele pagou toda a transferência nossa para a UFMG. (E5).

Existe a liberdade que a universidade pública oferece aos professores para a escolha de cursos complementares à sua formação e carreira. Por exemplo, E5 realizou cursos de proteção intelectual no INPI, embora sua área de atuação fosse Microbiologia. Esse conhecimento contribuiu principalmente para a redação das 22 patentes do Labvir depositadas em 1996 e 1997 no INPI e das 13 primeiras patentes internacionais depositadas em mais de quatro países em 1998 e 1999. Os pontos de vista de cada entrevistado do laboratório sobre o suporte da CTIT foram diferentes e se referem a momentos distintos (E5 em 1996 e E4 em 2019).

Um incentivo à IUE é a área de atuação do Labvir contemplar a Virologia Animal e pode contribuir com o setor Agropecuário. Segundo E4 e E5, um dos mais relevantes resultados da pesquisa do laboratório foi o desenvolvimento do diagnóstico da doença Vaccinia Bovina do gado leiteiro. Segundo E4, Minas Gerais é o maior produtor de leite do Brasil, então, se ocorre uma infecção na teta da vaca, gera uma ferida no ordenhador e ele fica afastado do trabalho e o grande problema é que pára de produzir leite na fazenda.

Conforme E5, dentre os desafios que o Labvir vivencia para interagir com empresas, destacam-se as mudanças constantes na gestão de contratos pela Fundep, que é a principal intermediadora dos projetos, e a falta de suporte jurídico na interação com empresas.

É pouco apoio. Por exemplo, recentemente a Fundep mudou o tipo de contrato. Aí, então, depois de todo o contrato pronto, que vai para empresa, vai para o pesquisador, vai e volta, vai e volta, aí você manda para a Fundep e eles falam que mudou o formulário. E eu tenho vergonha de chegar para empresa e dizer assim: “Olha, depois de um ano, ao invés da Fundep me comunicar, eu descobri que mudou”. Ou ela acha que ela é a única que muda? Tem o CNPq que muda, a Capes que muda, não sei quem que muda mais. Agora, se mudou, aceite aquele, porque não dá para aceitar mais um. Eu não tenho que voltar tudo, arriscando a enervar a empresa (E5).

E5 declarou, ainda, que é necessário promover mudanças na legislação brasileira para que a Lei de Propriedade Intelectual Brasileira (Lei 9.279/1996), a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) e o Marco Legal da Inovação (Lei 13.243/2016) possibilitem a proteção intelectual do DNA, base da pesquisa na área de Virologia.

Apesar de E5, desde 1995, realizar treinamentos na área de Propriedade Intelectual, ela não vê este tema como pauta das atualizações de legislação, enquanto outros países como Estados Unidos e Comunidade Europeia ajustaram a legislação nacional para proteger descobertas com DNA, o que pode favorecer a IUE. Com base na Lei 9.279/1996, que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial no Brasil, em seu capítulo II – Da patenteabilidade, na seção I –

das invenções e dos modelos de utilidade patenteáveis, verifica-se que os resultados das pesquisas com DNA no Brasil atenderiam aos requisitos dos art. 8º (de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação). No entanto, a lei proíbe a patenteabilidade do DNA (art. 10º).

Conforme os entrevistados do Labvir, a inovação na área de Biologia Molecular no Brasil é prejudicada pela legislação brasileira, que desestimula a interação para a transferência de tecnologia com o setor industrial pelos laboratórios universitários de pesquisa e diminui a competitividade tecnológica nacional brasileira.

Segundo E5, há algumas alternativas que o laboratório utiliza, como modificar o DNA e conseguir a patente, mas isso não garante a atividade biológica. Outra alternativa é depositar a patente internacionalmente, mas não há recursos financeiros para mantê-la. Segundo E5, a lei tem problemas, pois exclui muito da atividade do laboratório.

6.2.2 IUE no laboratório Labvir: canais de interação, resultados, benefícios e dificuldades

Diversos são os tipos de IUE do Labvir: desde a transferência de patentes para empresas até a prestação de serviços de diagnóstico para hospitais e clínicas. Segundo E5, é importante salientar que a maior inovação na indústria farmacêutica ocorreu pela utilização da virologia: a descoberta da insulina recombinante em laboratórios de pesquisa, uma evolução da biologia molecular com o uso dos vírus via DNA recombinante, que possibilitou a criação de insulina Biosintética humana.

Dentre as pesquisas realizadas no Labvir, uma grande contribuição para a indústria foi o desenvolvimento do teste rápido para diagnóstico da Anemia Infecciosa Equina (AIE). A AIE é uma doença que causa no animal e no homem que o manuseia sérias sequelas, ocasionando a morte do animal e o afastamento do trabalhador. Esta pesquisa gerou quatro depósitos de patentes no INPI (1996). Uma delas foi concedida pelo INPI em 2013, 17 anos após o depósito.

De acordo com a Divisão de Convênios da UFMG, os pesquisadores do Labvir celebraram um contrato de cooperação técnica com a Embrapa Pantanal, via CTIT UFMG, em 2013, processo 033016/2013-83. Teve como objeto o desenvolvimento do projeto AIE no Pantanal brasileiro, com a caracterização do agente, diagnóstico molecular, avaliação de práticas de manejo e moldagem.

O governo fomentou a P&D e atuou no controle de doenças epidemiológicas em saúde animal e humana, gerando uma oportunidade para o Labvir.

Segundo E4, este teste de AIE permite fazer o diagnóstico em larga escala, o que poderia ser um teste obrigatório caso o governo o regulamentasse, atuando preventivamente com casos da doença e gerando economia para proprietários de rebanhos.

Então, [o Labvir] desenvolveu isso [o kit de diagnóstico da AIE]. Aperfeiçoou na Viriontech e está em negociação com o Ministério da Agricultura e Pecuária. Tá tentando implementar esse teste como um teste padrão no país, porque é uma doença de notificação obrigatória. Se seu cavalo tem isso, assim exceto em uma região do país que é o Pantanal, normalmente, você tem que sacrificar o animal (E4).

Para o diagnóstico de doenças em seres humanos, existem interações do Labvir com hospitais públicos (Hospital Infantil João Paulo II e Hospital Eduardo de Menezes) e privados para a prestação de serviços técnicos, como a realização de diagnóstico de detecção do agente que causa doenças como a meningite, que na rotina, esses hospitais não conseguem fazer, conforme E4.

Segundo E4, o laboratório procura empresas para captar insumos de pesquisa e para avaliar a qualidade do produto (como kits de diagnóstico de doenças):

Em contrapartida, eles ajudam fornecendo esses kits para a gente poder fazer nossa pesquisa básica. Normalmente, é para validação e, geralmente, é no final do processo. Existem algumas interações específicas de alguns professores do laboratório com empresas, com projetos entre eles e a empresa. Por exemplo, quer ajudar a lapidar um produto, a torná-lo melhor e mais eficiente, abrangência maior, abrange patógenos (E4).

Conforme o Censo 2016 do DGP CNPq, os tipos de relacionamento do Labvir com empresas foram pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados e transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro, dentre outros.

De acordo com o coordenador, houve cinco tipos de IUE importantes nos últimos três anos, sendo o mais importante a realização de testes para padronização ou atividades de certificação da qualidade. Os demais tipos de IUE realizados foram: avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos, consultoria, treinamentos e cursos e intercâmbio nas empresas.

Existem diversos canais de IUE para a transferência de conhecimento entre o Labvir e as empresas. O considerado mais importante foi Treinamento de pessoal, seguido de publicações, consultoria individual, projetos de P&D cooperativos, licenciamento de tecnologia e intercâmbio de profissionais.

Salienta-se que patente não foi considerado um canal de IUE importante no período 2016-2018. Contudo, os resultados do Labvir geraram 27 pedidos de patentes depositados entre 1996 e 2016 (Apêndice N). O Labvir contribuiu com 2,5% do total de depósitos de patentes da UFMG. Dos 27 pedidos de patentes nacionais depositados no INPI, 3 foram concedidos até 2019. Em 1996 e em 1997, seus pesquisadores submeteram ao INPI 55% dos pedidos de patentes nacionais da UFMG com autoria de pesquisadores do Labvir (15 patentes). Segundo E5, houve uma força-tarefa para redigir patentes em 1996 e 1997, pois havia um *backlog* de resultados de mais de trinta anos de pesquisa (até 1996).

Ao se analisar o número de pedidos de patentes depositados em outros países, como Estados Unidos, Alemanha, Austrália, França, Canadá e Reino Unido, observa-se que das 26 patentes depositadas, 13 foram depositadas em 1998 e 1999, devido ao prazo de prioridade para entrada no pedido internacional PCT (doze meses após depósito no país de origem). Dos 26 pedidos de patentes internacionais depositados pela UFMG, 17 (65%), foram concedidas. Todos os pedidos de patente internacionais refletem a tradução de tecnologias de pedidos nacionais depositadas no Brasil (INPI).

Não foi possível identificar quais os pedidos de patente do Labvir estão relacionados com empresas para além dos quatro pedidos das patentes do diagnóstico de AIE, os quais apresentam informações no Relatório de Licenciamentos de Tecnologias da UFMG. Neste relatório, há o departamento dos pesquisadores envolvidos na redação das patentes internacionais, que são diversos, apresentando uma atuação interdepartamental de P&D. Essas pesquisas, que envolveram a cooperação entre pesquisadores de diferentes laboratórios da UFMG, influenciam as áreas de Virologia e Saúde Animal, por exemplo, o Laboratório de Retrovírus da Escola de Veterinária da UFMG, localizado no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva.

Todos os 26 pedidos de patentes internacionais encontram-se com o status de ‘abandonados’ pela UFMG em 2010. Os critérios para isso não foram informados, porém, segundo a CTIT, o que normalmente ocorre é a ausência de empresas interessadas na exploração comercial da tecnologia no país onde a patente tem validade. No caso das patentes do Labvir, o prazo de validade das patentes internacionais expirou em 2016 e 2017 (vinte anos após a data de depósito), conforme informado pela CTIT – UFMG.

Um dos facilitadores que influenciaram a interação do Labvir com empresas para o licenciamento de tecnologia foi a existência de patentes. Das 27 patentes depositadas no INPI,

quatro foram transferidas para duas empresas, por meio de contrato de licenciamento de tecnologia (Apêndice N). As 4 patentes do diagnóstico da AIE foram licenciadas em 2005 para a empresa *spin-off* Viriontech e os contratos foram rescindidos em 2011, conforme CTIT UFMG. Contudo, uma das patentes foi transferida em 2014 para a empresa Bioclin/ Quibasa e continuava ativa em 2019.

O benefício mais importante da IUE identificado pelo coordenador do Labvir refere-se à formação de novas redes de relacionamento. Outros considerados importantes são ideias para novos projetos de cooperação U-E, novos projetos de pesquisa, intercâmbio de conhecimentos ou informações, reputação e recursos financeiros.

O coordenador do Labvir informou que existem diversas dificuldades para interagir com as empresas, por exemplo: burocracia por parte da universidade e da empresa; falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo entre empresas e universidades; e falta de conhecimento das necessidades das empresas pelas universidades.

Quanto à lentidão dos processos burocráticos da UFMG, E4 e E5 informaram que existe dificuldade de comunicação, lentidão dos trâmites para realizar contratos com empresas e mudanças de procedimentos de cada ator no processo.

Nós temos ensino pesquisa, extensão e administração. Todo processo de interação com empresas é um processo muito lento dentro da UFMG. Então, a gente leva quase anos pra fazer. Ai, as partes até já perderam o interesse. Deve ter um caminhão de leis. Têm os procuradores que têm que ler cada vírgula pra ver se, por acaso, roubou algum, se vai roubar algum centavo, se vai proteger ou não vai proteger. Enfim, é pouco apoio da FUNDEP e da Inovação da UFMG (E5).

E5 salienta que o tempo elevado da UFMG para formalizar contratos pode inviabilizar a interação com empresas, principalmente as pequenas, que podem ser excelentes parceiros para o laboratório. O laboratório possuiu em seu histórico o contato com empresas localizadas fora do Brasil para o licenciamento de patentes. Segundo E5, a demora é pior na tramitação de contrato de licenciamento internacional: “*Um processo em que levaram cinco anos, aí depois a gente desistiu, que nós íamos testar determinadas moléculas para uma empresa estrangeira e uma universidade, e então desistimos*”.

De acordo com E4, o laboratório tem potencial para fazer mais interações com empresas, pela qualidade das pesquisas realizadas e que pode apoiar as empresas a divulgar seus equipamentos por exemplo. No entanto, não há visibilidade para as pesquisas e a cultura no Brasil

para aproximar empresas e universidades é incipiente. E4 reforça que falta interesse por parte dos fornecedores de equipamentos em atuar como parceiros em pesquisa na universidade:

As empresas procuravam ativamente os laboratórios [da França] não só para vender, mas também para produzir conhecimento básico. Então, a empresa produz um artigo científico. E por que que é importante ele produzir um artigo científico? Porque ele vai promover o equipamento dele (E4).

E4 apontou a falta de divulgação dos resultados de pesquisa do laboratório e de qualificação dos pesquisadores, o que poderia contribuir para facilitar a interação com empresas. Esse processo, que perpassa várias etapas, varia de acordo com os interesses dos atores e tem como desafio a dificuldade da universidade em se organizar internamente e atuar apoiando os laboratórios e as empresas, principalmente as pequenas, que não possuem advogados. A interação com empresas é feita, em sua maior parte, pelos alunos do laboratório. E4 declarou que os alunos sempre participam das IUEs porque os professores possuem diversas atividades como ministrar aulas e orientá-los. O entrevistado salienta ainda que: *“quem faz os projetos que envolvem o aperfeiçoamento são os alunos. Quem carrega as pesquisas no Brasil são os alunos”*.

As IUE do Labvir geraram resultados acadêmicos e comerciais. Os resultados de IUE mais importantes nos últimos três anos (2016-2018) foram as publicações. Outros resultados importantes são: descobertas científicas, publicações, novos produtos e artefatos, novos projetos de pesquisa, teses e dissertações, formação de RH, melhoria de produtos industriais, patentes, novos processos industriais, melhoria de processos industriais.

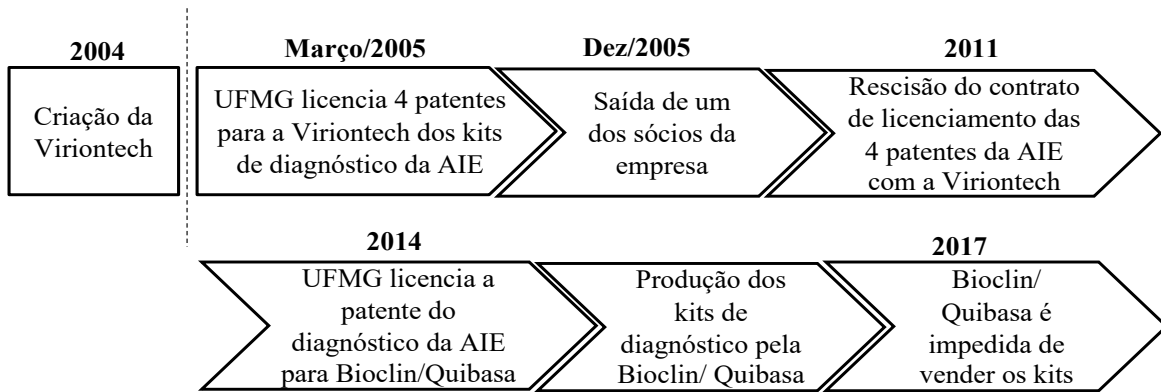
6.2.3 Interação Labvir e Viriontech do Brasil– Geração de empresa Spin-off

A Viriontech do Brasil Indústria de Insumos e Serviços em Biotecnologia, empresa *spin-off* do Labvir, foi fundada em 2004, por três de seus professores, coautores de algumas de suas patentes. Atua nas áreas de Virologia e de Diagnóstico de Doenças.

A interação entre o Labvir e a Viriontech teve início em 2005, com o licenciamento de quatro patentes da UFMG e do Labvir para a empresa. Atualmente, sua composição societária compreende um ex-professor e uma atual professora do Labvir. A finalidade inicial dessa interação era explorar comercialmente quatro patentes do laboratório. No entanto, até 2019, não havia ocorrido a produção direta dos insumos e dos kits de diagnóstico da AIE pela Viriontech.

A Figura 7 sumariza as etapas do processo de interação Labvir-Viriontech.

Figura 7 – Sumário Executivo – Interação Labvir e Viriontech



Fonte: Elaborada pela autora.

a) Ano anterior ao início da interação Labvir e Viriontech (2004)

A Viriontech está registrada na Receita Federal Brasileira com o CNPJ 07.152.397/0001-86, desde 13 de dezembro de 2004, originalmente constituída por três professores do ICB UFMG, que atuavam como pesquisadores orientados para a fabricação de produtos farmoquímicos. A abertura da empresa permitiu explorar comercialmente os resultados de pesquisas do Labvir pelos sócios fundadores da Viriontech.

b) Ano 1 da IUE (2005)

Um marco inicial desse relacionamento foi o licenciamento para a Viriontech de 4 patentes para produzir kits de diagnóstico da doença AIE, conforme descrito no Boletim UFMG 1479 – Ano 31/2005, quando a então reitora da UFMG assinou o contrato de licenciamento das patentes.

Em processo de formação e pré-incubada pela Fundação Biominas, a Viriontech é um empreendimento dos professores do ICB. O objetivo é funcionar como uma ponte, facilitando a chegada do produto ao mercado. A Viriontech produzirá o insumo, que será disponibilizado às empresas interessadas em comercializar o produto (HESPANHA, 2005, *online*).

Segundo E4, a interação do laboratório com a empresa *spin-off* permitiu adquirir experiência em processos produtivos em parceria com outras empresas maiores, bem como divulgar as tecnologias do laboratório, conforme relatado por E5.

É uma empresa que trabalha com biotecnologia envolvendo vírus. Tem muito interesse no diagnóstico, em vacinas, em aperfeiçoamento de produtos que já estão no mercado, e utilizando o conhecimento que é gerado aqui dentro do laboratório e transferido. Os coordenadores da Viriontech entram em contato com outras empresas, apresentam os produtos e tentam fazer parceria para produção de produtos larga escala para poder fazer a comercialização e também a questão burocrática, comercial de divulgação do produto. Então, existem vários tipos de interação (E4).

Durante as entrevistas, nada foi informado sobre a assinatura do contrato de transferência de patentes da UFMG para a Viriontech, nem sobre a rescisão desse contrato. No entanto, conforme consta no website da CTIT UFMG no relatório “Contratos de Licenciamento da Universidade Federal de Minas Gerais”, existem 4 patentes referentes à tecnologia do Kit de diagnóstico de AIE que foram licenciadas em 15/3/2005 para a Viriontech e que se encontram com o status “extinto”.

A UFMG possui hoje 106 contratos de licenciamento de patentes e *know-how* firmados entre a universidade e empresas. Dentre os primeiros 20 contratos da UFMG, 4 foram com a Viriontech, em 2005. A autoria dos 4 pedidos de patentes do kit de AIE (PI 9603708-3, PI 9603709-1, PI 9710829-4 e PI 9709475-7) contempla os mesmos cinco pesquisadores inventores da UFMG, que possuem qualificação heterogênea: farmacêuticos, bioquímicos, médicos e veterinários (Apêndice M).

Segundo E5, houve interações do Labvir com empresas nas quais ocorreram transferências de tecnologias, as quais foram desfeitas. Contudo, a entrevistada não apresentou detalhes sobre qual patente estava envolvida nem o nome das empresas.

Apesar da transferência de patentes do Labvir para a Viriontech, esta tentou se organizar para produzir insumos, mas não obteve sucesso em constituir uma linha de produção, pela existência de fortes competidores, segundo E5, e pelas regulamentações da ANVISA.

Em 2005, ocorreu a saída de um dos sócios-fundadores da Viriontech, que exercia a função de diretor-administrativo, conforme consta em seu currículo na plataforma Lattes. Este ex-professor e ex-coordenador do Labvir atuou na Viriontech entre 2003 e 2005, possivelmente, exercendo atividades de planejamento para a abertura da empresa, realizadas nos anos anteriores à formalização jurídica da empresa.

c) Anos 2 a 6 da IUE (2006 a 2010)

Durante o período de 2006 a 2010, nenhuma atividade específica foi mencionada.

d) Ano 7 da IUE (2011)

Em 2011, os dois pesquisadores entrevistados não informaram nenhuma atividade específica entre o Labvir e a Viriontech. Os contratos de licenciamento das quatro patentes da AIE foram rescindidos em 14/02/2011 (CTIT – UFMG).

e) Anos 8 e 9 da IUE (2012 e 2013)

Nos anos de 2012 e 2013, não foi informada nenhuma atividade específica.

f) Ano 10 da IUE (2014)

Em 2014, a UFMG licenciou a patente PI 9709475-7 do diagnóstico da AIE para a empresa Bioclin/Quibasa (CTIT, 2019). Conforme E5, isso ocorreu após um longo período do início destas pesquisas, ou seja, dezessete anos após o depósito e de espera pela avaliação do INPI (concedida em 24/12/2013). O papel da Viriontech, diante de sua ampla experiência, foi facilitar a produção dos kits de AIE pela Quibasa, que não possuía experiência em recombinantes:

Dentro desse grupo das patentes, nós temos uma que eu te citei, que levou 17 anos, quando ela foi liberada. Então, conseguiu-se fazer uma transferência de tecnologia, e com isso a gente não fez pela Viriontech; a gente fez pra uma outra parceira, que, na verdade, é a que é a Quibasa, que é a Bioclin, e nós fizemos. Todo esse processo foi feito via UFMG, e nós envolvemos duas outras empresas parceiras, e uma delas foi a Viriontech. Por quê? Para gente facilitar para empresa que não tem experiência com um recombinante (E5).

g) Anos 11 e 12 da IUE (2015 e 2016)

Em 2015 e 2016, nenhuma atividade específica foi informada.

h) Ano 14 da IUE (2017)

Em 2017, deu-se início à produção dos kits de diagnóstico da AIE pela empresa Bioclin /Quibasa, em parceria com a *spin-off* do laboratório, a Viriontech. Salienta-se que a pesquisa para desenvolver esta tecnologia é realizada no laboratório desde o início dos anos 1990 (E5).

Segundo E5, por volta de 2017-2018, houve a produção dos kits de diagnóstico da AIE. No entanto, não houve a comercialização do produto devido a um impedimento legal para a venda.

O desenvolvimento desde os anos noventa. Com a Bioclin, via Viriontech, foi relativamente rápido. Isso aí a gente colocou na caixinha há mais ou menos seis meses, talvez um pouco mais, um pouco menos, [a Bioclin tinha as caixas e poderia começar a vender há] um ano e meio, dois anos. Aí, o que aconteceu? Essa patente é toda na área animal, veterinária animal, e foi toda desenvolvida aqui. Então. Após essa transferência, nós colocamos... Enfim, tivemos um kit bonitinho... A palavra *vender* é forte. Quando você acha que quando está dentro da caixinha, você solucionou todos os seus problemas, não! Não porque, aí, nós tivemos um impedimento legal para vender... [A razão do impedimento] Não sei. Como que eu vou saber? (E5).

i) Anos 15 e 16 da IUE (2018 e 2019)

Em 2018 e 2019, não foi informada nenhuma atividade específica nesta interação.

Em quinze anos de interação do laboratório com a empresa Viriontech, houve diversidade de canais de IUE, por exemplo, treinamento dos pesquisadores, P&D colaborativo, geração da empresa *spin-off* – o mais destacado – e a atuação com consultoria tecnológica. A maior intensidade do canal *spin-off* foi observada nos primeiros dois anos da interação (2004 e 2005), com o licenciamento de quatro patentes e a prestação de consultoria. Os motivos e os canais da IUE foram alterados ao longo do tempo, com a rescisão do contrato de licenciamento de tecnologia em 2011. A partir deste momento, a Viriontech manteve as atividades de consultoria tecnológica com outras empresas, em razão da experiência de seus pesquisadores e de sua rede de relacionamento com empresas.

6.2.4 Análise Geral do Labvir

O Labvir UFMG mantém relacionamento com hospitais e empresas desde sua fundação. No entanto, quando da coleta de dados, em julho de 2019, isso ocorria apenas com a empresa *spin-off* do laboratório, a Viriontech. Os experimentos do laboratório geraram resultados de interesse industrial, como as patentes, o licenciamento de quatro destas, treinamentos e publicações. No entanto, os entrevistados informaram que, em geral, não há um interesse da indústria local em realização de P&D colaborativo ou pesquisa patrocinada.

Canais de interação de alta proximidade, como projetos de pesquisa, são realizados com hospitais, em sua maioria públicos, e sem remuneração. Há relacionamentos de longo prazo (mais de dez anos) estabelecidos com alguns hospitais públicos infantis de Belo Horizonte para o diagnóstico de doenças que envolvam vírus. Esses relacionamentos envolviam a prestação de serviços de diagnóstico, a capacitação de alunos e, em alguns casos, a obtenção de insumos para pesquisa. Neste caso, a aproximação dos hospitais ocorreu em função da área Saúde Humana (TATSCH *et al.*, 2019), pela expertise dos pesquisadores e disponibilidade de equipamentos e pessoas qualificadas na equipe, o que despertou o interesse de hospitais para o suporte no diagnóstico de doenças (CASSIOLATO *et al.*, 2011).

Os fatores infraestrutura, os equipamentos e as amostras biológicas históricas do Labvir foram descritos pelos entrevistados como influenciadores nos casos de IUE com hospitais para o diagnóstico de doenças raras, além do fato de o laboratório possuir nível de biossegurança 2.

O fator recursos humanos qualificados no laboratório e interessados em atuar com o setor industrial, apresentou-se relevante. De acordo com E5, um dos fundadores do Labvir possuía uma empresa de biotecnologia em saúde animal, a Hertape, que muito influenciou outros pesquisadores a também se interessarem pela abertura de empresas, para comercializarem resultados de suas pesquisas. A descrição do impacto do primeiro fundador do laboratório Labvir para a formação da mentalidade de atuar em parceria com o setor produtivo, influenciou os três pesquisadores que se tornaram sócios e fundaram a *spin-off* Viriontech. Os fundadores da *spin-off* exerceram significativa influência na equipe do laboratório, posto que já atuavam em empresas antes da abertura da *spin-off*. Trata-se de ex-professores da UFMG, habituados a estimular seus alunos a realizarem pesquisa que tenha utilidade industrial.

Em geral, as interações do Labvir com empresas geraram informações relevantes e possibilitaram o treinamento da equipe em novas técnicas de experimentação. A empresa *spin-off* do laboratório, a Viriontech, apresentou um papel híbrido: como disseminadora das tecnologias do laboratório, intermediadora no licenciamento de patentes para uma empresa maior, a Bioclin/Quibasa, e também como prestadora de serviços de consultoria tecnológica. No entanto, devido à falta de recursos financeiros e estímulos legais ou regulatórios, a Viriontech não conseguiu em seus quinze anos de existência constituir uma unidade de produção e se tornar fabricante dos kits de diagnóstico de AIE, seu objetivo inicial. Houve, entretanto, a formação de redes colaborativas entre pesquisadores do Labvir e empresas maiores, o compartilhamento com parceiros externos e

o esforço de articulação de cientistas nesta rede (BURCHARTH, 2011). Esse resultado corrobora a literatura que mostra que, no Brasil, país com SNI imaturo, as empresas encontram grande dificuldade para se desenvolverem, pela falta de apoio das instituições políticas e econômicas (ALBUQUERQUE, 1996; BITTENCOURT; CARIO, 2017).

A falta de suporte legal foi citada pelos entrevistados, pela característica da legislação brasileira de propriedade intelectual, que restringe as invenções nesta área de biotecnologia. Os entrevistados citaram ainda que, apesar de o laboratório ser um centro de excelência em pesquisa em virologia no Brasil, reconhecido pelo CNPq como um INCT – DoVEr – Doenças Virais Emergentes e Reemergentes, ele não recebe nenhum incentivo financeiro para pesquisas e para a manutenção da equipe de pesquisadores.

6.3 Análise transversal do caso brasileiro

A análise do caso brasileiro revelou algumas características semelhantes entre os dois laboratórios, Labbio e Labvir: geração de empresas *spin-offs* como resultado de IUE, licenciamentos de patentes para empresas (5 e 4, respectivamente), uso da IUE para acessar insumos e materiais de pesquisa concedidos por empresas e para a validação de tecnologias.

Apesar da recente implantação da política de inovação da UFMG (2017c), as práticas de patenteamento e licenciamento para empresas são conhecidas e utilizadas desde 1997 pelos membros dos dois laboratórios investigados. Há uma orientação da UFMG para que estes laboratórios protejam seus resultados de pesquisa por meio de patenteamento. No entanto, observou-se um baixo interesse das empresas em se relacionarem com a universidade para transferência de conhecimento, como por exemplo pelo licenciamento de patentes. Esta é uma característica descrita na literatura como típica de um país com SNI imaturo (ALBUQUERQUE, 1996; BITTENCOURT; CARIO, 2017), como o Brasil. Alguns dos pesquisadores buscaram um outro caminho para tornar a pesquisa um produto ou serviço inovador, com a abertura de empresas *spin-offs*, como nos dois casos descritos (Viriontech e Aptivalux). Os entrevistados, que são também sócios das *spin-offs* acadêmicas, informaram que há pouco ou nenhum contato das empresas *spin-offs* com o Núcleo de Inovação Tecnológica da UFMG, a CTIT. Salientaram, ainda, que não há suporte formal da universidade para o processo de abertura de empresas *spin-offs* acadêmicas, mas há incentivo pelos coordenadores dos laboratórios.

As duas empresas *spin-off* resultaram de pesquisas e da liderança dos coordenadores dos laboratórios com perfil e visão empreendedores, que se tornaram sócios de empresas e que atuaram como “ponte” entre os laboratórios universitários de pesquisa investigados e outras empresas maiores do setor, além de atuarem como disseminadores na função de marketing das novas tecnologias dos laboratórios. Nenhuma das duas *spin-offs* conseguiu lançar produtos inovadores, segundo o propósito inicial de sua criação.

As IUEs com mais similaridades foram as interações com as duas *spin-offs*. Tiveram o mesmo tempo de existência (15 anos), atuação em Biotecnologia e foco na saúde. Isso corrobora estudos de IUE que constata a presença de empresas nascentes de pesquisa universitária como um canal de transferência de conhecimento frequente na área de Biotecnologia (MEYER-KRAHMER; SCHMOCH, 1998; COOKE, 2002; YARKIN; MURRAY, 2003).

Outra similaridade entre as IUEs observadas no caso brasileiro refere-se ao canal “Projetos de P&D cooperativos, com resultados de uso imediato”, contemplando o recebimento de verba pública para a pesquisa de interesse de empresas. Na IUE Labbio-Crômico, o recurso foi recebido via Fapemig e na IUE Labbio-Aptivalux os recursos foram recebidos via Finep e Fapemig, destinando-se, principalmente, à compra de insumos de pesquisa e equipamentos. Essas características foram também observadas em pesquisas anteriores, as quais identificaram que a IUE permite o recebimento e compra de insumos, a troca de conhecimentos e a aquisição de equipamentos especializados (RAPINI; OLIVEIRA; CALIARI, 2016).

Os entrevistados informaram uma sobrecarga de trabalho dos pesquisadores dos laboratórios: dar aulas, pesquisar, orientar alunos, realizar projetos de extensão, tratar das demandas administrativas junto à universidade e departamento, e prestar contas dos projetos financiados pelos órgãos de fomento. O tempo dos pesquisadores envolvido nas IUE tornou-se um investimento, pois além do contato com empresas, existem as prestações de contas de editais de fomento a pesquisa, como os da Finep, que demandam muito tempo.

A principal diferença entre as IUE investigadas, refere-se ao setor da indústria das empresas envolvidas (Crômico, Viriontech e Aptivalux). A Crômico confirmou as pesquisas sobre IUE no Brasil, as quais revelam que as universidades atuam com empresas que não são intensivas em conhecimento e substituem seu P&D (GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

Outras características referem-se ao processo de IUE, como descrito no Quadro 11.

Quadro 11 – Características das IUE nos casos de interação dos laboratórios UFMG

Parâmetro Analítico	Labbio – Crômico	Labbio-Aptivalux	Labvir-Viriotech
Duração da IUE	6 anos (2007-2012)	15 anos (2004 – 2019)	15 anos (2004-2019)
Quem iniciou a IUE	Empresa Crômico	Empresa Aptivalux (fundadores)	Empresa Viriotech (fundadores)
Gestão da interação	Núcleo de Inovação Tecnológica –CTIT.	Empresa e Coordenador do laboratório	Empresa e Coordenador do laboratório
Financiamento das atividades da IUE	Público (90%) e Privado (10%).	Público – Edital FINEP e Fapemig	Público.
Valor do Recurso Público nesta IUE	R\$ 30.000,00 – RETEC/AMITEC Fapemig e Sebrae/MG. (OLIVEIRA; GIROLETTI, 2016)	R\$ 300.000,00 – Edital Fapemig R\$ 800.000,00 – Edital Finep.	Não informado
Canais de interação para transferência de conhecimento entre U-E (ALBUQUERQUE et al., 2015).	1. Projetos de P&D cooperativos 2. Transferência de tecnologia (patente) 3. Treinamento de pessoal 4. Patente 5. Publicações	1. Geração empresa <i>spin-off</i> 2. Projetos de P&D cooperativos 3. Consultoria tecnológica 4. Treinamento de pessoal 5. Patente 6. Marca registrada 7. Publicações	1. Geração empresa <i>spin-off</i> 2. Transferência de tecnologia (patente) 3. Consultoria tecnológica 4. Projetos de P&D cooperativos 5. Treinamento de Pessoal 6. Publicações
Classificação dos Canais de acordo com a proximidade de articulação e comunicação entre os agentes (PERKMANN; WALSH, 2007).	<i>Alta proximidade:</i> Parcerias de pesquisas; Contrato de Pesquisa. <i>Média proximidade:</i> Treinamento de recursos humanos. <i>Baixa Proximidade:</i> Transferência de propriedade intelectual; e Publicação.	<i>Alta proximidade:</i> Parcerias de pesquisas; Serviços de pesquisa, Contrato de Pesquisa. <i>Média proximidade:</i> Empreendedorismo acadêmico (empresas <i>spin-off</i>); Treinamento de recursos humanos. <i>Baixa proximidade:</i> Transferência de propriedade intelectual; e Publicação.	<i>Alta proximidade:</i> Parcerias de pesquisas; Serviços de pesquisa, Contrato de Pesquisa. <i>Média proximidade:</i> Empreendedorismo acadêmico (empresas <i>spin-off</i>); Treinamento de recursos humanos. <i>Baixa proximidade:</i> Transferência de propriedade intelectual; e Publicação
Resultados da IUE	Novo produto Formação de RH Teses e dissertações Patente depositada no INPI Recursos Financeiros (<i>Royalties</i>) Patente transferida	Patente depositada no INPI Publicações Formação de RH Novo produto Teses e dissertações Recursos Financeiros	Formação de RH Publicações Visibilidade das pesquisas
Objetivos da universidade e do laboratório para aproximação para interação (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002).	Obtenção de novos recursos financeiros para a pesquisa e de materiais adicionais; Aumento da relevância da pesquisa acadêmica; Prestígio para o pesquisador; Possibilidade de futuros contratos; Conhecimento sobre os problemas existentes;	Obtenção de novos recursos financeiros para a pesquisa e de materiais adicionais; Divulgação da imagem da universidade. Conhecimento sobre os problemas existentes;	Prestígio para o pesquisador; Obtenção de materiais adicionais; Divulgação da imagem da universidade. Conhecimento sobre os problemas existentes;
Objetivos das empresas para a aproximação para interação (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002).	Solução de problemas específicos; Aumento da competitividade Compartilhamento de infraestrutura; Acesso a laboratórios e instalações de pesquisa; Acesso a recursos humanos qualificados; Conhecimento sobre os avanços em sua área de atuação; Redução de riscos e de custos de pesquisa.	Acesso a laboratórios e instalações de pesquisa; Acesso a recursos humanos qualificados; Conhecimento sobre os avanços em sua área de atuação; Acesso a novos conhecimentos; Redução de riscos e de custos de pesquisa.	Solução de problemas específicos; Aumento da competitividade. Acesso a laboratórios e instalações de pesquisa; Acesso a recursos humanos qualificados; Conhecimento sobre os avanços em sua área de atuação; Redução de riscos e custos de pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa.

6.4 Análise das proposições de pesquisa no caso brasileiro

A análise das proposições desta pesquisa, observados o contexto nacional e a UFMG, focalizou as diversidades das interações de cada laboratório (Labbio e Labvir) com as empresas, com base nos relatos dos entrevistados e nos questionários aplicados. Essa análise se baseia nos três casos ativos de interação dos laboratórios com empresas entre julho e agosto de 2019.

- P1 – Quanto maior a infraestrutura de pesquisa, mais diversos serão os canais de IUE.

O laboratório com a maior infraestrutura de pesquisa foi o Labvir, que não apresentou maior diversidade de canais de IUE (Labbio). Este resultado pode ser explicado, em parte, pela origem e localização do Labbio, na Escola de Engenharia, que, conforme os entrevistados, é um departamento da universidade que tem grande exposição a empresas e resultados de pesquisas com interesse na aplicação industrial. Estes resultados corroboram com os resultados de pesquisas anteriores que diferenciam as áreas de conhecimento e IUE (PERKMANN *et al.*, 2013; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). O Labvir é um laboratório especializado em virologia e localiza-se no Instituto de Ciências Biológicas, que possui um histórico pequeno de IUE com empresas, de acordo com os entrevistados. O Labbio apresentou 8 canais de transferência de conhecimento via IUE, ao passo que o Labvir apresentou seis. Ainda em relação à natureza da atividade do laboratório, as pesquisas que ocorrem no Labvir podem ser básicas ou aplicadas, enquanto no Labbio, todas foram de resultados de interesse industrial, conforme os coordenadores dos laboratórios e a pesquisas prévias sobre IUE em áreas como a Engenharia (PERKMANN *et al.*, 2013; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

Apesar de não confirmada, a proposição P1 foi importante para mostrar que possuir equipamentos tecnológicos caros, em ambos os laboratórios, facilitou a existência de canais como projetos de P&D com e sem resultados de uso imediato e que geraram resultados de interesse acadêmico (canal publicações) e resultados de interesse industrial (patentes). Além disso, houve diversidade de canais em todas as IUEs investigadas: desde canais de alta proximidade relacional (PERKMANN; WALSH, 2007), como projetos de P&D e contratos de pesquisa e consultoria individual, a canais de baixa proximidade, como a comercialização de patentes. Também foram relevantes e significativos os recursos obtidos pelo canal de IUE consultoria para os dois laboratórios, resultado típico de países com SNI imaturo (FERNANDES *et al.*, 2010; SCHILLER; LEE, 2015). De acordo com Klevorick *et al.* (1995), setores que possuem um padrão de atividade

produtiva de intensa dinâmica tecnológica, como a Biotecnologia, apresentam forte padrão de interação com a esfera acadêmico-científica. Dessa forma, os resultados desta pesquisa sugerem que um fator influenciador da diversidade de canais é o interesse das empresas e dos laboratórios universitários.

- P2 – Quanto maiores a qualificação e a diversificação da equipe de pesquisa do laboratório, maior a diversidade dos canais de IUE.

A P2 foi confirmada pelos resultados do caso brasileiro, pois o laboratório que teve maior número de profissionais titulados e de diversidade de formação foi o Labbio, que também apresentou o maior número de canais de IUE (Quadro 9). As interações descritas apresentaram diferente duração da IUE, com um menor tempo de duração no caso Crômico (seis anos) e interações com maior duração nos casos Aptivalux e Viriontech (quinze anos). As IUEs com maior duração apresentaram maior diversidade de canais de IUE, possivelmente devido à possibilidade de diluir os diversos canais ao longo do tempo. Outro ponto a destacar refere-se às características do canal. Por exemplo, o canal de IUE geração de *spin-off* acadêmicos envolve relacionamentos de longo prazo, com o desenvolvimento e a exploração comercial de tecnologias desenvolvidas por inventores acadêmicos que se tornam empresários (PERKMANN; WALSH, 2007).

- P3 – Quanto maiores e mais diversos os incentivos nacionais e locais de fomento à IUE, maior a diversificação dos canais de IUE.

No contexto brasileiro, esta proposição também foi confirmada, uma vez que o Labbio apresentou maiores incentivos recebidos à IUE e obteve o maior número de canais. Observou-se o impacto positivo dos incentivos governamentais à IUE, como recursos financeiros da Finep e Fapemig na diversificação de canais de IUE, os quais possibilitaram pesquisa patrocinada, pesquisas de doutorado e mestrado que geraram publicações, licenciamento de patente e licenciamento de marca. Incentivos externos à UFMG, provenientes de instituições ligadas ao mercado, também exerceram papel fundamental. Por exemplo, a FIEMG aproximou a empresa Crômico do Labbio (Pesquisa Patrocinada, Patenteamento e Licenciamento de Tecnologia) e possibilitou o acesso da Aptivalux e do Labbio à Hypofarma. Os principais incentivos que possibilitaram o aumento do número de canais foram o financeiro (R\$ 1.1000.000,00) e a rede de contatos do pesquisador fundador do Labbio. Segundo Ferrer *et al.* (2004), a rede de contatos facilita o desenvolvimento de negócios em Biotecnologia no Brasil.

Em suma, no contexto brasileiro, os resultados confirmaram as proposições de pesquisa P2 e P3 e não confirmaram a proposição P1.

6.5 Discussões do caso brasileiro

Alguns pontos sobre o caso brasileiro são destacados a seguir, no que diz respeito: a) aos canais de IUE identificados à luz da abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação, b) ao novo arranjo institucional com a geração das *spin-offs* tecnológicas; e c) as especificidades da IUE em Biotecnologia no caso brasileiro.

a) Os canais de transferência de conhecimento nas IUEs

A análise dos canais de IUE à luz da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação permitiu identificar como os fatores de infraestrutura e qualificação de pessoas influenciaram na diversidade desses canais de IUE. Além dos canais unidirecionais e de baixa proximidade, como licenciamento de patentes e publicações (DUTRENIT; ARZA, 2010), os resultados também mostraram canais de alta proximidade (PERKMANN; WALSH, 2007), como os contratos de pesquisas para o desenvolvimento de produto (Crômico) e serviços de consultoria (SCHILLER; LEE, 2015) e diagnóstico de doenças (Hospitais). Essa diversidade pode ser atribuída à infraestrutura dos laboratórios com níveis de biossegurança 2 e à disponibilidade de amostras biológicas. A disponibilidade de profissionais qualificados e em múltiplas disciplinas direcionou canais como consultoria tecnológica e permitiu responder diferentes problemas de pesquisa (VERBREE; WEIJDEN; BESSELAAR, 2013), principalmente nas áreas de Saúde e Engenharia.

Esta pesquisa apresentou um novo arranjo institucional, iniciado pelas empresas *spin-offs* dos laboratórios, caracterizado por canais de alta proximidade e bidirecionais, como projetos de P&D cooperativos com empresas, via intermediação de instituições, como a Finep, e recursos de empresas como a Hypofarma, a DMC e a Bioclin/Quibasa. Estes relacionamentos em rede foram realizados com o esforço inicial dos pesquisadores acadêmicos sócios das *spin-offs* e contaram com o suporte dos governos federal e estadual.

b) A geração de *spin-off* acadêmica

No caso brasileiro, foram observadas especificidades nas IUE, quanto à geração e à manutenção de *spin-offs*. Apurou-se que estas empresas se mantiveram em atividade por mais de quinze anos, com elevada proximidade dos laboratórios e esforço dos sócios em organizar formas de levar a tecnologia para fora da universidade. Nos dois casos de IUE – Labvir-Viriontech e Labbio-Aptivalux – constatou-se alta relevância da IUE para a formação de redes de relacionamento com empresas maiores e outras instituições de pesquisa. As empresas *spin-offs* atuaram com um novo arranjo institucional híbrido: prestaram serviços de consultoria e treinamento e intermediaram a relação dos laboratórios com empresas maiores. Neste sentido, as empresas *spin-offs* disseminaram as tecnologias dos laboratórios e estabeleceram redes colaborativas com empresas maiores para o desenvolvimento (BURCHART, 2011).

As duas empresas *spin-offs* dos laboratórios apresentaram um baixo nível de capacidade de gerar e comercializar produtos biotecnológicos na área de Saúde, como o kit de diagnóstico de doenças (Viriontech) ou os produtos de clareamento dental via laser (Aptivalux), o que confirmou a pesquisa de Cassiolato *et al.* (2011). Isto ocorreu, conforme entrevistados, pela falta de recursos financeiros e pela elevada exigência regulatória da área de Saúde. Pode-se inferir, então, que as *spin-offs* acadêmicas não cresceram por estarem em um país com o SNI imaturo, com uma política de especialização crescente e baixo investimento privado em P&D (ALBUQUERQUE, 1996; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

A interação Labbio-Aptivalux possibilitou a transferência de conhecimentos do Labbio para a *spin-off* e para suas empresas parceiras, Hypofarma e DMC. Houve outros benefícios gerados pelas *spin-off* Aptivalux e Viriontech, em termos tanto intelectuais (valorização da pesquisa universitária, geração de conhecimento em gestão e empreendedorismo e estímulo ao processo de pesquisa aplicada), quanto econômicos (compartilhamento de custos de pesquisa e relativa independência em relação aos financiadores) e sociais (extensão dos resultados da pesquisa para a comunidade, fomento à cultura de empreendedorismo na universidade) (COZZI *et al.*, 2008).

c) A IUE em Biotecnologia no caso brasileiro

Primeiro, nota-se que as IUE descritas envolveram biotecnologias na área de Saúde. Segundo, houve diversos formatos de interação e diversidade de resultados observados, como, diagnóstico de doenças humanas e animais, geração de solado ergonômico e terapia de saúde bucal.

Terceiro, houve repasses de valores financeiros pelas empresas, como o pagamento de *royalties* pelo licenciamento de patente (Labbio-Crômico). Quarto, prevaleceu a origem pública dos recursos para pesquisa, como financiamento da Finep (Labbio-Aptivalux). Quinto, os hospitais se constituíram parceiros estratégicos para treinamento e desenvolvimento da equipe (SOUZA, 2012; CASSIOLATO *et al.*, 2011).

Os dois laboratórios produziram resultados de interesse para as empresas, como patentes do processo de diagnóstico humano e animal, e patentes de processos e de produtos ortopédicos e hospitalares. Além disso, os laboratórios interagiram com hospitais públicos e privados para o diagnóstico de doenças e o treinamento em novas metodologias de diagnóstico. Salienta-se que um ativo de grande interesse dos hospitais e empresas é a disponibilidade de amostras biológicas históricas no Labvir.

Os dados do caso brasileiro confirmam a literatura (WOLTER, 2004; SOUZA, 2012; CASSIOLATO *et al.*, 2011) quanto à dificuldade das empresas pequenas em biotecnologia para gerar inovação de produto, além da falta de recursos financeiros para atender às exigências de órgãos reguladores e realizar testes *in vitro* e *in vivo*.

A interação com o setor da Saúde em biotecnologia possui especificidades. Conforme Cassiolato *et al.* (2011), uma delas é a necessidade de realização de testes clínicos, os quais demandam acesso a hospitais e pessoas doentes e envolvem altos custos. O Labvir recebeu repasse do Ministério da Saúde, o que contribuiu para a aproximação entre universidade e hospitais via SUS (TATSCH *et al.*, 2019). O coordenador do Labbio informou que há um relacionamento sólido com o Hospital dos Olhos e o Hospital da Baleia, o qual gera aprendizado e oportunidades para desenvolver pesquisas, teses e dissertações. Dessa forma, estas IUEs dificilmente se comportariam do mesmo modo em outras áreas científicas, devido às particularidades inerentes à área de Biotecnologia em saúde.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal diferencial desta tese foi considerar a perspectiva dos laboratórios de pesquisa universitários, *locus* de inovação dentro das universidades. Os profissionais entrevistados, em sua maioria professores ou pesquisadores sênior, possuem experiência em pesquisa acadêmica em biotecnologia e com a criação de empresas *spin-offs* na área. Os dados das entrevistas revelaram a riqueza de detalhes sobre a infraestrutura do laboratório (equipamentos e pessoas) e os incentivos locais à IUE. Apurou-se que os laboratórios de pesquisa investigados contribuíram para o avanço da Ciência e Tecnologia em biotecnologia via interação universidade-empresa, pois os quatro laboratórios produziram resultados acadêmicos e tecnológicos de qualidade.

As pesquisas neles realizadas geraram produtos novos, patentes, artigos científicos e treinamentos e influenciaram diretamente a melhoria da saúde, por meio de novos testes de diagnóstico de doenças (Riley Lab, Murthy Lab e Labvir), avanço de técnicas e produtos para o tratamento de doenças odontológicas (Labbio) e prevenção de problemas ortopédicos (Labbio). Além disso, três dos quatro laboratórios investigados (Murthy Lab, Labbio e Labvir) geraram empresas *spin-offs* em Biotecnologia, as quais estabelecem relações nos ambientes acadêmicos a partir dos resultados de pesquisas e nos ambientes de mercado (COROLLEUR; CARRERE; MANGEMATIN, 2004).

O percurso metodológico desta tese, à luz da abordagem teórica dos Sistemas Nacionais de Inovação, ao considerar duas ferramentas de investigação (questionários e entrevistas), permitiu articular os resultados a outros estudos sobre a IUE na abordagem dos SNI (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; SUZIGAN *et al.*, 2009; RAPINI *et al.*, 2009, FERNANDES *et al.*, 2010; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). Este recorte metodológico possibilitou ampliar a literatura sobre IUE em biotecnologia, em especial para o contexto de um país em desenvolvimento, o Brasil.

Uma contribuição empírica da tese é a identificação de novos formatos de arranjos institucionais das *spin-offs* acadêmicas brasileiras. Outra contribuição relevante, oriunda da análise da diversidade e importância dos canais de IUE, foi a existência das amostras biológicas históricas do laboratório e espaços de biossegurança elevados, que despertaram o interesse das empresas e hospitais e fortaleceram este relacionamento. Esses canais, fundamentais na área de Biotecnologia, fortalecem em especial as pequenas empresas e contribuem para o SNI brasileiro.

Os objetivos desta tese foram atingidos, pois ela caracterizou os três fatores que influenciam a IUE: infraestrutura física do laboratório, qualificação da equipe e incentivos locais à IUE. A caracterização destes elementos possibilitou conhecer as variações em cada contexto analisado e descrever seus impactos nos resultados para a inovação (patente transferida, produto novo e empresa *spin-off*) e nos resultados que, embora não tenham gerado inovação de uso imediato, foram significativos para os laboratórios de pesquisa (treinamentos e rede de contatos).

As três proposições desta pesquisa foram confirmadas no caso estadunidense. Os resultados corroboram a literatura quanto ao elevado número de empresas *spin-offs* acadêmicas na área de Biotecnologia em saúde (COOKE, 2002; SOUZA; RAPINI, 2010, CASSIOLATO *et al.*, 2011). Isso se deve a dois fatores. Primeiro, à elevada qualificação da equipe dos laboratórios de pesquisa e acesso à diversificação de conhecimentos necessários em biotecnologia, bem como à influência dos pesquisadores dos laboratórios no direcionamento da comercialização de resultados de pesquisas. Segundo, à necessidade de acesso a equipamentos e conhecimentos específicos em manuseio especializado, experimentação e atendimento às exigências dos órgãos reguladores da área nas pesquisas em biotecnologia em saúde (SOUZA, 2012; TATSCH *et al.*, 2019).

Conforme Mazzucato (2011), no caso dos Estados Unidos, há um Estado Empreendedor que define novas tecnologias e novos mercados ao investir capital de risco em empresas *start-ups* e em pesquisa básica nas universidades. Os resultados apresentaram que os programas STTR e SBIR, característicos de capital de risco do governo dos EUA, financiaram a IUE Riley Lab-SilverLake. Também houve incentivos da universidade, como a estrutura de suporte à abertura de empresas *spin-off* do IPIRA e do escritório SPO de submissão e acompanhamento de projetos financiados. Além disso, constatou-se o importante papel da alta concentração de empresas de biotecnologia na região na qual a universidade está localizada (COOKE, 2002), as quais têm interesse na aproximação com a universidade, características típicas de um SNI maduro (ALBUQUERQUE, 1996; NELSON; ROSENBERG, 1993).

No caso brasileiro, duas proposições desta pesquisa foram confirmadas (P2 e P3). A P1 não foi confirmada. O escopo dos laboratórios pode ter contribuído para este resultado. O Labvir atua com virologia, que é um ramo especializado da microbiologia, ou seja, tem foco em empresas ou organizações interessadas especificamente no diagnóstico de doenças. O Labbio, por sua vez, atende demandas diversas em bioengenharia, desde a instrumentação hospitalar, novos materiais para calçados, próteses, órteses, tratamento de doenças bucais a laser, dentre outras. Além disso, o

Labbio está localizado na Escola de Engenharia, área com elevada predominância de interação com empresas, pela natureza dos resultados de pesquisa e pela proximidade com funcionários das empresas que se formam nesses departamentos e mantêm vínculos com a universidade (PERKMANN *et al.*, 2013; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

Apesar de a proposição de pesquisa P1 não ter sido confirmada no caso brasileiro, os entrevistados informaram que a infraestrutura de pesquisa é importante para o tipo de experimento em biotecnologia que realizam e que esta pode ser de interesse das empresas. Assim, os equipamentos de pesquisa dos laboratórios universitários, como, termocicladores, cromatografia líquida de proteína rápida (FPLC), espectrofotômetro, ressonância magnética nuclear, sequenciador de células e ultracentrífuga, apontados como básicos pelos pesquisadores dos laboratórios, são caros e de difícil acesso para empresas pequenas e *start-ups*, situação que favorece a IUE para terem acesso a eles.

No que tange aos recursos humanos dos laboratórios universitários, além da elevada qualificação e diversidade de formação acadêmica, salienta-se que as equipes são temporárias e reorganizadas para cada projeto, de modo a se observar aumento do capital social via IUE. Neste sentido, os pesquisadores dos laboratórios mantiveram relações, seja na universidade ou na empresa, com alto nível de confiança e significado compartilhado entre parceiros (AL-TABBAA; ANKRAH, 2016; STEINMO; RASMUSSEN, 2018). Observou-se na IUE Labbio-Aptivalux-Hypofarma, uma formação de rede de P&D, que gerou além do conhecimento compartilhado, o aumento do nível de confiança entre pesquisadores da universidade e da empresa, e uma patente, a da curcumina. Outro exemplo de relevância das relações sociais para o aumento do capital social no SNI Brasileiro, ocorreu na IUE Labvir-Viriontech-Bioclin/Quibasa. O capital social incluiu os pesquisadores autores da patente da AIE e os pesquisadores das duas empresas, ampliando a troca de conhecimentos (experiência prática e conhecimento técnico) e as relações (atitudes e posturas), de modo a facilitar a transferência de conhecimento (STEINMO; RASMUSSEN, 2018).

A literatura preconiza que problemas complexos demandam pesquisas interdisciplinares (STEPHAN, 2012; CUNNINGHAM *et al.*, 2014; GIBBONS *et al.*, 1994). Especificamente na área de Biotecnologia em saúde, a literatura apresenta a multidisciplinaridade como uma característica fundamental (TATSCH *et al.*, 2019). Os resultados deste estudo corroboram essa perspectiva e aprofundam o conhecimento da IUE em biotecnologia, detalhando como essa

multidisciplinariedade se concentra principalmente na área da Saúde, e no caso do Labbio, em Bioengenharia com destaque para as Engenharias e a Saúde.

Houve a diversidade dos canais de IUE no caso estadunidense, citando-se: alta proximidade relacional (PERKMANN; WALSH, 2007), como o intercâmbio de profissionais e o contrato de pesquisa de longo prazo com empresa, financiado pelo governo (STTR/SBIR); média proximidade, como o treinamento de pessoas; e baixa proximidade relacional, como as publicações. No caso brasileiro, os incentivos financeiros de agências financiadoras do governo (Finep e Fapemig) possibilitaram canais de alta proximidade relacional, como pesquisa e desenvolvimento de longo prazo do laboratório com empresas e com hospitais; média proximidade relacional, como empreendedorismo acadêmico (geração de *spin-off*), treinamento de pessoal e engajamento em redes; e de baixa proximidade, como geração e licenciamento de patentes, consultorias e publicações. A diversificação de canais é positiva, por possibilitar atingir diferentes públicos e setores. De acordo com a literatura sobre os canais de IUE (FERNANDES *et al.*, 2010; SCHILLER; LEE, 2015) em países em desenvolvimento, estes sofrem a influência das pressões econômicas, atribuindo-se relevância aos canais de baixa proximidade.

Os resultados dos EUA revelaram que o ambiente externo de um SNI maduro demandou menor esforço da universidade e do laboratório para que a IUE ocorresse em diversos canais, conforme pesquisas anteriores (COOKE, 2002; POWERS; McDOUGALL, 2005). Esse SNI maduro é marcado por instituições que se relacionam e cumprem o papel de incentivar a inovação via estímulo ao desenvolvimento tecnológico nacional, tanto pelo governo (MAZZUCATO, 2011) quanto pelas instituições de suporte ao empreendedorismo consolidadas (incubadoras de biotecnologia, indústria interessada na IUE e capital de risco privado, entre outros).

No contexto brasileiro, de um SNI imaturo (FERNANDES *et al.*, 2010; LEMOS, 2012; SCHILLER; LEE, 2015), é baixo o interesse da indústria em IUE (GARCIA; RAPINI; CARIO, 2018), como também é baixo o apoio das políticas industriais e de incentivo à inovação. Os resultados revelaram um esforço maior dos laboratórios para que a IUE ocorresse, o que corrobora pesquisas prévias (CASSIOLATO *et al.*, 2011; LEMOS, 2012).

O atual estágio de construção do sistema de inovação brasileiro (ALBUQUERQUE, 1996) ainda não apresentou condições para que os *spin-off* acadêmicos se transformem em empresas com unidade de produção em biotecnologia constituída e tenham um circuito virtuoso. Os resultados desta pesquisa apresentaram uma paralisia, ou congelamento, no movimento de abertura das

empresas *spin-off* e seu crescimento para montagem de unidade fabril produtiva. Diante disso, elas sobreviveram por mais de quinze anos como empresas *spin-offs* e cumprem um papel híbrido de fortalecer a disseminação das tecnologias dos laboratórios, prestar suporte ao licenciamento de patentes da UFMG e realizar serviços de consultoria tecnológica. Pesquisas anteriores apresentam a dificuldade que empresas pequenas em biotecnologia têm para escalar a tecnologia e lançar seus produtos (WOLTER, 2004; SOUZA; RAPINI, 2010; FERRER *et al.*, 2004; CASSIOLATO *et al.*, 2011; RAPINI, 2018). Contudo, não foi identificado na literatura o mesmo formato de arranjo encontrado nesta pesquisa, com essa função híbrida bilateral como uma alternativa para as empresas *spin-offs* e laboratórios contribuírem para a geração de produtos via rede de colaboração com empresas maiores, envolvendo ou não o licenciamento de patentes.

Neste sentido, os resultados desta tese apresentaram uma novidade quanto à descrição de novos arranjos institucionais na IUE em países em SNI Imaturo (ALBUQUERQUE, 1996; FERNANDES *et al.*, 2010), pois possibilitaram visualizar um novo arranjo institucional envolvido no canal de IUE de média proximidade — geração de empresa *spin-off* acadêmica. Essas empresas se comportaram de forma diferente daquela encontrada na literatura, que seria de uma empresa de base tecnológica criada para desenvolver e explorar comercialmente tecnologias desenvolvidas por inventores acadêmicos em laboratórios universitários (SHANE, 2004; PERKMANN; WALSH, 2007).

Especificamente no caso brasileiro, as empresas *spin-offs* Aptivalux e Viriontech, que tinham quinze anos de existência no período da coleta de dados, mantiveram-se ligadas de uma forma muito próxima à universidade, pela necessidade de utilizar as dependências do laboratório de biotecnologia para atender às exigências regulatórias do setor de Saúde (FREITAS *et al.*, 2011; CASSIOLATO *et al.*, 2011). Apesar de possuírem CNPJ, não desenvolveram unidade produtiva, devido às condições financeiras e regulatórias. Os entrevistados informaram que a consultoria exercia uma função de “comunicação da nova tecnologia”, pois segundo eles, as novas tecnologias precisam ser “ensinadas” para o setor empresarial; ou seja, apresentar a utilidade de uma nova tecnologia e os benefícios de uma nova prática de diagnóstico ou novo tratamento.

Dessa forma, as consultorias e os treinamentos que realizam via empresa *spin-off* podem contribuir para aumentar a capacidade absorptiva de outras empresas, que passam a assimilar a relevância da inovação e se tornam capazes de transformar e explorar o conhecimento novo (ROSA *et al.*, 2018).

O problema da sobrevivência das empresas *spin-offs* no caso brasileiro revelou uma diferença institucional importante: não ocorreu a transição para a unidade produtiva independente, e sim a manutenção da proximidade com a universidade. Nesta tese, apresenta-se a expressão dessas empresas como “híbridas”, para indicar que elas ficaram no meio do caminho devido a deficiências no ambiente institucional características da imaturidade do SNI brasileiro, carente de políticas locais que considerem fatores específicos do contexto (ALBUQUERQUE, 1996; FERNANDES *et al.*, 2010).

No contexto estadunidense, de um país de SNI maduro, o canal de IUE geração de empresa *spin-off* corrobora com a literatura de *spin-off* acadêmica em biotecnologia (COOKE, 2002; SHANE, 2004). A *spin-off* Bioamp revelou condições de sair do laboratório e da universidade em menos de três anos e constituir unidade produtiva. O ETT da universidade (IPIRA) apoiou os pesquisadores que fundaram *spin-offs* em todo o processo regulatório para autorizar a implantação da unidade produtiva e para a obtenção das licenças para operar.

Destaca-se ainda que, no caso brasileiro, um canal de IUE utilizado pelos dois laboratórios foi o licenciamento de patentes. Este canal, de baixa proximidade (PERKMANN *et al.*, 2013), é o mais disseminado na UFMG como caminho para a inovação, segundo os entrevistados. No entanto, esse canal apresenta grande complexidade (risco e investimentos), a qual se amplia dadas as características do SNI brasileiro, com baixo interesse das indústrias em se aproximar da universidade e baixo aproveitamento destas por meio de licenciamento. Embora ambos os laboratórios tenham gerado elevado número de pedidos de patentes, poucas foram licenciadas – 5 para 46 no Labvir e 5 para 27 no Labbio. Isso indica que a estratégia da UFMG poderia se voltar para aumentar a diversificação de canais de IUE e estimular outros mecanismos, como a pesquisa cooperativa, consórcio de pesquisa e a geração de empresas *spin-off*.

Algumas características das IUEs em biotecnologia no setor de Saúde merecem destaque.

Primeira, a prestação de serviços dos laboratórios universitários para auxiliar no diagnóstico de doenças é relevante para estimular a IUE na área de Biotecnologia em Saúde. Segunda, a interação dos laboratórios com empresas de diagnóstico e hospitais foi reconhecida, o que corrobora com a literatura (TATSH *et al.*, 2019; TORRES-FREIRE; GOLGHER; CALLIL, 2014). Terceira, o canal de IUE realização de P&D cooperativo é relevante para apoiar empresas a desenvolver kits de diagnóstico de doenças. Quarta, por possuírem níveis de biossegurança 1 e 2, os laboratórios atraíram a atenção de empresas para a observância dos procedimentos de segurança e saúde. Quinta,

as amostras biológicas históricas para testes de diagnóstico existentes atraíram o interesse de empresas que não possuem capital financeiro para se associar a hospitais e obter acesso a amostras biológicas (TATSCH *et al.*, 2019; WOLTER, 2004).

Este estudo corrobora a literatura de IUE em biotecnologia, em especial no caso brasileiro. Apesar do aumento de incentivos do governo em CT&I, em revitalização das infraestruturas de pesquisa nos anos 2000 (DE NEGRI; SQUEFF, 2016) e na criação de legislação específica para inovação em biotecnologia com resultados positivos em relação à produção científica, ainda não se observaram resultados com relação à ampliação da indústria brasileira em biotecnologia em saúde (CASSIOLATO *et al.*, 2011; TORRES-FREIRE, GOLGHER; CALLIL, 2014). Por isso, é necessário prosseguir com os estímulos, para que haja mais IUE e, principalmente, para que o setor privado invista mais em P&D por intermédio das universidades, inclusive em projetos de maior risco. No caso brasileiro, apontam-se como as principais barreiras à IUE: elevadas exigências da agência reguladora de produtos da área de Saúde; falta de suporte gerencial dos escritórios de transferência de tecnologia na estruturação de novas empresas de biotecnologia pela universidade via geração de *spin-offs*; e falta de interesse do setor industrial em manter IUE de longo prazo.

• Contribuições da pesquisa

Uma contribuição desta pesquisa para a literatura de IUE em países em desenvolvimento, refere-se ao novo arranjo institucional das *spin-offs* acadêmicas, com uma função híbrida bilateral: formando redes com empresas maiores e divulgando tanto tecnologias do laboratório quanto os serviços de consultoria da empresa. Este resultado vai além da dificuldade de empresas *spin-offs* em biotecnologia para escalar a tecnologia e lançar seus produtos e sobreviver (WOLTER, 2004; SOUZA; RAPINI, 2010; FERRER *et al.*, 2004; CASSIOLATO *et al.*, 2011; RAPINI, 2018). Assim, esta pesquisa acrescentou à literatura a descrição e análise deste formato de *spin-off* enquanto um canal de IUE na realidade brasileira (SUZIGAN *et al.*, 2009; RAPINI *et al.*, 2010; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

O marco analítico desenvolvido (Figura 1) é uma das contribuições deste estudo, pois verificou-se empiricamente que sua utilização, contemplando a unidade de análise principal, o laboratório de pesquisa universitário, permitiu o acesso aos dados (quantitativos e qualitativos), sua integração e a análise detalhada do processo de IUE em biotecnologia. A utilização deste marco

analítico possibilitou identificar as características do relacionamento entre os envolvidos, os canais de transferência do conhecimento, os motivos, benefícios e diferentes resultados da IUE. Houve a confirmação de resultados de pesquisas anteriores sobre os canais de IUE em SNI maduros, como no caso estadunidense (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; KLEVORICK *et al.*, 1995), e de resultados da IUE em biotecnologia no SNI imaturo brasileiro (FERRER *et al.*, 2004; SOUZA; RAPINI, 2010; CASSIOLATO *et al.*, 2011).

Identificou-se escassez de literatura sobre a IUE na área de Biotecnologia que considerasse a visão dos laboratórios universitários. As pesquisas encontradas retratavam o tema de forma separada, apresentando ora as características dos laboratórios de pesquisa (KNORR-CETINA, 1981; LATOUR; WOOLGAR, 1986; BOZEMAN; CROW, 1990; JOLY; MANGEMATIN, 1996; TASH, 2006), ora as características das IUEs em biotecnologia na visão das universidades de uma forma geral ou das empresas (COROLLEUR; CARRERE; MANGEMATIM, 2004; ALBUQUERQUE *et al.*, 2015; SOUZA, 2012; SOUZA, RAPINI, 2010; CASSIOLATO *et al.*, 2011). Dessa forma, uma das contribuições deste trabalho foi responder a essa lacuna sobre IUE em biotecnologia no que diz respeito à visão dos laboratórios de pesquisa universitários para duas realidades nacionais distintas (Estados Unidos e Brasil), na medida em que apresenta dados empíricos sobre a visão dos pesquisadores dos laboratórios universitários que impactam os canais da IUE em cada país.

No contexto brasileiro, esta pesquisa pode contribuir com informações atualizadas para as políticas de CT&I nos âmbitos institucional (universidades, agências de apoio e fomento à pesquisa e inovação e governos) e legislativo (leis e decretos relativos à inovação). No que diz respeito ao estímulo aos novos canais de IUE, além do licenciamento de patentes, é preciso fortalecer também o canal geração de empresas *spin-off*. As autoridades brasileiras podem se valer deste resultado para elaborar uma nova política de fomento às empresas *spin-offs* acadêmicas tecnológicas, a fim de complementar e regulamentar as leis de apoio à inovação 10.973/04 e 13.243/16. Essa nova política de fomento às *spin-offs* pode criar os meios necessários à execução da lei via ampliação do empreendedorismo acadêmico. Sugere-se que sejam contemplados no âmbito da política de fomento às *spin-offs* informações sobre:

a) Constituição legal de uma empresa *spin-off* acadêmica e impactos na prática educacional e empresarial;

b) Procedimentos de utilização compartilhada dos laboratórios universitários e obtenção de subvenção para a aquisição de equipamentos e insumos;

c) Projetos de pesquisa em redes com grandes empresas;

d) Consultoria tecnológica e “educação empresarial”;

e) Acesso a programas de financiamentos públicos para pesquisas conjuntas entre universidade e empresas; e

f) O papel do Núcleo de Inovação Tecnológica ou Escritório de Transferência de Tecnologia da universidade, da fundação de apoio e os procedimentos de gestão de projetos.

Por fim, uma aplicação prática dos resultados desta pesquisa para a UFMG e seu NIT (CTIT) refere-se à gestão da inovação gerada nos laboratórios de pesquisa, via cumprimento da política de inovação da UFMG, nas ações estruturantes de suporte para a geração de empresas *spin-offs*. A CTIT pode apoiar-se na redistribuição de responsabilidades com as unidades de apoio à pesquisa (Fundep, FCO) para sistematizar o apoio aos laboratórios. Podem-se implantar dois setores: “Apoio ao pesquisador na criação de *spin-offs*” e “Apoio aos laboratórios ao acesso a empresas e programas de fomento a IUE do governo”, estrutura similar ao IPIRA e ao SPO da UC Berkeley, apresentados ao longo desta tese. Além disso, a CTIT, em seu processo de estruturação como pessoa jurídica, permitido pela Lei 13.243/2016, tem a oportunidade de aproximar-se dos laboratórios e dos pesquisadores de forma setorizada por categoria tecnológica.

● Limitações da pesquisa

A primeira limitação refere-se ao viés implícito do marco analítico e das proposições desta pesquisa em investigar um recorte de IUEs que geraram resultados positivos, como, transferência de patente, geração de empresas *spin-offs*, artigos científicos e outros resultados de inovação não imediata, mas positivos para o laboratório, com base na literatura e nas escolhas metodológicas. Assim, este estudo não permite fazer inferências sobre como os fatores investigados influenciam as IUEs que tenham gerado resultados percebidos como negativos pelos laboratórios de pesquisa.

A segunda limitação diz respeito aos limites internos da pesquisa, em razão da escolha de somente três entre os múltiplos fatores apontados pela literatura como influenciadores das IUE. Entretanto, como mostraram os resultados empíricos, esses fatores são fundamentais e se articulam fortemente para a realização de IUE em biotecnologia.

Outra limitação intrínseca ao desenho da pesquisa refere-se à seleção de duas instituições de referência em inovação em cada país, o que, provavelmente, influenciou os resultados quanto à prevalência desses três fatores e à ocorrência de casos bem sucedidos de inovação. Portanto, esses casos não são representativos de seus respectivos países ou tipos de instituições de CT&I.

• Sugestões para trabalhos futuros

O tema proposto não se exauriu nesta tese. Há outras questões a serem respondidas, como os impactos e os resultados da transferência de tecnologia da universidade por licenciamento de patentes para empresas em longo prazo, em especial para empresas *spin-offs* acadêmicas. A análise das IUE via estudos de caso longitudinais é uma agenda para pesquisas.

Sugere-se a continuidade da investigação nos laboratórios desta pesquisa, principalmente das interações em vigor, e a expansão da análise dos canais de IUE para o desenvolvimento dos SNI. Este marco analítico poderá ainda ser utilizado em outros laboratórios universitários e em contextos menos favorecidos que os desse estudo.

Trabalhos futuros poderão investigar as particularidades de IUEs que não deram resultados positivos para o laboratório ou as tentativas de IUE que não se consolidaram e analisar as barreiras e os fatores dificultadores, por exemplo, demora para gerar resultados de pesquisa de interesse industrial e elevada regulamentação na área da saúde em biotecnologia

Por fim, uma questão a ser investigada pode ser a inclusão da visão das empresas que interagem com os laboratórios de pesquisa universitários, para expandir este marco analítico.

REFERÊNCIAS

ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D spillovers and recipient firm size. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 76, n. 2, p. 336–340, 1994.

AGRAWAL, A. University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. **International Journal of Management Reviews**, Liverpool, v. 3, n. 4, p. 285-302, 2001.

ALBUQUERQUE, E. M. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 16, n. 3, jul.-set., 1996.

ALBUQUERQUE, E.; CARIO, S. A. F.; SUZIGAN W. **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. FAPESP: Autêntica. 2017.

ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L.A.; POVOA, L. Diferenciação intersetorial na interação entre empresas e universidades no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 95-104, 2005.

ALBUQUERQUE, E. *et al.* **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015a. 298 p.

ALBUQUERQUE, E. *et al.* Matrices of university-firm interactions in Latin America. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Eds.) **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015b. 298 p.

ALDRICH, H.E.; MARTINEZ, M.A. Entrepreneurship as Social Construction: a Multilevel Evolutionary Approach. In: ACS, Z.J.; AUDRETSCH, D.B. (Eds.). **Handbook of Entrepreneurship Research: an Interdisciplinary Survey and Introduction**. 2. ed. Springer: New York, 2003.

ALPERT, D. The role and structure of interdisciplinary and multidisciplinary research centers. In: **Ninth Annual Meeting of the Council of Graduate Schools in the U.S**, Council of Graduate Schools in the U.S.: Washington, D.C., 1969. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED035363>. Acesso em: 13 out. 2019.

AL-TABBAA, O., ANKRAH, S. Social capital to facilitate ‘engineered’ university-industry collaboration for technology transfer: a dynamic perspective. **Technological Forecasting and Social Change**. 104, 1–15. 2016.

ARAÚJO, P.V. *et al.* Antimicrobial effect of photodynamic therapy in carious lesions in vivo, using culture and real-time PCR methods. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**. v. 12, n. 3, p. 401-407, 2015.

- ARBIX, G.; CONSONI, F. Inovar para transformar a universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 26, n.77, p. 205-224, out. 2011.
- AROCENA, R.; SUTZ, J. Latin American Universities: from an original revolution to an uncertain transition. **Higher Education**, Washington, v. 50, p. 573-592, 2005.
- ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. Complementarity and External Linkages: the strategies of the large firms in Biotechnology. **The Journal of Industrial Economics**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 361-379, 1990.
- ARZA, V. *et al.* Channels and benefits of interactions between public research organizations and industry: comparing cases in Africa, Asia, and in Latin America. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. 298 p.
- AZAGRA-CARO, J. M. *et al.* University-industry scientific production and the Great Recession. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 139, p. 210-220, 2019.
- BALDINI, N. Implementing Bayh–Dole-like laws: Faculty problems and their impact on university patenting activity. **Research policy**, Amsterdam, v. 38, n. 8, p. 1217-1224, 2009.
- BEN-DAVID, J. **O papel do cientista na sociedade: um estudo comparativo**. São Paulo: Pioneira, 1974. 281 p.
- BEUZEKOM, B.V.; ARUNDEL, A. **OECD Biotechnology statistics: 2006**. Disponível em: <https://search.oecd.org/innovation/inno/36760212.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- BITTENCOURT, P.F.; CARIO, S.A.F. Capítulo 9 – Sistemas de Inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea. In: RAPINI, M.S.; SILVA, L.A.; ALBUQUERQUE, E.M. (Orgs). **Economia da Ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e economia global**. Curitiba: Prismas, 2017.
- BONACCORSI, A., DARIO, C. A robust nonparametric approach to the analysis of scientific productivity. **Research Evaluation**, Guildford, v. 12, p. 47-69, 2003.
- BONACCORSI, A.; PICCALUGA, A. A theoretical framework for the evaluation of university – industry relationships. **R&D Management**, Oxford, v. 24, n. 3, p. 229-241, 1994.
- BOTELHO, A. J. J.; ALMEIDA, M. Overcoming institutional shortcomings for academic spin-off policies in Brazil. **International Journal of Technology Management & Sustainable Development**. v. 9, n. 3, p. 175-193, 2011.
- BOSI, A.P. A precarização do trabalho docente nas instituições de ensino superior do Brasil nesses últimos 25 anos. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 28, n. 101, 2007.
- BOZEMAN, B.; CROW, M. The environments of U.S. R & D laboratories: political and market influences. **Policy Sciences**, Dordrecht, v. 23, p. 25-56, 1990.

BRASIL. **Lei n.º 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 29 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação.** Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 242 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/biosseguranca_saude_prioridades_estrategicas_acao_p1.pdf. Acesso em: 01 ago. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016.** Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei n.º 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei n.º 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei n.º 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei n.º 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei n.º 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei n.º 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei n.º 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei n.º 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional n.º 85, de 26 de fevereiro de 2015. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 01 set. 2018.

BRISLIN, R.W. Back-translation for cross-cultural research. **Journal of cross-cultural Psychology**, Newbury Park, 1970. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/135910457000100301>. Acesso em: 03 mar. 2019.

BRITTO, J. Cooperação para a Inovação. In: RAPINI, M.S.; SILVA, L.A.; ALBUQUERQUE, E.M. (Orgs.). **Economia da Ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e economia global.** Curitiba: Prismas, 2017. Cap. 8.

BURCHARTH, A.L.A. What Drives the Formation of Technological Cooperation Between University and Industry in Less-Developed Innovation Systems?: Evidence From Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 10, p. 101-128, 2011.

CALIARI, T., RAPINI, M. S. Diferenciais da Distância Geográfica na Interação Universidade-Empresa no Brasil: um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 27, n.1, p.271-302, 2016.

CAPES. **História e Missão.** 2008. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/historia-e-missao>. Acesso em: 30 dez. 2019.

CAPES. Contribuição da pós-graduação brasileira para o desenvolvimento sustentável: Capes na Rio+20. Brasília, DF: Capes, 2012. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/CapesRio20-Livro-Portugues.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2019.

CARAYOL, N.; MATT, M. Does research organization influence academic production?: Laboratory level evidence from a large European university. **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, p. 1081-1102, 2004.

CASSIOLATO, J.E. *et al.* The Recent evolution of the Biotech local innovation system of Minas Gerais: university, local firms and translational corporations. In: GORANSSON, B; PALSSON, C.M. (Eds.). **Biotechnology and Innovation Systems: the role of public policy**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2011.

CHAMINADE, C.; DE FUENTES, C. Competences as drivers and enablers of globalization of innovation: the Swedish ICT industry and emerging economies. **Innovation and Development**, Geneve, v. 2, n. 2, p. 209-229, 2012.

CHAVES, C.V. *et al.* The contribution of universities and research institutes to Brazilian innovation system. **Innovation and Development**, Geneve, v. 6, n. 1, p. 31-50, 2015.

CHIARINI, T. Ciência. In: RAPINI, M.S.; SILVA, L.A.; ALBUQUERQUE, E.M. (Orgs). **Economia da Ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e economia global**. Curitiba: Prismas, 2017.

CITRIS Foundry. **GenEdit**. 2016. Disponível em: https://citrisfoundry.org/portfolio_page/genedit/. Acesso em: 27 jul. 2019.

CNPQ. 2019. RHAЕ: o programa RHAЕ Pesquisador na Empresa. 2019. Disponível em: <http://cnpq.br/apresentacao-rhae>. Acesso em: 29 jan. 2020.

CNPQ. Diretório de grupos de pesquisa no Brasil. 2020. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp>. Acesso em: 03 jan. 2020.

COHEN, M.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, New York, v.35, p.128-152, 1990.

COHEN, W.M.; NELSON, R.R.; WALSH, J.P. Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, Providence, v. 48, n. 1, p. 1-23, 2002.

COLYVAS, J. *et al.* How Do University Inventions Get into Practice? **Management Science**, Providence, v. 48, n. 1, p. 61-72, 2002.

COOKE, P. Biotechnology Clusters as Regional, Sectoral Innovation Systems. **International Regional Science Review**, Philadelphia, v. 25, n. 1, p. 8-37, 2002.

COROLLEUR, C. D. F.; CARRERE, M.; MANGEMATIN, V. Turning scientific and technological human capital into economic capital: the experience of biotech start-ups in France. **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, p. 631-642, 2004.

CORRADI, A. A.; NEIVA, E. R. Social networks of knowledge production in Brazilian psychology: comparing sub-areas. **International Review of Sociology**, v. 28, n. 1, p. 150-170, 2018.

COZZI, A. O. *et al.* **Empreendedorismo de base tecnológica: Spin-Off: criação de novos negócios a partir de empresas constituídas, universidades e centros de pesquisa.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CRESWELL, J.W. **A Concise Introduction to Mixed Methods Research.** Thousand Oaks, CA: Sage, 2015.

CRESWELL, J. *et al.* Philosophical Assumptions and Stances: How Interpretive Qualitative Research Extends Mixed Methods Research. **Research In The Schools**, v. 13, n. 1, 2006.

CROW, M.; BOZEMAN, B. **Limited by design: R&D laboratories in the US national innovation system.** New York: Columbia University Press, 1998.

CRUZ, H. N; SOUZA, R. F. Sistema Nacional de Inovação e a Lei da Inovação: análise comparativa entre o Bayh-Dole Act e a Lei da Inovação Tecnológica. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 11, n.4, p.329-354, 2014.

CTIT. **Institucional.** 2019. Disponível em: <http://www.ctit.ufmg.br/institucional/>. Acesso em: 12 jan. 2019.

CUNNINGHAM, J. *et al.* The inhibiting factors that principal investigators experience in leading publicly funded research. **Journal Technol. Transf.**, v. 39, p. 9-110, 2014.

CURADO, M.; CRUZ, M.J.V. Investimento direto externo e industrialização no Brasil. **R. Econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 399-431, 2008.

CURRY, J.; KENNEY, M. Land-Grant University-Industry Relationships in Biotechnology: a comparison with the non-Land-Grant research universities. **Rural Sociology**, Auburn, v. 55, n. 1, p. 44-57, 1990.

DANTAS, E.; GIULIANI, E; MARIN, A. The persistence of ‘capabilities’ as a central issue in industrialization strategies: how they relate to MNC spillovers, industrial clusters and knowledge networks. **Asian Journal of Technology Innovation**, v. 15, n. 2, 2007.

DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Toward a new economics of science. **Research Policy**, Amsterdam, v.23, p.487-521, 1994.

DE FUENTES,C.; DUTRÉNIT, G. Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. **Research Policy**. 41.1666–1682. 2012.

DE COSTER, R., BUTLER, C. Assessment of proposals for new technology ventures in the UK: characteristics of university spin-off companies. **Technovation**, Essex, v. 25, n. 5, p. 535-543, 2005.

DE NEGRI, F. Por uma nova geração de políticas de inovação no Brasil. In: TURCHI, L.M; MORAIS, J.M. (Orgs). **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações.** Brasília, DF: IPEA, 2017. 485 p.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F. **Relações universidade-empresa no brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa.** Brasília, DF: IPEA, 2013.

DE NEGRI, F. SQUEFF, F. H. S. (Orgs). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil.** Brasília, DF: IPEA, 2016.

DECTER, M.H. Comparative review of UK-USA industry-university relationships. **Education and Training**, London, v. 51, n. 8/9, p. 624-634, 2009.

DUTRENIT, G.; ARZA, V. Channels and benefits of interactions between public research organizations and industry: Comparing four Latin American countries. **Science & Public Policy**, London, v. 37. n. 7, p.541-553, 2010.

DUTRÉNIT, G.; ARZA, V. Features of interactions between public research organizations and industry in Latin America: the perspective of researchers and firms. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Eds.) **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South.** Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. 298 p.

EDQUIST, C. Systems of Innovation: perspectives and challenges. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. (Orgs.) **The Oxford Handbook of Innovation.** New York: Oxford University Press, 2005. Cap. 7.

EMBRAPII. **Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial.** 2019. Disponível em: <https://embrapii.org.br/>. Acesso em: 02 set. 2019.

ETZKOWITZ, H. **The Triple Helix: University-Industry-Government – Innovation in action.** New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2008.

ETZKOWITZ, H.; KEMELGOR, C. The Role of Research Centres in the Collectivisation of Academic Science. **Minerva**, v. 36, n. 3, p. 271-288, 1998.

FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. **The Oxford Handbook of Innovation.** New York: Oxford University Press, 2005.

FAVERO, M. L. A. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. **Educar em Revista**, Curitiba. n. 28, p. 17-36. 2006.

FERNANDES, A.C. *et al.* Academy–industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers. **Science and Public Policy**, London, v. 37, n. 7, p. 485-498, 2010.

FERRER, M. *et al.* The scientific muscle of Brazil's health biotechnology. **Nature Biotechnology**, New York, v. 22, 2004.

FILION, L.J.; DOLABELA, F. Universidades e Centros de Pesquisa gerando novas empresas. In: COZZI, A. O. (Org.). **Empreendedorismo de base tecnológica: Spin-Off: criação de novos negócios a partir de empresas constituídas, universidades e centros de pesquisa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

FINEP. **Acompanhamento e avaliação das ações do CT-Infra**. 2003. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/fontes-de-orcamento/fundos-setoriais/ct-infra/acompanhamento-e-avaliacao-das-acoes-do-ct-infra.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2019.

FINEP. **Números que nos definem**. 2019a. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/en/noticias/todas-noticias/6000-numeros-que-nos-definem>. Acesso em: 30 fev. 2019.

FINEP. **CT-Verde Amarelo**. 2019b. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/quais-sao-os-fundos-setoriais/ct-verde-amarelo>. Acesso em: 10 out. 2019.

FINLAYA, J.M.; KOBAYASHI, L.C. Social isolation and loneliness in later life: a parallel convergent mixed methods case study of older adults and their residential contexts in the Minneapolis metropolitan area, USA. **Social Science & Medicine**, Oxford, 208. p. 25-33, 2018.

FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. London: Frances Pinter, 1988.

FREEMAN, C. The “National System of Innovation” in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**. 19, no 1, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. Cambridge: The MIT Press, 1997.

FREITAS, J. S. *et al.* Parsimonious Determinants of Pre-Incubated Academic Spin-Offs Initial Performance: a Configurational Perspective. **Journal of Technology Management & Innovation**. v. 6, n. 2, p. 50-65, 2011.

FREITAS NETO, J.A. Por uma universidade latino-americana: a reforma universitária de Córdoba (1918): um manifesto. **Ensino Superior Unicamp**, Campinas, 2011. Disponível em: <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/a-reforma-universitaria-de-cordoba-1918-um-manifesto>. Acesso em: 06 out. 2019.

FTC. **Federal Trade Commission**. 2019. Disponível em: <https://www.ftc.gov/tips-advice/competition-guidance/guide-antitrust-laws/antitrust-laws>. Acesso em: 30 dez. 2019.

FUNDEP. **Resultados do outlab apontam oportunidades da conexão universidade e empresas**. 2019. Disponível em: <http://www.fundep.ufmg.br/resultados-outlab/>. Acesso em: 06 jan. 2019.

FUNDEP. **UFMG é a melhor universidade federal do Brasil segundo ranking internacional**. 2020. Disponível em: <http://www.fundep.ufmg.br/ufmg-e-melhor-universidade-federal-do-brasil-segundo-ranking-internacional/>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

GADELHA, C.A.G. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 521-535, 2003.

GADELHA, C. A. G.; MALDONADO, J.O papel da inovação na indústria farmacêutica: uma janela de oportunidade no âmbito do complexo industrial da saúde. In: BUSS, P. M.; CARVALHEIRO, J. R.; CASAS, C. P. R. (Orgs.). **Medicamentos no Brasil: inovação e acesso**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 41-59.

GARCIA, R. C.; RAPINI, M. S.; CARIO, S. A. F (Orgs). **Estudos de caso da interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: FACE/UFMG, 2018.

GARNER, C.; TERNOUTH, P. Absorptive capacity and Innovation in the Triple Helix Model. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 2, n. 4, p. 357-371, 2011.

GEIGER, R. L. Organized Research Units: Their Role in the Development of University Research. **Journal of Higher Education**, Columbus, v. 61, n. 1, p. 1-19, 1990.

GIBBONS, M. *et al.* **The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. London: Sage Publications, 1994.

GOULD, J. Core facilities: Shared support. **Nature**, New York, v. 519, p. 495-496, 2015.

GREENWOOD, D.J.; LEVIN, M. Construindo as relações entre as universidades e a sociedade por meio da pesquisa-ação. In: DENZIN, N.K. (Ed.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GROS, C. **The hierarchy of countries winning Nobels in the sciences is shifting**. 2018. Disponível em: <https://www.economist.com/graphic-detail/2018/05/10/the-hierarchy-of-countries-winning-nobels-in-the-sciences-is-shifting>. Acesso em: 16 jun. 2020.

GUIMON, J. **Promoting university-industry collaboration in developing countries. The Innovation Policy Platform, OECD and World Bank**. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278961909_Promoting_university-industry_collaboration_in_developing_countries_Innovation_Policy_PlatformOECD_and_World_Bank. Acesso em: 21 nov. 2019.

HALL, B. H.; LINK, A.N.; SCOTT, J. T. Barriers Inhibiting Industry from Partnering with Universities: evidence from the Advanced Technology Program. **Journal of Technology Transfer**, v. 26, p. 87-98, 2000.

HEMLIN, S. Creative knowledge environments for research groups in biotechnology. The influence of leadership and organizational support in universities and business companies. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 121-142, 2006.

HESPANHA, A. UFMG transfere tecnologia de diagnóstico da anemia equina. **Boletim UFMG**, Belo Horizonte, n. 1479, ano 31, 2005. Disponível em: <https://www.ufmg.br/boletim/bol1479/quinta.shtml>. Acesso em: 25 mai. 2019.

HOCHMAN, G. Ciência entre a Comunidade e o Mercado: leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina. In: PORTO-CARRERO, V. (Org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 272 p.

HÜLSHEGER, U.R.; ANDERSON, N.; SALGADO, J.F. Team-Level Predictors of Innovation at Work: a comprehensive meta-analysis spanning three decades of research. **Journal of Applied Psychology**, Washington, v. 94, n. 5, p. 1128–1145, 2009.

ICB. **Microbiologia**. 2019a. Disponível em: <http://www.microbiologia.icb.ufmg.br/novosite/index.php/pesquisa>. Acesso em: 29 nov. 2019.

ICB. **Laboratório de Vírus**. 2019b. Disponível em: <http://www.microbiologia.icb.ufmg.br/novosite/index.php/pesquisa/14-laboratorio-de-virus>. Acesso em: 30 nov. 2019.

INTARAKUMNERD, P.; SCHILLER, D. University-Industry linkages in Thailand: successes, failures, and lessons learned for other developing countries. **Seoul Journal of Economics**, v. 22, n.4, 2009.

IPIRA. **Berkeley Ipira**. 2016a. Disponível em: <https://ipira.berkeley.edu/>. Acesso em: 18 jan. 2019.

IPIRA. **Berkeley Startups**. 2016b. Disponível em: <https://ipira.berkeley.edu/berkeley-startups>. Acesso em: 20 mai. 2019.

IPIRA. **Bioamp-diagnostics**. 2020. Disponível em: <https://ipira.berkeley.edu/bioamp-diagnostics>. Acesso em: 01 jan. 2020.

IPIRANGA, A.S.R.; ALMEIDA, P.C.H. O tipo de pesquisa e a cooperação universidade, empresa e governo: uma análise na rede nordeste de biotecnologia. **Organizações e Sociedade**, Salvador, v. 19, n. 60, p. 17-34, 2012.

JACKSON, S. E.; ALVAREZ, E.B. Working through diversity as a strategic imperative. In: JACKSON, S. E. (Ed.). **The professional practice series. Diversity in the workplace: Human resources initiatives**. New York: Guilford Press, 1992. p. 13-29.

JOLY, P.B.; MANGEMATIN, V. Profile of laboratories, industrial partnerships and organization of R&D : the dynamics of relations with industry in a large research organization, **Research Policy**, Amsterdam, v. 25, n. 4, p 901-922, 1996.

- KANNEBLEY JUNIOR, S.; BORGES, R. L. A. Infraestrutura de Pesquisa e Produtividade Científica dos Pesquisadores Brasileiros. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Orgs). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2016.
- KATZ, J.S.; MARTIN, B.R. What is research collaboration? **Research Policy**. Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1997.
- KELLER, M.R.; BLOCK, F. Explaining the transformation in the US innovation system: the impact of a small government program. **Socio-Economic Review**, Oxford, v. 11, p. 629-656, 2013.
- KENNEY, M.; BUTTEL, F. Biotechnology: Prospects and Dilemmas for Third World Development. **Development and Change**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 61-91, 1985.
- KING, C. J. **University Roles In Technological Innovation In California**. Center for studies in higher education, 2007. Disponível em: <https://escholarship.org/content/qt3f0384w8/qt3f0384w8.pdf>. Acesso em: 10 de jan. 2019.
- KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity: History, theory, and practice**. Detroit, MI: Wayne State University Press, 1990.
- KLEINMAN, D.L. Traversing the Conceptual Terrain. In: KLEINMAN, D.L. **Impure Cultures: University Biology and the World of Commerce**. Madison: University of Wisconsin Press, 2003.
- KLEVORICK, A. K. *et al.* On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. **Research Policy**. Amsterdam, v. 24, p. 185-205, 1995.
- KNORR-CETINA, K.D. **The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science**. Oxford: Pergamon Press, 1981.
- KRUSS, G. Channels of interaction in health biotechnology networks in South Africa: who benefits and how? **Int. J. Technological Learning, Innovation and Development**, Geneve, v. 5, n. 1/2, p. 204–220, 2012.
- LABBIO. **The history of our lab**. 2019. Disponível em: <http://www.labbioufmg.org/history.php>. Acesso em: 2 fev. 2019.
- LABVIR. **Microbiologia: Laboratório do vírus**. 2017. Disponível em: <http://www.microbiologia.icb.ufmg.br/novosite/index.php/pesquisa/14-laboratorio-de-virus>. Acesso em: 02 ago. 2019.
- LADEIRA, F. D. **A análise da atividade de patenteamento em Biotecnologia no Brasil**. 2012. 263 f. Tese (Doutorado em Genética) - Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

LANGBERG, K. **Changes in Research Management at Danish Universities and Government Research Institutes**. Danish Institute for Studies in Research and Research Policy, 2003.

Disponível em:

https://ps.au.dk/fileadmin/site_files/filer_forskningsanalyse/dokumenter/afsk/Rapporter/Rapport_2003_4.pdf. Acesso em: 17 mai. 2019.

LAPLANE, A.; MAZZUCATO, M. Socializing the risks and rewards of public investments: Economic, policy, and legal issues. **Research Policy**: X., Amsterdam, v. 2, Dec. 2020.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **Laboratory Life**: the construction of scientific facts. New Jersey: Princeton University, 1986.

LEMOS, D. C; CARIO, S. A. F. University–industry interaction in Santa Catarina: evolutionary phases, forms of interaction, benefits, and barriers. **Revista de Administração e Inovação – RAI**, v. 14, n.1, p. 16-29, 2017.

LEMOS, P.A.B. **Universidades e ecossistemas de empreendedorismo**: a gestão orientada por ecossistemas e o empreendedorismo da UNICAMP. Campinas: Editora UNICAMP, 2012.

LEYDESDORFF, L.; MEYER, M. The scientometrics of a Triple Helix of university-industry-government relations (Introduction to the topical issue). **Scientometrics**, Amsterdam, v. 70, n. 2, p. 207-222, 2007.

LIBOREIRO, K.R; ULIANA, P.S.; HUEBNER, R. Turning the Innovative Behavior in a University Lab into University-Industry Partnership. In: **GVL Summit Conference 2018 - Future of Entrepreneurship with Examples from Data, AI, and Stem subjects**. University of California Berkeley SCET, 2018.

LINK, A. N.; SCOTT, J. T. Opening the ivory tower's door: An analysis of the determinants of the formation of U.S. university spin-off companies. **Research Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 7, p. 1106-1112, 2005.

LOKKO, Y. *et al.* Biotechnology and the bioeconomy: towards inclusive and sustainable industrial development. **New Biotechnology**, v. 40, Part A, p. 5-10, 2018.

LUNDEVALL, B. A. **National Systems of Innovation**: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter, 1992.

LUUKKONEN, T. Why has Latour's theory of citations been ignored by the bibliometric community?: Discussion of sociological interpretations of citation analysis. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 27-37, 1997.

MALAJOVICH, M. A. **Biociencia 2011**. Rio de Janeiro: ORT, 2012.

MANKE, K. **New test rapidly identifies antibiotic-resistant ‘superbugs’**. 2018. Disponível em: <https://news.berkeley.edu/2018/10/15/new-test-rapidly-identifies-antibiotic-resistant-superbugs/>. Acesso em: 18 mai. 2019.

- MASCARENHAS, C.; FERREIRA, J.J.; MARQUES, C. University–industry cooperation: A systematic literature review and research agenda. **Science and Public Policy**, London, v. 45, n. 5, p. 708-718, 2018.
- MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial state**. Demos: London. 2011.
- MCMILLAN, G.S.; NARIN, F.; DEEDS, D.L. An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. **Research Policy**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2000.
- MEYER-KRAHMER, F.; SCHMOCH, U. Science-based technologies: university–industry interactions in four fields. **Research Policy**, Amsterdam, v. 27, n. 8, p. 835–851, 1998.
- MIRANDA, P.; ZUCOLOTO, G. **Conhecimento com perfil inovador nas infraestruturas científicas e tecnológicas no brasil**. IPEA, 2015. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/radar/temas/infraestrutura/228-radar-n-37-conhecimento-com-perfil-inovador-nas-infraestruturas-cientificas-e-tecnologicas-no-brasil>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- MOWERY, D. C. University-Industry Research Collaboration and Technology Transfer in the United States since 1980. In: YUSUF, S.; NABESHIMA, K.(Eds.). **How Universities Promote Economic Growth**. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2007. p. 163-182.
- MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. The U.S. National Innovation System. In: NELSON, R. R. (Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993. Cap. 2.
- MOWERY, D.C.; SAMPAT, B.N. University patents and Patent Policy Debates in the USA, 1925-1980. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 781-815, 2001.
- MOWERY, D.C.; SAMPAT, B.N. Universities in National Innovation Systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. **The Oxford Handbook of Innovation**. New York: Oxford University Press, 2005. Cap. 8.
- MURTHYLAB. **Murthy Lab**. 2019. Disponível em: <https://murthylab.berkeley.edu/>. Acesso em: 10 mai. 2019.
- MURTHYLAB. **Publications**. 2020. Disponível em: <https://murthylab.berkeley.edu/publications/>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- NAE. **The Impact of Academic Research on Industrial Performance**. Washington, DC: The National Academies Press, 2003.
- NAHAPIET, J.; GHOSHAL, S. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. **Academy of Management Review**. n. 23, p. 242–266, 1998.

NATAL JORGE, R. *et al.* (Eds.) **Technologies for Medical Sciences**. Springer Publisher: Netherlands, 2012.

NELSON, R. Capitalism as an engine of progress. **Research Policy**, Amsterdam, v.19, n. 3, p.193-214. 1990.

NELSON, R. R. (Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R. Preface. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Orgs.) **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. 298 p.

NELSON, R. R.; NELSON, K. Technology, institutions, and innovation systems. **Research Policy**, Amsterdam, v.31, n. 2, p. 265-272, 2002.

NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Chapter 1 - Technical Innovation and National Systems In: NELSON, R. R. (Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NEWMAN, M. E. J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, 101, p. 5200–5205, 2004.

NSF. **Science: the Endless Frontier**. 1945. Disponível em: <https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#ch6.3>. Acesso em: 30 dez. 2019.

NSF. **SBIR- STTR**. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK338147/>. Acesso em: 06 jan. 2020.

NIH. **NIH Budget Overview**. 2019a. Disponível em: <https://www.hhs.gov/about/budget/fy2018/budget-in-brief/nih/index.html>. Acesso em: 30 dez. 2019.

NSF. **NSF Innovation Corps (I-Corps™)**. 2019b. Disponível em: https://www.nsf.gov/news/special_reports/i-corps/. Acesso em: 20 fev. 2019.

NSF. **FY 2020 Budget Request to Congress**. 2020a. Disponível em: <https://www.nsf.gov/about/budget/fy2020/pdf/fy2020budget.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.

NSF. **Innovation Corps**. 2020b. Disponível em: https://www.nsf.gov/news/special_reports/i-corps/. Acesso em: 10 jan. 2020.

O'BRIEN, D.; BORTAGARAY, I. Postscript: researching university-industry links: where do we go from here? In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Eds.) **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. 298 p.

- OLIVEIRA, M. R. A.; GIROLETTI, D. A. Integração entre universidade e empresa: avaliação de projeto específico. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 8, n. 16, p. 96-119, 2016.
- PAVITT, K. The Social Shaping of the national science base. **Research Policy**, Amsterdam, v.27, n.8, p.793-805, 1998.
- PAVITT, K. What makes basic research economically useful? **Research Policy**, v.20, n.2, p.109–119, 1991.
- PEERBAYE, A.; MANGEMATIN, V. Sharing research facilities: Towards a new mode of technology transfer? **Innovation**, New York, v, 7, n. 1, p. 23-38, 2005.
- PERKMANN, M. *et al.* Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. **Research Policy**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 423-442, 2013.
- PERKMANN, M.; WALSH, K. University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. **International Journal of Management Reviews**, Liverpool, v. 9, n. 4, p. 259-280, 2007.
- PINHO, M. Mais do que se supõe, menos do que se precisa: relações entre as universidades e empresas no Brasil. In: GARCIA, R.C.; RAPINI, M. S.; CARIO, S. A. F (Orgs). **Estudos de caso da interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: FACE/UFMG, 2018.
- PINHO, M.; FERNANDES, A. C. Relevance of university-industry links for firms from developing countries: exploring different surveys. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. Cap.5.
- PIQUE, J.M.; BERBEGAL-MIRABENT, J.; ETZKOWITZ, H. Triple Helix and the evolution of Ecosystems of Innovation: The Case of Silicon Valley. **Triple Helix**. v. 5, article n.11, 2018.
- PÓVOA, L. M.C. Interação Universidade – Empresa: o quê as universidades têm a ganhar? **Economia & Tecnologia**, Campinas, ano 4, v. 14, 2008.
- PÓVOA, L.M.C; RAPINI, M. S. Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: what is transferred and how the transfer is carried out. **Science and Public Policy**, London, v. 37, n. 2, p. 147–159, 2010.
- POWERS, D.B.; McDOUGALL, P. P. University Start-up Formation and Technology Licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. **Journal of Business Venturing**, New York, v. 20, n. 3, p. 291-311, 2005.
- RAPINI, M.S. **Interação universidade-indústria no Brasil: uma análise exploratória a partir do diretório dos grupos de pesquisas do CNPq**. 2004. Dissertação (Mestrado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RAPINI, M.S. Cooperação universidade-empresa: realidade e desafios. In: ANDRADE, M.V.; ALBUQUERQUE, E.M. (Eds.). **Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões**. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2018.

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

RAPINI, M.S; CHIARINI, T.; BITTENCOURT, P.F. University-firm interactions in Brazil – Beyond human resources and training missions. **Industry & Higher Education**, Surrey, v. 29, n. 2, p. 111-127, 2015.

RAPINI, M.S.; OLIVEIRA, V.P.; CALIARI, T. Como a interação universidade-empresa é remunerada no Brasil: evidências dos grupos de pesquisa do CNPq. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 15, n.2, p. 219-246, 2016.

RAPINI, M.S; RIGHI, H.M. O Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e a Interação Universidade-Empresa no Brasil em 2004. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 131-156, 2006.

RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-empresa? **Radar**, Rio de Janeiro, v. 43, p. 21-35, 2016.

REYNOLDS, E. B.; DE NEGRI, F. **The University as an Engine of Innovation: Internal Incentives and Infrastructure for Tech Transfer in case Studies from Brazil and the U.S.** Cambridge, MA: MIT – IPC Working Paper 17-0006, 2017.

RCSA. **A Research Corporation for Science Advance**. 2019. Disponível em: <https://rescorp.org/>. Acesso em: 30 nov. 2019.

RILEYLAB. **About Riley Lab**. 2019. Disponível em: <http://www.ucbrileylab.com/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

RILEYLAB. **Press**. 2020. Disponível em: <http://www.ucbrileylab.com/press>. Acesso em: 3 fev. 2020.

ROSA, A. C. *et al.* Capacidade de Absorção e Canais de Interação Universidade Empresa: uma Análise Empírica para Empresas no Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 36, n. 69, p. 291-323, 2018.

ROSENBERG, N. Why firms do basic research (with their own money)? **Research Policy**, Amsterdam, v.19, n. 2, p. 165-174, 1990.

ROSENBERG, N. Scientific instrumentation and university research? **Research Policy**, Amsterdam, v. 21, n. 4, p. 381-390, 1992.

ROSENBERG, N; NELSON, R. American university and technical advance in

industry. **Research Policy**, Amsterdam, v.23, n. 3, p.323-348, 1994.

RUFFONI, J.; MELO, A.; SPRICIGO, G. Universidade: Surgimento e Trajetória na Geração de Conhecimento e Inovação. In: RAPINI, M.S.; SILVA, L.A.; ALBUQUERQUE, E.M. (Orgs). **Economia da Ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e economia global**. Curitiba: Prismas, 2017.

SAMPAT, B.N. Patenting and US academic research in the 20th century: The world before and after Bayh-Dole. **Research Policy**, Amsterdam, v. 35, p. 772-789. 2006.

SAMPAT, B.N.; MOWERY, D.C.; ZIEDONIS, A.A. Changes in university patent quality after the Bayh–Dole act: a re-examination. **International Journal of Industrial Organization**, Amsterdam, v. 21, p. 1371–1390, 2003.

SBIR. **About SBIR**. 2020. Disponível em: <https://www.sbir.gov/about>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SCHMOCH, U. Interaction of universities and industrial enterprises in Germany and the United States: a comparison, **Industry and Innovation**, v. 6, n. 1, p. 51-68, 1999.

SCHWARTZMAN, S. **Ciência, universidade e ideologia: a política do conhecimento**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

SEGATTO-MENDES, A. P.; SBRAGIA, R. O processo de cooperação universidade-empresa em universidades brasileiras. **Revista de Administração**, São Paulo, v.37, n.4, p. 58-71, 2002.

SHANE, S.A. **Academic entrepreneurship: University spinoffs and wealth creation**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2004.

SCHILLER, D.; LEE, K. Are university-industry links meaningful for catch up? A comparative analysis of five Asian countries. In: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Orgs.). **Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South**. Edward Elgar Publishing: Northampton, 2015. 298 p.

SHIN, S.J.; ZHOU, J. When Is Educational Specialization Heterogeneity Related to Creativity in Research and Development Teams? Transformational Leadership as a Moderator. **Journal of Applied Psychology**. Washington, v. 92, n. 6, p. 1709-1721, 2007.

SILVA, J.V.L. **Desenvolvimento de um modelo para melhoria e avaliação da pesquisa em laboratórios universitários**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2007.

SOUZA, S.G.A; RAPINI, M. S. Desempenho Inovativo das Empresas de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: **Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira**, Diamantina, 2010. Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2010/D10A092.pdf. Acesso em: 20 mai. 2019.

SOUZA, S.G.A. **O papel das universidades em um sistema de inovação periférico: organizações-chave para a biotecnologia.** 2012. 232 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

SOUZA, S.G.A.; MENDES, C.S. Onde “Andará” Nossa “Massa Crítica”? Importância Da Capacitação De Recursos Humanos Em Um Sistema De Inovação Imaturo. In: **Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira.** 2006. Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/D06A007.pdf. Acesso em: 09 set. 2019.

STAHLER, G.J.; TASH, W.R. Centers and Institutes in the Research University: Issues, Problems, and Prospects. **The Journal of Higher Education**, v. 65, n. 5, p. 540-554, 1994.

STEINMO, M.; RASMUSSEN, E. The interplay of cognitive and relational social capital dimensions in university-industry collaboration: Overcoming the experience barrier. **Research Policy**, Amsterdam, n. 47, p. 1964-1974, 2018.

STANKIEWICZ, R. Spin-off companies from universities. **Science and public policy**, London, v. 21, n. 2, p. 99-107, 1994.

STTR. **Award Details.** 2019. Disponível em: <https://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/1043371>. Acesso em: 06 ago. 2019.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. In: **Anais do Congresso Latino-Americano de História Econômica**, Montevideu, 2007. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/cdptexdis/td329.htm>. Acesso em: 21 nov. 2019.

SUZIGAN, W. *et al.* University and industry linkages in Brazil: some preliminary and descriptive results. **Seoul Journal of Economics**, Seoul, v. 22, n. 4, p. 591-611, 2009.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 31, n. 121, p. 3-30, 2011.

TASH, W. R. **Evaluating Research Centers and Institutes for Success.** Frederiksburg, VA: WT & Associates, 2006. 227 p.

TATSCH, A.L. *et al.* Geração de conhecimento na área da saúde humana: uma análise da interação universidade-organizações no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas v.18, n. 2, p. 249-270, 2019.

TEIXEIRA, A.L.S. *et al.* Contribuição das universidades para inovação em serviços intensivos em conhecimento: uma análise do BR Survey. In: GARCIA, R.C.; RAPINI, M. S.; CARIO, S. A. F (Orgs). **Estudos de caso da interação universidade-empresa no Brasil.** Belo Horizonte: FACE/UFMG, 2018. 483 p.

THORSTEINSDÓTTIR, H. *et al.* Introduction: promoting global health through biotechnology. **Nature Biotechnology**, New York, v. 22, 2004.

THUNE, T.; GULBRANDSEN, M. Institutionalization of university–industry interaction: an empirical study of the impact of formal structures on collaboration patterns. **Science and Public Policy**, London, v. 38, n. 2, p. 99-107, 2011.

TIDD, J; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TORRES-FREIRE, C.; GOLGHER, D.; CALLIL, V. Biotecnologia em Saúde Humana no Brasil. Produção Científica e Pesquisa e Desenvolvimento. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 98, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002014000100005. Acesso em: 25 mai. 2019.

TURCHI, L.M; MORAIS, J.M. (Orgs) **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: IPEA, 2017.

UC. **UC inventions at a glance**. 2019. Disponível em: <https://www.universityofcalifornia.edu/infocenter/uc-inventions-glance>. Acesso em: 03 jan. 2020.

UCBERKELEY. **Berkeley research excellence**. 2019a. Disponível em: <https://vcresearch.berkeley.edu/excellence/berkeley-research-excellence>. Acesso em: 30 nov. 2019.

UCBERKELEY. **Innovation & Entrepreneurship Programs at UC Berkeley**. 2019b. Disponível em: <https://vcresearch.berkeley.edu/innovation/programs>. Acesso em: 20 nov. 2019.

UCBERKELEY. **Berkeley University of California**. 2020. Disponível em: <https://www.berkeley.edu/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

UFMG. **Tênis desenvolvido na UFMG será vendido nos campi Pampulha e Saúde**. 2009. Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/012369.shtml>. Acesso em: 10 jan. 2019.

UFMG. **UFMG lidera ranking de patentes no Brasil**. 2017a. Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/048335.shtml>. Acesso em: 20 jun. 2019.

UFMG. **Política de Inovação da UFMG**. 2017c. Disponível em: <https://www2.ufmg.br/sods/content/search?SearchText=Pol%C3%ADtica+de+Inova%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 01 jul. 2018.

UFMG. **Empreendedorismo**. 2019a. Disponível em: <https://ufmg.br/pesquisa-e-inovacao/empreendedorismo>. Acesso em: 30 de dez. 2019.

UFMG. **UFMG em números**. 2019b. Disponível em: <https://ufmg.br/a-universidade/apresentacao/ufmg-em-numeros>. Acesso em: 01 fev. 2020.

VAN WIJK, R.; JANSEN, J.J.P.; LYLES, M.A. Inter and intra-organizational knowledge

transfer: a meta-analytic review and assessment of its antecedents and consequences. **Journal of Management Studies**, n. 45, p. 830–853, 2008.

VELHO, S. **Relações universidade-empresa: desvelando mitos**. Campinas: Autores Associados, 1997.

VELHO, L.; VELHO, P.; SAENZ, T.W. P&D nos setores público e privado no Brasil: complementares ou substitutos? **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 19, p. 87-128, 2004.

VERBREE, M.; WEIJDEN, I. V.D.; BESSELAAR, P, V.D. Academic Leadership of High-Performing Research Groups In: HEMLIN, S. *et al.* (Ed.). **Creativity and Leadership in Science, Technology, and Innovation**. New York,: Routledge, 2013.

WATSON, W.E.; KUMAR, K.; MICHAELSEN, L.K. Cultural Diversity's Impact on Interaction Process and Performance: Comparing Homogeneous and Diverse Task Groups. **The Academy of Management Journal**, v. 36, n. 3, p. 590-602, 1993.

WOLTER, K. High-tech industry clustering rationales: the case of German Biotechnology. In: COOKE, P.N.; PICCALUGA, A. (Eds.). **Regional Economies as Knowledge Laboratories**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2004.

YARKIN, C.; MURRAY, A. **Assessing the Role of the University of California in the State's Biotechnology Economy: Heightened Impact Over Time**. University of California, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista individual

<i>Perguntas</i>	<i>Objetivos ou Proposições relacionados</i>
1. Apresentação do entrevistado (experiência, área de pesquisa, responsabilidade no laboratório). Você poderia apresentar o foco da pesquisa nesse laboratório?	
2. Como é o processo de interação do laboratório com empresas para inovação? Quais etapas e quais agentes são envolvidos (dentro e fora do laboratório)?	Objetivo geral.
3. Quais os benefícios da pesquisa realizada aqui neste laboratório que atraem a atenção de empresas para a interação laboratório-empresa?	Pergunta de Pesquisa.
4. Quais os desafios da interação laboratório - empresa para que o laboratório alcance os resultados esperados nesse processo?	Objetivo específico 1.
5. Poderia descrever como os equipamentos e infra-estrutura de pesquisa deste laboratório contribuem para que a pesquisa aqui realizada tenha resultados de interesse das empresas?	Proposição de Pesquisa 1.
6. Como a experiência e qualificação dos membros do laboratório influenciam a interação laboratório-empresa?	
7. Considerando o último equipamento ou o mais relevante (financeiro e tecnologicamente), explique o impacto do resultado da utilização desse equipamento na sua pesquisa para a interação laboratório-empresa para inovação ?	
8. Descreva o processo de interação laboratório - empresa em um caso de sucesso, considerando a geração de inovação.	Objetivo específico 3.
9. Descreva uma interação laboratório-empresa que um resultado não foi um produto inovador.	Objetivo Específico 4.
10. Quais os impactos da diversificação dos membros do laboratório (diferente área de formação, diferente tempo de experiência atuação acadêmica e tecnológica, diferente gênero, idade, nacionalidade)?	Proposição de Pesquisa 2.
11. Qual o papel do contexto nacional brasileiro (ou americano) na interação que o laboratório realiza com empresas para inovação?	Proposição de Pesquisa 3.
12. Qual o papel da universidade e da reputação do laboratório na interação laboratório - empresas?	Pergunta de Pesquisa.
13. Poderia descrever o impacto da pesquisa deste laboratório em termos acadêmicos e tecnológicos? Algo além de patentes e artigos publicados.	Objetivo específico 2.

APÊNDICE B - Interview Script

<i>Questions</i>	<i>Related objectives and Propositions</i>
1. Can you please introduce yourself? (experience, research area, responsibility in this laboratory). Also, can you please explain the research focus of this laboratory?	
2. How is the process of laboratory-company interaction for innovation? What steps and the stakeholders are involved inside and outside the laboratory to bring technologies from lab-to-market?	General Objective
3. What are the benefits of this lab research that attract company's attention for laboratory-company interaction?	Specific Objective 1 Proposition P1
4. What are the challenges of the laboratory-company interaction to achieve the laboratory results with this interaction?	Research Question
5. Could you describe how the research facilities (equipment) of this laboratory contribute to the research carried out here and the interest of the companies?	Specific objective 1
6. How does the experience and qualification of laboratory members influence the laboratory-companies? What are the impacts of the diversification of teams on the research results?	Proposition P2
7. Considering the latest equipment or latest relevant acquisition, can you explain the impact of this equipment research results on university-company interaction for innovation?	Specific objective 1
8. Can you describe the laboratory-company interaction process innovation in a successful case of innovation?	Specific objective 3
9. Can you describe a laboratory-company interaction that the result was not a innovation?	Specific objective 4
10. What are the impacts of team diversification at this laboratory (Field of expertise, different backgrounds, different time of experience, different gender, age, nationality)?	P2
11. What is the role of the American national context in the interaction that the laboratory carries out with companies for innovation?	Proposition P3
12. What is the role of this university and the laboratory in the interaction that the laboratory carries out with companies for innovation?	Research Question Specific Objective 2
13. Can you describe the impact of this laboratory research in academic and technological terms? What are the relevant results beyond patents and papers?	Specific Objective 2

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da pesquisa: IUE para inovação: estudo de caso em laboratórios universitários no Brasil e nos Estados Unidos.

Informações: Você está sendo convidado (a) participar de um projeto de pesquisa com o objetivo de entender a sua opinião sobre a IUE para inovação. O desenvolvimento da pesquisa respeitará à Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (órgão que regulamenta as diretrizes e normas para a realização de pesquisas envolvendo pessoas), além de toda a legislação relacionada à saúde, vigente em nosso país. Por tratar-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, serão realizados entrevistas e questionários, caso você autorize. Os **riscos** de participação nesta pesquisa, se referem a um possível cansaço mental, que pode ocorrer em alguns casos, nos quais as entrevistas possam se estender por um período maior que o habitual que é de aproximadamente 60 minutos. Entretanto, os participantes terão a liberdade de interromper, adiar ou recusar sua participação no estudo a qualquer momento. Os pesquisadores se comprometem a respeitar sua decisão sem nenhum prejuízo ou crítica.

Esta entrevista será realizada na UFMG, no local de trabalho do entrevistado, a ser informado no campo “endereço” localizado neste documento.

Eu discuti com a pesquisadora Karla Rocha Liboreiro sobre minha decisão em participar do estudo. Ficando claro, para mim, quais são os propósitos do estudo, as garantias de confidencialidade (meu nome será anonimizado) e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também, que minha participação é voluntária e isenta de despesas. Concordo, voluntariamente, em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos. Eu receberei uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com a pesquisadora, ambos assinados por mim e pelos pesquisadores responsáveis. Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. As informações pessoais dos participantes são sigilosas, de forma que não serão publicados em hipótese alguma. Os demais dados obtidos do laboratório serão utilizados apenas para fins de pesquisa e futuras publicações acadêmicas, não sendo divulgados em nenhum outro tipo de veículo de comunicação ou utilizados com outra finalidade, além da pesquisa. A pesquisadora se responsabiliza por evitar, e eventualmente, reparar quaisquer danos, que o participante venha a sofrer, em decorrência do estudo. O armazenamento dos dados obtidos na pesquisa, será de responsabilidade da pesquisadora, sendo guardados por cinco anos salvo em DVD/CD a ser arquivado no gabinete do pesquisador responsável (Prof. Ariane Corradi) localizado na FAFICH/UFMG (Resolução 466/12).

Procedimentos do estudo: Para a participação nessa pesquisa, solicitamos sua autorização para incluir sua entrevista gravada em áudio. Em caso de dúvidas éticas contatar o Comitê de Ética da UFMG.

Declaração e assinatura:

Eu, _____ li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente para considerar a informação acima e tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito discutir qualquer dúvida que eu tenha com relação à pesquisa ou com a pesquisadora Karla Liboreiro e com a orientadora prof. Dra. Ariane Corradi. Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que eu concordo em participar neste estudo. COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/COEP – UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 –Pampulha Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2005 - Tel: (31) 34094592/ BH – MG - Coep@prpq.ufmg.br

Endereço:

Assinatura do Participante: _____

Data: / /

RG:

Karla Rocha Liboreiro
Pesquisadora Doutoranda UFMG – (31)99644-2811

Dr.a Ariane A. Corradi
Pesquisadora Orientadora e Professora UFMG

APÊNDICE D - Carta de anuência em pesquisa

Informações: Você participou da pesquisa de doutorado de Karla Rocha Liboreiro, doutoranda matriculada no Programa de Doutorado em Inovação Tecnológica na UFMG, intitulada: “Interação Universidade-Empresa para inovação: estudo de caso em laboratórios universitários no Brasil e nos Estados Unidos”. Esta pesquisa tem por objetivo geral: Investigar o papel da infraestrutura de pesquisa e da qualificação da equipe dos laboratórios universitários na interação com empresas para a geração de inovação no contexto brasileiro e no contexto estadunidense. Por tratar-se de uma pesquisa de estudo de casos, metodologia qualitativa e quantitativa, foram realizadas entrevistas individuais e aplicados questionários por laboratório. Nesse momento de análise e para posterior divulgação dos resultados, solicitamos a sua anuência para identificar os laboratórios pesquisados, a fim de melhor atender aos objetivos específicos da pesquisa: a) Descrever quais os efeitos dos equipamentos e materiais da infraestrutura de pesquisa do laboratório na interação u-e para a geração de inovação; b) Caracterizar os recursos humanos (qualificação e diversidade) dos laboratórios e c) Descrever para cada laboratório um caso onde o processo de IUE que gerou uma inovação tecnológica e um caso onde o processo de IUE não atingiu o resultado esperado em termos de geração de inovação tecnológica para uso imediato. Saliento que as informações pessoais dos participantes continuarão sigilosas conforme Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado no ato da entrevista, de forma que os nomes dos pesquisadores não serão publicados em hipótese alguma. Os demais dados obtidos do laboratório como nome do laboratório e da empresa que obteve relacionamento com o mesmo serão utilizados apenas para fins desta pesquisa, na escrita da tese e em futuras publicações acadêmicas.

Riscos: O risco de ter o nome do laboratório e da empresa revelados nos resultados desta pesquisa é de identificação pública do laboratório e da(s) empresa(s) com a(s) qual(is) o laboratório interagiu. Caso não seja autorizada a divulgação do nome do laboratório e da empresa com a qual interagiu, os dados coletados serão analisados e publicados de forma anônima e agregada para compor a análise do cenário de interação laboratório-empresa dentro da universidade pesquisada.

Anuência: Autorizo, voluntariamente, que a pesquisadora utilize o nome do laboratório e das empresas que foram informadas nas entrevistas por mim e por membros do laboratório entrevistados. Eu receberei uma via desta Carta de Anuência e a outra ficará com a pesquisadora, ambos assinados por mim e pelos pesquisadores responsáveis.

Declaração e assinatura:

Assinatura do Participante: _____

Nome do Participante:

Data: / / RG:

Karla Rocha Liboreiro
Pesquisadora Doutoranda UFMG

Dr.a Ariane A. Corradi
Pesquisadora Orientadora e Professora UFMG

APÊNDICE E - Free and informed consent term (FICT)

I, _____(name), after reading this document and having an opportunity to contact the researcher responsible, to clarify all my doubts, to believe to be informed, it being clear to me that my participation is voluntary and that I can withdraw consent at any time without penalties or loss of any benefit.

I am also aware of the research objectives and the guarantee of confidentiality and clarifications that you always want.

In view of the above I express my agreement of spontaneous willingness to participate in this research.

_____ / ____ / ____
 Interviewee signature Date

Contacts:

Karla Rocha Liboreiro, Msc. Researcher

PhD. Candidate in Technological and Biopharmaceutical Innovation - UFMG

Visiting Research Scholar at University of California Berkeley. IEOR - Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology

E-mail: karlaliboreiro@ufmg.br/ karlarl@berkeley.edu Phone: +1 (510)- 362-9606

APÊNDICE F - Pedidos de patentes Murthy Lab depositados no USPTO (2014- 2019)

Patente	Título da Patente	Proprietário	Data Depósito	Publicação	Concessão	Licenciado
US-9585958-B2	Compositions and Methods for Reducing Lactate Levels	The Regents University of California	19/09/14	3/07/17	3/7/17	
US-2017274087-A1	Saccharide Analogs and Agents for The Diagnosis and Therapy Of Bacterial Infections	Emory University, The Regents University of California, and Georgia Tech Res. Corporation	21/09/15	9/28/17		
US-2017246438-A1	Active Agent Delivery Devices And Methods Of Using The Same	The Regents of the University of California	29/09/15	8/31/17		
US-2018237800-A1	Compositions and Methods For Target Nucleic Acid Modification	The Regents of the University of California	23/10/15	8/23/18		Genedit*
WO-2017006279-A1	Cyclodextrin-Polymer Complexes And Compostions And Methods of Making and Using The Same	Aten Porus Lifescience and The Regents of the University of California	7/07/16	1/12/17		
WO2018152443 US201762461190	Amplification Technology Using Dual Enzyme Cascade Detection	The Regents of the University of California	20/02/17	8/23/18		Bioamp Diag. **
WO-2019006025-A1	Aromatic 2-nitrosulfonyl fluoride antibiotics and methods of use thereof	The Regents of the University of California	29/06/17	1/03/19		
WO-2018195078-A1	Anti-Microbial Agent-Polymer Conjugates and Methods of Use Thereof	The Regents of the University of California	17/04/18	5/10/18		

Notas: *A informação sobre licenciamento para a empresa GenEdit da patente não foi informada pelos entrevistados, mas está disponível no website da UC Berkeley, via consulta ao escritório de transferência tecnológica (IPIRA).

**A informação do licenciamento desta patente foi obtida por E7 e está disponível no IPIRA.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa e consulta aos websites USPTO, , Google Patents e UC Berkeley.

APÊNDICE G - Pedidos de patentes do coordenador do Riley Lab (1996 – 2019)

Patente	Título da Patente	Proprietário ou Depositante da Patente	Data do Depósito	Concessão da patente	Empresa licenciada
6,177,086	DNA molecule conferring upon Mtb resistance against RNI	Cornell Research Foundation, Inc.	05/06/93	1/23/01	Pasteur Merieux
6,509,151	DNA molecule enc. cellular uptake Mtb	Cornell Research Foundation, Inc.	02/09/93	1/21/03	Pasteur Merieux
6,072,048	DNA molecule encoding cellular uptake of Mtb	Cornell Research Foundation, Inc.	02/09/93	6/6/00	Pasteur Merieux
6,224,881	DNA molecule encoding cellular uptake of Mtb	Connaught Laboratories Ltd. Cornell Research Foundation Inc.	07/08/96	5/1/01	Pasteur Merieux
6,399,764	DNA molecule enc. cellular uptake Mtb	Cornell Research Foundation, Inc.	10/03/97	6/4/02	Pasteur Merieux
6,008,201	DNA molecule encoding cellular uptake of Mtb	Cornell Research Foundation, Inc.	02/09/99	12/28/99	Pasteur Merieux
6,214,543	DNA molecule encoding cellular uptake of Mtb	Cornell Research Foundation, Inc.	02/09/99	4/10/01	Pasteur Merieux
6,995,255	Cellular delivery agent	Regents of The University of California	05/03/02	2/07/06	No
8,445,658	Proteins with repetitive bacterial IgG-like proteins	Fund. Oswaldo Cruz/ Regents Univ. of California / Cornell Res. Fd. Inc. US Dep. Veterans Affairs	17/05/02	05/21/13	No
9,835,624	Composition and methods for detecting Mycobacteria	Regents of The University of California	02/05/11	12/07/17	No
20181524 43-A1	Amplification technology using dual enzyme cascade detection	Regents of The University of California	20/02/17		BioAmp

Nota: As patentes depositadas antes do ingresso do coordenador do laboratório na UC Berkeley não são contabilizadas como resultado de pesquisa do laboratório Riley. Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa (UC Berkeley, 2019).

APÊNDICE H - Equipe Labbio por Patentes Concedidas UFMG-INPI (1997 - 2017)

Patente	Data	Formação Autor 1	Formação Autor 2	Formação Autor 3
MU 7702418-4	26/11/ 97	Eng. Civil, Mestrado em Eng. Mecânica e Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos.	Eng. Elétrica, Mestrado em Eng. Elétrica e doutorado em Eng. de Controle.	Eng. Mecânica, Mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica.
PI 9902118-8	10/05/ 99	Não cadastrado na Plataforma Lattes CNPq.	Eng. Mecânica, Mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica.	
PI 0205783-2	29/10/ 02	Eng. Mecânica, Mestrado e Doutorado Eng. Mecânica.	Odontologia, Mestrado em Ciências Biológicas e Doutorado em Patologia.	Odontologia, Mestrado em Patologia e Doutorado em Odontologia.
MU 8303691-1	12/05/ 03	Engenharia de Controle e Automação.	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica.	
MU 8301504-3	15/05/ 03	Odontologia, Mestrado em Lasers em Odontologia e Doutorado em Bioengenharia.	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica.	Odontologia, Esp prótese, Mestrado Odontologia, Doutorado Pós-Doutorado Eng. Mecânica.
MU 8303493-5	23/06/ 03	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica.	Odontologia, Esp. prótese, Mestrado em Odontologia, Doutorado Pós-Doutorado Eng. Mecânica.	
MU 8301505-1	27/05/ 03	Engenharia Mecânica, Mestrado e doutorado em Engenharia Mecânica, Pós-Doutorado Prop. Intelectual.	Não informado na Plataforma Lattes do CNPq.	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado Engenharia Mecânica.
MU 8401192-0	11/05/ 04	Engenharia Mecânica.	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado em Engenharia de Estruturas.	Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado Engenharia Mecânica.
PI 0504704-8	21/09/ 05	Eng. Mecânica, mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica, Pós-Doutorado Propr. Intelectual.	Eng. Mecânica, Mestrado e Doutorado em Eng. Mecânica.	Eng. Elétrica, Mestrado e Doutorado em Eng. Elétrica.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa e na Plataforma Lattes do CNPq.

APÊNDICE I - Pedidos de patentes Labbio UFMG depositados no INPI (1997- 2016)

Título do pedido de patente	Número do pedido	Data depósito	Status no INPI	Transferência CTIT	Titulares
Modelo de medidora de vazão eletrônico baseado na variação das características elétricas em função da troca de calor em um componente eletrônico semiconductor, com compensação de temperatura de fluido.	MU 7702417-6	1997-11-25	Arquivada		UFMG
Equipamento destinado ao monitoramento de linhas de transmissão / distribuição de energia elétrica, carro de inspeção de linhas autopropulsionado e automático.	PI 9705250-7	1997-11-25	Indeferida		UFMG
Modelo de dispositivo a ser instalado em medidores convencionais de energia elétrica transformando-os em medidores horosazonais para utilização em sistemas de distribuição de energia elétrica destinado a aplicações residenciais, comerciais e industriais.	MU 7700796-4	1997-04-29	Arquivada		UFMG
Modelo de filtro a ser instalado no sistema de descarga de gases de combustão de motores a combustão interna destinado a aplicações automotivas, estacionárias e demais aplicações.	MU 7702988-7	1997-11-26	Arquivada		UFMG
Modelo de dispositivo para medição de peso e carga de veículos e equipamentos a partir da variação de pressão ou da deflexão nos sistemas pneumáticos	MU 7702418-4	1997-11-26	Concedida	Contrato rescindido	UFMG
Válvula de descarga capacitiva para vasos sanitários	PI 9902118-8	1999-05-10	Concedida		UFMG Carlos F. V. C.
Válvula de descarga capacitiva para vasos sanitários	C1 9902118-8	2000-04-19	Concedida		UFMG Carlos F.V.C.
Padrão de identificação e bengalas de portadores de deficiência visual ou física	PI 0210367-2	2002-10-10	Em exame		UFMG
Atuador fluido mecânico de fácil montagem constituído de dois tubos maleáveis e sistema de fixação de anilhas	MU 8203338-2	2002-12-27	Arquivada	Não ofertada	UFMG
Equipamento para clareamento dental por meio de leds com comprimento de onda entre 350nm e 700nm, com ou sem emissão de laser no infravermelho, dotado de sistema de refrigeração.	MU 8203339-0	2002-12-27	Arquivada		UFMG
Sistema tubular para realização de ciclos de esvaziamento e irrigação de canais radiculares dentários	PI 0205783-2	2002-10-29	Concedida		UFMG
Conjunto padrões de textura para auxiliar a orientação de portadores de necessidades especiais	MU 8303691-1	2003-05-12	Concedida		UFMG
Equipamento óptico para bioestimulação de tecidos orofaciais	MU 8301504-3	2003-05-15	Concedida		UFMG
Dispositivo óptico para biomodulação de tecido epitelial, ósseo e muscular.	MU 8303493-5	2003-06-23	Concedida	Não ofertada	UFMG
Padrão reflexivo de visualização para uso em dispositivos e/ou equipamentos com rodas	PI 0302768-6	2003-05-12	Arquivada		UFMG
Dispositivo para medição da força isométrica multidirecional dos músculos do assoalho pélvico	PI 0705918-3	2007-06-01	Em exame		UFMG
Composição farmacêutica e método para o tratamento de lesões tumorais cutâneas e outras dermatoses de mamíferos por terapia fotodinâmica	PI 0705591-9	2007-08-02	Em exame		UFMG
Hidropletismômetro	PI 0606099-4	2006-12-22	Arquivada	Não ofertada	UFMG

Título do pedido de patente	Número do pedido	Data depósito	Status no INPI	Transferência CTIT	Titulares
Medição do temperamento animal	PI 0705152-2	2007-07-09	Arquivada	Contrato rescindido	UFMG
Andador dobrável com assento basculante e suporte para as mãos	MU 8401193-9	2004-05-11	Arquivada		UFMG
Métodos para medição do temperamento animal por meio da sua reatividade em ambientes de contenção com mobilidade e dispositivos para efetuar os métodos	PI 0303120-9	2003-06-05	Indeferida		UFMG
Estrutura treliçada para cadeira de rodas	MU 8401192-0	2004-05-11	Concedida		UFMG
Órtese funcional para mão acionada por dispositivo elétrico	PI 0504704-8	2005-09-21	Concedida	Contrato rescindido	UFMG
Telefone público com regulagem de altura	MU 8301505-1	2003-05-27	Extinta	Não ofertada	UFMG
Cabo com segmentos elasticos	PI 0701561-5	2007-06-01	Concedida	Não ofertada	UFMG
Dispositivo fotobiomodulador para tratamento de traumas mamilares	PI 0801418-3	2008-04-01	Arquivada		UFMG
Sistema de amortecimento para solados de calçados	PI 0800552-4	2008-01-15	Em exame	Contrato rescindido	UFMG Crômico
Dispositivo de controle e monitoração da pressão de vácuo em sistemas de aspiração de secreções biológicas	PI 0802006-0	2008-04-17	Em exame		UFMG
Plataforma para execução e avaliação de treinos de perturbação do equilíbrio	PI 0804696-4	2008-10-09	Em exame		UFMG
Dispositivo fotobiomodulador para prevenção e tratamento de traumas mamilares e lesões não infecciosas dos tetos	PI0905068-0	2009-03-30	Em exame	Não ofertada	UFMG FAPEMIG BIOS Serv.
Disposição construtiva para sistema de amortecimento	PI 0902264-3	2009-06-17	Em exame	Não ofertada	UFMG
Método e sonda de aspiração endobronquial de secreções	PI 0903266-5	2009-08-31	Em exame	Não ofertada	UFMG
Equipamento para exercício físico com vibração aplicada no sentido oposto ao encurtamento muscular.	PI 0912487-0	2009-12-16	Em exame		UFMG
Ciclo ergômetro com controle de torque e velocidade	PI1000583-8	2010-02-25	Em exame		UFMG
Equipamento binocular digital para a verificação da acuidade visual e do limiar auditivo	PI 1003231-2	2010-03-15	Em exame		UFMG
Mesa funcional	PI 1004140-0	2010-10-15	Em exame	Contrato rescindido	UFMG
Dispositivo bloqueador	PI 1102071-7	2011-05-30	Em exame		UFMG
Sistema de controle e de monitoramento do gasto energético durante a realização de exercícios físicos em aparelhos ergométricos	PI 1106431-5	2011-09-30	Em exame		UFMG
Dispositivo para medição da pressão intra-abdominal	PI 1106239-8	2011-12-23	Em exame		FAPEMIG UFMG/ FHEMIG
Dispositivo flexível emissor de luz para tratamento de feridas cutâneas	MU 9102997-0	2011-12-29	Arquivada		UFMG

Título do pedido de patente	Número do pedido	Data depósito	Status no INPI	Transferência CTIT	Titulares
Matrizes para avaliações de transmissão de luz através de pinos intrarradiculares.	BR202012015542 2	2012-06-25	Em exame		UFMG
Dispositivo portátil para cicatrização de feridas cutâneas	BR 1020120227290	2012-09-10	Em exame		UFMG
Dispositivo flexível emissor de luz para tratamento de feridas cutâneas	BR202012033571 4	2012-12-28	Em exame		UFMG
Órtese robótica acoplada a esteira para treino de marcha	BR 1020120335956	2012-12-28	Em exame		UFMG
Fogão com sistema de segurança	BR202014008808 9	2014-04-11	Em exame		UFMG Waldinir P. Miranda
Atuador magneto - reológico para próteses, exoesqueletos e outras aplicações robóticas e uso.	BR102016024912 0	2016-10-25	Em exame		UFMG UFES

Nota: As informações deste quadro foram obtidas por consulta via e-mail ao escritório de transferência tecnológica da UFMG (CTIT). Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa e consulta a CTIT UFMG e websites INPI e Google Patents

APÊNDICE J- Informações das IUE via licenciamentos de patente do Labbio UFMG

Título	Pedido	Data PI	Status	Partes	Transferência
Sistema de amortecimento para solados de calçados	PI 0800552-4	15.01.2008	Em exame	UFMG e Crômica indústria e comércio de calçados Ltda.	Contrato extinto em 01/10/18
Órtese funcional para mão acionada por dispositivo elétrico	PI 0504704-8	21.09.2005	Concedida	UFMG e BIOTRON equipamentos médicos	Contrato Rescindido em 10/07/19
Mesa funcional	PI 1004140-0	15.10.2010	Em exame	UFMG e BIOTRON equipamentos médicos	Contrato Rescindido em 10/07/19
Medição do temperamento animal	PI 0705152-2	09.07.2007	Arquivada	UFMG e BIOS	Contrato Rescindido em 29/11/11
Modelo de dispositivo para medição de peso e carga de veículos e equipamentos a partir da variação de pressão ou da deflexão nos sistemas pneumáticos	MU 7702418-4	26.11.1997	Concedida	UFMG e Sociedade empresarial de empreendimentos tecnológicos Ltda. (Semente)	Contrato extinto em 26/11/17

Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE K - Titulação dos inventores da Patente Crômica - Equipe Labbio – UFMG

Inventor	Titulação 2019	Titulação 2008	Área de titulação	Graduação
A.A.S.	Mestrado	Especialização	Mestrado em Ciências da Reabilitação (2008) Especialização em Ortopedia e Esportes (2000)	Fisioterapia e Educação Física
A.H.P.	Não informado	Graduação	Engenharia Mecânica	Engenharia Mecânica
C.B.S.V	Pós-Doutorado	Mestrado	Pós-Doutorado na área de Propriedade Intelectual (2009) Doutorado em Engenharia Mecânica (2008) Mestrado em Engenharia Mecânica (2004)	Engenharia Mecânica
D.N.R.	Doutorado	Mestrado	Doutorado em Engenharia Mecânica (2011) Mestrado em Engenharia Mecânica (2007)	Engenharia Mecânica
F.L.C.J.	Doutorado	Mestrado	Doutorado em Engenharia Mecânica (2011) Mestrado em Ciências da Computação (2004)	Engenharia Elétrica
L.I.B.	Pós-graduação	Especialização	Especialização lato sensu em Fisioterapia	Fisioterapia
M.P.B.	Doutorado	Doutorado	Doutorado em Engenharia Mecânica (1996) Mestrado em Engenharia Mecânica (1992)	Engenharia Mecânica
R.Z.A.P.	Doutorado	Graduação	Doutorado em Saúde Pública (2013) Mestrado em Ciências da Reabilitação (2008)	Fisioterapia
R.G.T.F	Pós-Doutorado	Graduação	Pós-Doutorado em Biomecânica (2016) Doutorado em Bioengenharia (2013) Mestrado em Ciências da Reabilitação (2008)	Fisioterapia
R.H.	Doutorado	Doutorado	Doutorado em Engenharia Mecânica (2003) Mestrado em Engenharia Mecânica (1995)	Engenharia Mecânica
T.R.Z.	Doutorado	Graduação	Doutorado em Ciências da Reabilitação (2012) Mestrado em Ciências da Reabilitação (2008)	Fisioterapia

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em INPI Patente PI 0800552-4 (2008) e Plataforma Lattes do CNPq.

APÊNDICE L - Titulação dos inventores da Patente da Curcumina 2011 – Aptivalux

	Título 2019	Titulação 2011	Área de Titulação	Graduação
1	Pós-doutor	Doutor	Mestrado em Ciências Biológicas (2004) Doutorado em Ciências Biológicas (Microbiologia) (2008) Pós-doutorado em Engenharia Mecânica (2011)	Odontologia (1997)
2	Doutor	Doutor	Mestrado em Engenharia Mecânica (1992) Doutorado em Engenharia Mecânica (1996)	Engenharia Mecânica (1989)
3	Pós-doutor	Doutor	Mestrado em Odontologia (2000) Doutorado em Engenharia Mecânica (2006) Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica (2008 – 2011) Especialização em Prótese (2011)	Odontologia (1997)
4	Mestre	Especialista	Especialização em Periodontia (2007) Mestrado em Bioengenharia (2011) Especialização em Implantodontia (2012)	Odontologia (1994) Química (2002)

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em consulta aos websites INPI e Plataforma Lattes do CNPq.

APÊNDICE M - Equipe por patentes concedidas pelo INPI - Labvir/UFMG (1997 - 2013)

Pedido Patente	Data depósito	Autor	Formação Autor 1	Formação Autor 2	Formação Autor 3	Formação Autor 4
PI 9709475-7	18/12/97	P.C.P.FE. G.K; R.C.L.; J.K.P.R; I.B.F.*	Farmácia e Bioquímica (1969) Mestrado em Microbiologia (1974) Doutorado em Microbiologia (1987) Pós-doutor em Ciências Biológicas em Microbiologia (1989)	Farmácia e Bioquímica (1976) Mestrado em Ciências Biológicas em Microbiologia (1980) Doutorado em Virologia (1989)	Medicina Veterinária (1970) Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva (1977) Mestrado em Reprodução Animal Doutorado em Ciência Veterinária, área de Parasitologia (1983)	Farmácia / Análises Clínicas (1989) Mestrado em Ciências Biológicas em Microbiologia (1993) Doutorado em Ciência Animal (1997) Pós-doutorado em Biologia Molecular de Retrovírus (2002) Pós-doutorado em Doenças Infecciosas dos Animais / Virologia (2010)
PI 9710829-4	18/12/97					
PI 9710828-6	18/12/97	C.A.B; A.F.C; E.G.K; R.R.G.; P.C.P.F**	Farmácia e Bioquímica (1980) Doutorado em Bioquímica (1985) Pós-doutorado em Biologia Molecular em Expressão Gênica (1987) Pós-doutorado Transdução de Sinal Citocinas (1994)	Biólogo (1990) Mestre em Microbiologia (1993) Doutor em Microbiologia (1998) Pós Doutorado (1999 a 2000)	Farmácia e Bioquímica (1976) Mestrado em Ciências Biológicas em Microbiologia (1980) Doutorado em Virologia (1989)	Medicina (1961) Doutorado em Ciências em Microbiologia (1971) Pós-doutorado em Ciências Biológicas Microbiologia Virologia (1979)

Notas: *O nome do quinto autor das patentes PI 9709475-7 e PI 9710829-4 não foi localizado pela busca na Plataforma Lattes; **A formação do quinto autor da patente PI 9710828-6 a mesma do Autor 1 da patente PI 9709475-7 por ser a mesma pessoa.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados da pesquisa, obtidos da CTIT – UFMG e Plataforma Lattes do CNPq.

APÊNDICE N - Pedidos de patente Labvir UFMG depositados no INPI (1996- 2018)

Título da patente	Número do Pedido	Data depósito	Status no INPI	Status da Transferência	Titulares da Patente
Processo de identificação das espécies de micobactérias de tuberculose e micobacterioses pelo ensaio de mobilidade de heteroduplexes (hma)	PI 9603799-7	29/08/1996	Indeferida		UFMG
Proteína de capsídio p-26 e processo para produção da proteína p-26 recombinante do vírus da anemia infecciosa equina	PI 9603708-3	2/9/1996	Arquivada	Contrato Rescindido	UFMG
Proteína de envelope gp90 e processo para produção da proteína gp-90 recombinante do vírus da anemia infecciosa equina	PI 9603709-1	2/9/1996	Indeferida	Contrato Rescindido	UFMG
Processo para produção da proteína p24 recombinante e da proteína p24 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9710825-1	16/12/1997	Em exame		UFMG
Processo para produção da proteína p17 recombinante e da proteína p17 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9706072-0	16/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para produção da proteína gp160 recombinante e da proteína gp160 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9710824-3	16/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para produção da proteína gp120 recombinante e da proteína gp120 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9710833-2	16/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para produção da proteína gp41 recombinante e da proteína gp41 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9710834-0	16/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para a produção do interferon epsilon de membrana amniótica humana e proteína do interferon epsilon humano de membrana amniótica humana	PI 9710826-0	16/10/1997	Indeferida		UFMG
Processo para produção do interferon recombinante de membrana amniótica humana e da proteína do interferon beta recombinante de membrana amniótica humana	PI 9710827-8	16/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para o teste imunoenzimático com proteína gp90 recombinante do envelope viral no diagnóstico da anemia infecciosa equina	PI 9709475-7	18/12/1997	Concedida	Licenciada / Transferida	UFMG
Processo para a produção da proteína do interferon beta-cis humano recombinante e proteína de interferon beta-cis humano recombinante	PI 9710828-6	18/12/1997	Concedida	Contrato Rescindido	UFMG
Processo para o teste imunoenzimático com proteína p26 recombinante do capsídio viral no diagnóstico da anemia infecciosa equina	PI 9710829-4	18/12/1997	Concedida	Não Ofertada	UFMG

Processo para produção de fator de crescimento do vírus bean58058 (begf) recombinante e da proteína do begf recombinante	PI 9710830-8	30/12/1997	Indeferida		UFMG
Processo para produção da proteína híbrida p24/p17 recombinante e da proteína híbrida p24/p17 recombinante do vírus da imunodeficiência humana	PI 9715035-5	30/12/1997	Indeferida		UFMG
Extrato e fração padronizados de cascas de aspidosperma parvifolium e/ou uleína e sua composição farmacêutica	PI0905584-3	23/12/2009	Em exame	Não Ofertada	UFMG
Composição farmacêutica contendo acilados de mangiferina	PI 1001164-1	26/04/2010	Em exame		UFMG
Composições farmacêuticas antimaláricas contendo derivados de diterpenos caurânicos	PI 1015495-7	23/12/2010	Em exame		UFMG
Composições farmacêuticas antivirais contendo extrato, frações e/ou compostos isolados de arrabidaea pulchra e uso	PI 1106466-8	27/10/2011	Em exame		UFMG
Composição farmacêutica contendo myracrodruon urundeuva e uso	br1020120014530	23/01/2012	Em exame		UFMG
Processo de obtenção de frações acetato de etila e metanólica e uso antimalárico	BR1020120118645	11/5/2012	Em exame		UFPA - UFMG Museu P. E. Goeldi Inst. Evandro Chagas Sec. Exec. Saúde P.E. Pará
Composição de extrato etanólico e fração diclorometânica rica em naftoquinonas e uso como agente antimalárico	BR1020120194236	11/5/2012	Em exame		UFPA - UFMG Museu P. E. Goeldi Inst. Evandro Chagas Sec. Exec. Saúde P.E. Pará
Composição e uso de extrato etanólico de apidosperma nitidum como agente antiplasmódico	BR1020120194260	11/5/2012	Em exame		UFMG - UFPA Museu P. Emílio Goeldi
Composições farmacêuticas contendo extrato e/ou frações de cascas de aspidosperma subincanum e uso	Br1320120333073	27/12/2012	Em exame		UFMG
Uso de inibidor farmacológico da via mapk (mek/erk) no tratamento de doenças virais	BR1020130214027	20/08/2013	Em exame		UFMG FAPEMIG
Composições farmacêuticas compreendendo compostos de inclusão entre inibidores farmacológicos da via mek/erk e ciclodextrinas para o tratamento de doenças virais	BR1320170201731	21/09/2017	Em exame		UFMG FAPEMIG
Composições farmacêuticas para tratamento de infecções virais e uso	BR1020180679635	5/9/2018	Em exame	Não Ofertada	UFMG FAPEMIG

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em dados informados pela CTIT UFMG e por consulta aos websites INPI e Google Patents.

ANEXOS

Instrumentos de Coleta de Dados em português – Anexos A e B

ANEXO A – Questionário BR Survey – Interação Universidade-Empresa

I – DADOS DO LABORATÓRIO

1. Nome do laboratório: _____
2. Ano de início de operação do laboratório: _____
3. Nome do primeiro líder: _____
4. Nome da Universidade: _____
5. Áreas de pesquisa predominante: _____

II - INTERAÇÃO COM EMPRESAS

As perguntas de 1 a 5 referem-se ao grau de importância para as atividades de pesquisa do laboratório, levando em consideração as atividades realizadas nos **últimos três anos**.

1. Tipos de relacionamento

Apresenta o relacionamento que o laboratório realiza em colaboração com empresas.

Classifique os relacionamentos com empresa de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do laboratório.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Tipos de relacionamento U-E	1	2	3	4
1. Testes para padronização /atividades de certificação da qualidade				
2. Avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos				
3. Serviços de engenharia				
4. Consultoria				
5. Treinamento e cursos				
6. Intercâmbio nas empresas				
7. Transferência de tecnologia (licenciamento)				
8. Projetos de P&D em colaboração com a empresa, com resultados de uso imediato				
9. Projetos de P&D em colaboração com empresas, sem resultados de uso imediato				
10. Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa				
11. Projetos de P&D substitutos às atividades de inovação da empresa				
12. Outros (especificar):				

Qual tipo de relacionamento é o mais importante? (indique o número) _____

2. Principais resultados do relacionamento com empresas.

Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do laboratório.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Resultados do relacionamento com empresas	1	2	3	4
1. Novas descobertas científicas				
2. Novos projetos de pesquisa				
3. Novos produtos e artefatos				
4. Novos processos industriais				
5. Melhoria de produtos industriais				
6. Melhoria de processos industriais				

7. Formação de RH e estudantes							
8. Teses e dissertações							
9. Publicações							
10. Patentes							
11. Software							
12. Design							
13. Criação de novas empresas (<i>spin-offs</i>)							
14. Outros (especificar):							

Qual o resultado é o mais importante? (indique o número) _____

3. Abaixo são apresentados os benefícios do relacionamento com empresas.

Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Benefícios do relacionamento com empresas	1		2		3		4
1. Idéias para novos projetos de cooperação							
2. Novos projetos de pesquisa							
3. Intercâmbio de conhecimentos ou informações							
4. Equipamentos/ instrumentos de uso compartilhado							
5. Recebimento insumos para as pesquisas							
6. Recursos financeiros							
7. Novas redes de relacionamento							
8. Reputação							
9. Outros (especificar):							

Qual benefício é o mais importante? (indique o número) _____

4. Abaixo são apresentadas as principais dificuldades do relacionamento com empresas.

Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Dificuldades do relacionamento com empresas	1		2		3		4
1. Burocracia por parte da empresa							
2. Burocracia por parte da universidade/ institutos de pesquisa (limites institucionais)							
3. Custeio da pesquisa							
4. Diferença de prioridades							
5. Direitos de propriedade							
6. Distância geográfica							
7. Divergência quanto ao prazo da pesquisa							
8. Falta de conhecimento nas empresas das atividades realizadas nas universidades/ institutos de pesquisa							
9. Falta de conhecimento das necessidades das empresas por parte das universidades/ institutos de pesquisa							
10. Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo nas universidades / institutos de pesquisa							
11. Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo nas empresas							
12. Problema de confiabilidade							
13. Outros (especificar):							

Qual é a dificuldade mais importante? (indique o número) _____

5. Abaixo são apresentados os canais de informação para transferência de conhecimento do grupo para as empresas.

Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do laboratório.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Canais de informação para transferência de conhecimento	1	2	3	4
1. Congressos e seminários				
2. Contratação de recém graduados				
3. Contratos de pesquisa				
4. Empresas <i>spin-off</i> de universidades/institutos de pesquisa				
5. Engajamento em redes com empresas				
6. Incubadoras				
7. Publicações				
8. Intercâmbio temporário de profissionais				
9. Licenciamento de tecnologia				
10. Parques tecnológicos/ científicos				
11. Patentes				
12. Projetos de P&D cooperativos				
13. Treinamento de pessoal				
14. Troca informal de informação				
15. Consultoria individual				
16. Outros (especificar):				

Qual o canal de informação para a transferência de conhecimento mais importante? (indique o número) _____

6. Quem teve a iniciativa para estabelecer os relacionamentos com empresas? Pode-se marcar mais de uma opção.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> O grupo de pesquisa | <input type="checkbox"/> A empresa |
| <input type="checkbox"/> O pesquisador | <input type="checkbox"/> Iniciativa foi de um ex-pesquisador |
| <input type="checkbox"/> As iniciativas foram compartilhadas | <input type="checkbox"/> Estudante empregado pela empresa |
| <input type="checkbox"/> Mecanismos institucionais da universidade /
instituto de pesquisa para a transferência de
tecnologia | <input type="checkbox"/> Uma empresa criada por membros do grupo, da
universidade ou do instituto de pesquisa (<i>spin-off</i>) |
| <input type="checkbox"/> Outro (especifique): | |

7. No caso de ter sido a empresa na questão anterior, como a empresa chegou até o grupo de pesquisa? Pode-se marcar mais de uma opção.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Publicações | <input type="checkbox"/> Patentes do grupo de pesquisa |
| <input type="checkbox"/> Currículo dos pesquisadores (Lattes) | <input type="checkbox"/> Associações de classe empresariais |
| <input type="checkbox"/> Indicação de outra empresa | <input type="checkbox"/> Funcionário da empresa |
| <input type="checkbox"/> Congressos e Seminários | <input type="checkbox"/> Escritórios de transferência de tecnologia das
universidades/ instituto de pesquisa |
| <input type="checkbox"/> Ex- aluno | |
| <input type="checkbox"/> Outro (especifique): | |

8. Em geral, quem financia os projetos de pesquisa em colaboração com empresas?

	Sim	% média
Universidade ou instituto de pesquisa		
A empresa		
Instituições nacionais públicas (FINEP, CNPq, FAPs, BNDES, ect.)		
Agências internacionais de financiamento (BIRD, IDRC, BID, etc.)		

9. Há resultados advindos de pesquisas já realizadas pelo grupo que não foram aproveitados pelas empresas? Se sim, cite os principais.

- a) _____
b) _____
c) _____

III – DADOS DO GRUPO DE PESQUISA

10. Informações Gerais**INFORMAÇÕES PESQUISADOR**

15. Nome primeiro líder: _____
 16. Gênero: () Masculino () Feminino
 17. Maior nível de formação: _____ Mestrado _____ Doutorado _____ Pós-doutorado
 18. País _____
 19. Área da última titulação: _____ Ano: _____
 20. Instituição da última titulação: _____

11. Resultados de pesquisas

Número de publicações indexadas: _____ ISI (*Institute for Scientific Information*)
 _____ SciELO (*Scientific Electronic Library Online*)

O grupo possui patentes? () Sim () Não

Se SIM: número pedidos patentes _____ (Brasil) _____ (Exterior)
 número patentes concedidas _____ (Brasil) _____ (Exterior)
 número patentes licenciadas _____ (Brasil) _____ (Exterior)

O grupo possui softwares registrados? () Sim () Não

Se SIM: número softwares registrados _____ Brasil _____ Exterior

Número de projetos financiados por instituições _____ (nacionais) _____ (internacionais)

Com quantas empresas o grupo esta tendo relacionamento atualmente? _____

12. Dedicção e experiência prévia. Quanto tempo você dedica às seguintes funções da universidade/ instituto de pesquisa?

Funções da Universidade / instituto de pesquisa	(%) do tempo dedicado
1. Ensino	
2. Pesquisa	
3. Curso de extensão	
4. Interação com empresas	
5. Serviços sociais/comunitários	
6. Administrativa	

13. Onde você trabalhou antes de participar em projetos cooperativos com empresas?

Na mesma universidade/ instituto de pesquisa	
Outra universidade/ instituto de pesquisa (público ou privado)	
Corporações multinacionais	
Grande empresa (mais de 250 empregados)	
Pequena e média empresa (menos de 250 empregados)	
Hospital	
Outro (especifique):	

14. Os resultados das pesquisas deste laboratório geraram criação de start-ups ou spin-offs?

() Sim () Não - Se sim, por favor informe:

	Quantidade	Nome da Spin-off ou Start-up	Nome do pesquisador fundador	Número de envolvidos
<i>Spin-off</i>				
<i>Start-up</i>				

ANEXO B – Ipea-Infra Questionário Infraestrutura de Pesquisa

1. Nome do laboratório:

2. Nome da universidade:

3. Área física de P&D (m²):

Considera-se como área física de P&D o espaço físico, dentro de edifícios ou estruturas específicas, utilizado para a realização de atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Para efeito de mensuração da área física de P&D, deve-se: a) Somar a quantidade de metros quadrados (m²) de espaço físico destinado direta ou indiretamente às atividades de P&D. A área física deve ser medida a partir das faces internas das paredes. b) Considerar apenas o espaço de edifícios/estruturas que atendam os seguintes requisitos: i) deve estar ligada a uma fundação; ii) deve possuir telhado; iii) deve ser servida por sistemas hidráulico, elétrico e de iluminação, iv) deve ser uma fonte significativa de atividades de manutenção e reparo.

4. Descrição da infraestrutura do laboratório

Considerar os equipamentos e infra-estrutura utilizados para a realização de atividades de pesquisa.

5. Principais atividades do laboratório

Pesquisa	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico
Ensino	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico
Desenvolvimento de tecnologias	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico
Prestação de serviços	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico
Extensão tecnológica	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico

6. Cooperação

Assinale um ou mais tipos de cooperação desenvolvidos pela instituição com participação relevante do laboratório e indique o grau de importância de cada tipo assinalado.

Tipo de cooperação	Grau de importância		
	Baixo	Médio	Alto
Cooperação com outras instituições de pesquisa no País	Baixo	Médio	Alto
Cooperação com outras instituições de pesquisa no Exterior	Baixo	Médio	Alto
Cooperação com empresas no País	Baixo	Médio	Alto
Cooperação com empresas no Exterior	Baixo	Médio	Alto
Participação em projetos de cooperação financiados/apoiados por agências de fomento brasileiras	Baixo	Médio	Alto
Participação em projetos de cooperação financiados/apoiados por agências de fomento internacionais	Baixo	Médio	Alto
Outros (Descrever: _____)	Baixo	Médio	Alto
Não desenvolve atividades de cooperação			

7. Avaliação da capacidade técnica do Laboratório

Avaliação sobre a distância e/ou proximidade do laboratório em relação à fronteira tecnológica da sua área de atuação, considerando aspectos operacionais, recursos humanos para funcionamento da infraestrutura, organizacional etc. Deve ser indicada apenas uma opção:

- () Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no Exterior
 () Avançada em relação aos padrões brasileiros mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero Exterior
 () Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil
 () Insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero e precisa de reparos ou renovação.
 () Não sabe/ Não se aplica

8. Avaliação das condições atuais de operação

Avaliação sobre o estado de funcionamento para manter as atividades desenvolvidas no laboratório.

Itens	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom	Não se aplica
Instalações físicas					
Equipamentos					

Manutenção					
Insumos de pesquisa					

9. Avaliação dos recursos humanos disponíveis para a operação do laboratório

Avaliação dos recursos humanos disponíveis para a operação do laboratório: sobre as condições relacionadas aos recursos humanos (envolve aspectos quantitativos e técnicos) para operar o (a) laboratório.

	Inadequado	Pouco adequado	Adequado	Não se aplica
Número de pesquisadores				
Formação dos pesquisadores				
Número de profissionais de apoio técnico				
Qualificação dos profissionais de apoio técnico				

10. Modernização do laboratório

Indica quando ocorreu a última recuperação/atualização/modernização de parte dos equipamentos do laboratório. Para essa informação, deve-se considerar como modernização os valores aplicados com representatividade de pelo menos 10% do mínimo da faixa de valor estimado global do laboratório, segundo a estimativa realizada no item *Valores, custos e receitas - estimativa de valores globais – laboratório (Questão 14)*.

Período da última modernização do laboratório

Até um ano

Mais de 1 ano até 5 anos

Mais de 5 anos até 10 anos

Mais de 10 anos até 15 anos

Mais de 15 anos

Não houve

11. Reparo ou renovação

Indica quando irá ocorrer a próxima renovação/atualização/modernização de parte dos equipamentos do laboratório. Para essa informação, deve-se considerar os valores aplicados com representatividade de pelo menos 10% do mínimo da faixa de valor estimado global do laboratório, segundo a estimativa realizada no item *Valores, custos e receitas - estimativa de valores globais – laboratório (Questão 14)*.

Necessidade de reparo ou renovação	Até um ano	Mais de 1 ano até 5 anos	Mais de 5 anos até 10 anos	Mais de 10 anos até 15 anos	Mais de 15 anos	Não há
Necessidade de nova construção	Até um ano	Mais de 1 ano até 5 anos	Mais de 5 anos até 10 anos	Mais de 10 anos até 15 anos	Mais de 15 anos	Não há
Origem/ Fonte do recurso para reparos e renovação de infraestrutura	Governo Federal	Governo Estadual	Doações privadas	Fundos Institucionais	Parceria Com empresas	Outros

12. Prestação de serviços

Prestação - por meio de um instrumento formal e/ou mediante alguma forma de remuneração – de um serviço tecnológico, de pesquisa ou de apoio à inovação, incluindo tantos serviços relativos à Tecnologia Industrial Básica quanto serviços criativos voltados ao desenvolvimento de novos produtos ou processos.

O laboratório prestou algum tipo de serviço técnico-científico? () Sim () Não | Se sim, assinale um ou mais tipos de serviços técnico-científicos prestados pelo laboratório bem como os principais usuários/clientes de cada um deles.

<i>Serviços técnico-científicos</i>	<i>Clientes/usuários</i>			
	<i>Empresas</i>	<i>Pesquisadores</i>	<i>Governo</i>	<i>Outro</i>
Acesso a banco de células, microrganismos etc.				
Análise de materiais				

Análise de propriedades físico-químicas				
Calibração				
Certificação				
Consultoria e assessoria técnico-científica				
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos				
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos				
Elaboração e testes de protótipos				
Ensaio e testes				
Exames laboratoriais				
Informação tecnológica				
Inspeção				
Manutenção de equipamentos científicos				
Metrologia				
Scale up (escalonamento)				
Serviços ambientais				
Outro				
Outro				

13.Usuários Externos

O laboratório é aberto à utilização por usuários externos? () Sim () Não. Se sim, assinale a política de acesso e os procedimentos adotados para a utilização do laboratório por usuários externos. Marque uma ou mais opções.

Política de acesso			
	Acordo de cooperação, contrato ou convênio		
	Vínculo do projeto às linhas de pesquisa do laboratório		
	Parceria com equipe da infraestrutura		
	Solicitação prévia ao coordenador		
	Preenchimento de formulário específico		
	Avaliação por Comissão de Especialistas (<i>peer review</i>)		
	Avaliação da viabilidade técnica do projeto		
	Disponibilização dos dados primários para usuários externos		
	Aberto para fins didáticos		
	Mediante remuneração (prestação de serviços)		
	Outro:		
	Não há política formal de acesso		
Procedimentos para utilização			
	Agendamento prévio		
	Termo de responsabilidade ou confidencialidade		
	Usuário executa o ensaio/experimento e opera os equipamentos		
	Treinamento antes da utilização		
	Usuário executa o ensaio/experimento sob a supervisão da equipe da infraestrutura		
	A equipe da infraestrutura executa o ensaio/experimento para o usuário		
	Ensaio/experimento acompanhado remotamente pelo usuário		
	Resultados são disponibilizados posteriormente para o usuário		
	Usuário fornece/ressarce os insumos (reagentes, materiais, amostras) de seu projeto.		
	Outro		
	Não existem procedimentos formais para a utilização do laboratório		

Indique a quantidade de usuários externos do laboratório no ano de 2018.

Tipos de usuários externos	Quantidade de usuários		
	Brasil	Exterior	Total
Pesquisadores da mesma instituição (exceto a equipe do laboratório)			
Pesquisadores de outras instituições			
Alunos de pós-graduação			

Alunos de graduação			
Pesquisadores de Empresas			
Total			
Não houve demanda de usuários externos			

14. Valores, custos e receitas

Estimativa de valores globais

Esse tópico tem por objetivo estimar de forma global os valores referentes ao laboratório de pesquisa (instalações físicas, mobiliárias, equipamentos etc que tornam possível a atividade de P&D), o conjunto de equipamentos, as receitas, os custos no ano de 2018.

14.1 Laboratório

Indicar o valor estimado (faixa de valor) que representa o total do laboratório no ano de 2018. Essa estimativa inclui o valor das instalações físicas, equipamentos, mobiliário etc. Exclui os custos operacionais e de manutenção;

- Até R\$ 500 mil
- Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão
- Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 3 milhões
- Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões
- Acima de R\$ 5 milhões até R\$ 10 milhões
- Acima de R\$ 10 milhões até R\$ 20 milhões
- Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões
- Acima de R\$ 30 milhões até R\$ 50 milhões
- Acima de R\$ 50 milhões até R\$ 100 milhões
- Acima de R\$ 100 milhões até R\$ 200 milhões
- Acima de R\$ 200 milhões

14.2 Equipamentos de pesquisa

Indicar o valor estimado (faixa de valor) que representa o conjunto total de equipamentos do laboratório no ano de 2018. A estimativa deve ter como parâmetro os diversos equipamentos (aparelhos ou instrumentos) utilizados para realizar experiências, cálculos, medições físicas e análises (biológicas, químicas etc) entre outros.

- Até R\$ 100 mil
- Acima de R\$ 100 mil até R\$ 250 mil
- Acima de R\$ 250 mil até R\$ 500 mil
- Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão
- Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões
- Acima de R\$ 2 milhão até R\$ 3 milhões
- Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões
- Acima de R\$ 5 milhões até R\$ 7 milhões
- Acima de R\$ 7 milhões até R\$ 10 milhões
- Acima de R\$ 10 milhões até R\$ 15 milhões
- Acima de R\$ 15 milhões até R\$ 20 milhões
- Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões
- Acima de R\$ 30 milhões até R\$ 40 milhões
- Acima de R\$ 40 milhões até R\$ 50 milhões
- Acima de R\$ 50 milhões

14.3 Custos operacionais

Indicar o valor estimado (faixa de valor) que representa os custos operacionais e administrativos totais do laboratório no ano de 2018. Incluir: i) Gastos com pessoal de pesquisa, técnico, administrativo e de manutenção (salários, benefícios, bolsas e outros tipos de remuneração da equipe permanente). Refere-se a uma estimativa de gasto pelas horas de trabalho dedicadas ao laboratório; ii) Despesas gerais como energia, água etc. Refere-se a uma estimativa de gasto pelo consumo proporcional desses itens de despesa pelo laboratório; iii) Despesas com insumos de pesquisa (insumos para a pesquisa, material de escritório, suprimentos etc.) Refere-se a uma estimativa de gasto em insumos utilizados pelo laboratório; iv) Serviços de terceiros (manutenção, etc). Refere-se a uma estimativa de gasto em manutenção e outros serviços necessários ao funcionamento do laboratório.

- Até R\$ 50 mil

- Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil
 Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil
 Acima de R\$ 150 mil até R\$ 200 mil
 Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil
 Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil
 Acima de R\$ 500 mil até R\$ 750 mil
 Acima de R\$ 750 mil até R\$ 1 milhão
 Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões
 Acima de R\$ 2 milhão até R\$ 5 milhões
 Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões
 Acima de R\$ 5 milhões
 Não é possível estimar

14.4 Receitas

Indicar o valor estimado (faixa de valor) que representa as fontes de recursos do laboratório no ano de 2018.

Incluir as fontes de receitas financiadas por instituições públicas de fomento, subvenções, projetos com empresas, venda de serviços tecnológicos, etc, voltadas para o desenvolvimento de projetos e para investimento (capital) das ICT's. Excluir aqueles destinados ao custeio de despesas ordinárias da infraestrutura

- Até R\$ 50 mil
 Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil
 Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil
 Acima de R\$ 150 mil até R\$ 200 mil
 Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil
 Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil
 Acima de R\$ 500 mil até R\$ 750 mil
 Acima de R\$ 750 mil até R\$ 1 milhão
 Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões
 Acima de R\$ 2 milhão até R\$ 5 milhões
 Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões
 Acima de R\$ 5 milhões
 Não é possível estimar

15. Impacto dos itens da despesa no custo operacional global

A partir da faixa de valor informada para o custo operacional global na questão anterior, indicar o impacto dos itens de despesa relacionados dentro desse custo do laboratório.

<i>Item de despesa</i>	Grau de Impacto				
	Insignificante	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Pessoal (salários, bolsas, benefícios etc)					
Energia					
Insumos para pesquisa					
Manutenção					

16. Fontes de Receitas

A partir da faixa de valor da questão anterior, especificar quais foram essas fontes de receitas e os seus respectivos valores. Devem ser indicadas aquelas fontes de receitas destinadas ao desenvolvimento de projetos e para investimento (capital) excluindo aquelas destinadas ao custeio de despesas ordinárias (relacionadas no item custo operacional global).

<i>Fontes de receitas</i>	Valor estimado (R\$)	Descrição destinação
<input type="checkbox"/> Capes		
<input type="checkbox"/> CNPq		
<input type="checkbox"/> Empresa privada		
<input type="checkbox"/> Finep		
<input type="checkbox"/> Fundação estadual de amparo à pesquisa		
<input type="checkbox"/> Orçamento da própria instituição		

<input type="checkbox"/> Outra empresa pública		
<input type="checkbox"/> Outra instituição pública		
<input type="checkbox"/> Petrobrás		
<input type="checkbox"/> Prestação de serviços		
<input type="checkbox"/> Outra		
<input type="checkbox"/> Não recebeu recursos de outras fonte		

17. Equipamentos relevantes

O laboratório possui equipamentos de P&D com custo de aquisição igual ou superior a R\$100 mil?

Sim Não

Detalhar os principais equipamentos existentes, com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil.

Listar apenas aqueles que constituem o diferencial do laboratório.

Equipamento desenvolvimento ou fabricação própria? Sim Não Tipo de equipamento: unitário sistema

Classificação: Analisadores de propriedade físico-química Cromatógrafo e Espectômetro Equipamentos de informática Instrumentos bioanalíticos Microscópio Outros

Nome:

Marca / modelo:

Especificações:

Ano de aquisição:

Custo da aquisição:

Entidade financiadora:

Situação do equipamento: em instalação em operação inoperante

Estado do equipamento: atualizado desatualizado obsoleto

18. Equipe Técnico científico

Pesquisadores: considera-se como equipe técnico-científica o pessoal que trabalha regularmente no laboratório por, pelo menos, 10 horas semanais (incluindo coordenadores, pesquisadores, tecnologistas, técnicos e estudantes graduandos e pós-graduandos). Trata-se das pessoas que garantem o funcionamento e são corresponsáveis pelos equipamentos/instalações ou que estejam envolvidas com as principais atividades/pesquisas desenvolvidas no laboratório.

Nome	Titulação	Tipo de Vínculo	Principal área de pesquisa e experiência	Tempo de Dedicação
------	-----------	-----------------	--	--------------------

19. Estudantes da equipe técnico-científica

Indique o número de estudantes de pós-graduação ou de graduação envolvidos com as principais atividades/pesquisas desenvolvidas pelo laboratório no último ano.

Graduação Especialização Mestrandos Doutorandos Pós-doutorandos

20. Equipe de apoio técnico e administrativo

Indique o número de profissionais que compõe a equipe de apoio técnico e administrativo do laboratório, tomando como base o ano anterior. Excluindo bolsistas de Iniciação à Pesquisa e de Formação e Qualificação que devem ser contabilizados como estudantes.

Equipe de apoio técnico e administrativo		Quantidade por tipo de vínculo institucional			Total
		Servidor / funcionário	Prestador de serviço/tercerizado	Outro	
Apoio técnico	Pós-Doutor				
	Doutor				
	Mestre				
	Especialista				
	Graduado (Nível ensino superior)				
	Nível médio/técnico				
Total de apoio técnico					
Apoio administrativo					

ANEXOS EM INGLÊS

Instrumentos de Coleta de Dados em Inglês – Anexos C e D

ANEXO C - BR Survey Questionnaire - University- Industry Interactions

I – LABORATORY IDENTIFICATION

Laboratory name _____
 Start year _____
 Leader Name (Principal Investigator) _____
 University name: _____
 Field of Research: _____

II – INTERACTION WITH COMPANIES

Questions 1 to 5 refer to the degree of importance for the research activities at this laboratory. Please consider your research group activities **during the last three years**.

1. *Types of Relationship*

Presents the relationship that the laboratory carries out with the collaboration of companies.

Below there are some **types of relationships** between research groups and companies. Please score the importance of that **type of relationship** to your research activities.

(1) Not important; (2) Slightly important; (3) Moderately important; (4) Very important.

Types of relationship university-companies	1	2	3	4
1. Tests for standardization or quality certification				
2. Technical assessments, technical viability studies, project management				
3. Engineering services				
4. Consultancy				
5. Training and courses				
6. Temporary personnel exchanges				
7. Technology transfer (licensing)				
8. R&D collaborative projects with immediate results				
9. R&D collaborative projects without immediate results				
10. R&D projects that complement companies' innovation activities				
11. R&D projects that substitute innovation activities in companies				
12. Other (specify):				

Which one of these **types of relationship** is the most important? Number: _____

- Below there are some **results** of interactions between university labs and companies. Please score each of the following in terms of the importance of that **result** to your research activity.

(1) Not important; (2) Slightly important; (3) Moderately important; (4) Very important.

Results of the relationship with companies	1	2	3	4
1. Scientific discoveries				
2. New research projects				
3. New products and artefacts				
4. New industrial processes				
5. Improvements of industrial products				
6. Improvement of industrial process				
7. Human resource and student training				
8. Thesis and Dissertations				
9. Publications				
10. Patents				
11. Software				
12. Design				
13. New companies (Spin-offs)				
14. Other (specify):				

Which one of these **results** is the most important? Number: _____

3. Below are some **benefits** of the interaction with companies.

Please score each of the following in terms of the importance of that **benefit** to your research activities:

(1) Not important ; (2) Slightly important; (3) Moderately important; (4) Very important.

Benefits of the relationship with companies	1	2	3	4
1. Insights for new collaborative research projects				
2. New research projects				
3. Knowledge or information exchange				
4. Shared access to equipment /instruments				
5. Material input for research				
6. Financial resources				
7. Access to new networks				
8. Reputation				
9. Other (specify):				

Which one of these **benefits** is the most important? Number: _____

4. Below are some **obstacles** of the relationship with companies. Please score each of the following in terms of the importance of that **obstacle** to your research activities. **(1) Not important; (2) Slightly important; (3) Moderately important; (4) Very important.**

Obstacles of the relationship with companies	1	2	3	4
1. Company bureaucracy				
2. University bureaucracy (Institutional limits)				
3. Research costs				
4. Different objectives and priorities				
5. Property rights				
6. Geographic distance				
7. Divergence regarding the research time				
8. Lack of knowledge in companies about university activities				
9. Lack of knowledge at universities about company needs				
10. Lack of university's qualified personal contacts				
11. Lack of company's qualified personal contacts				
12. Reliability				
13. Other (specify):				

Which one of these **obstacles** is the most important? Number: _____

5. Below are some **channels of information** for knowledge transfer from your research group to companies. Please score each of the following in terms of the importance of that **channel of information** for the laboratory activities. **(1) Not important; (2) Slightly important; (3) Moderately important; (4) Very important.**

Channels of information	1	2	3	4
1. Conferences and seminars				
2. Hiring alumni				
3. Research contracts				
4. Spin-offs from universities				
5. Networking with companies				
6. Incubators				
7. Publications				
8. Temporary staff exchanges				
9. Licensed technologies				

10. Science and/or technology parks				
11. Patents				
12. R&D cooperative projects				
13. Training				
14. Informal information exchanges				
15. Individual consulting				
16. Other (specify):				

Which one of these **channels of information** is the most important? Number: _____

6. Who did take the **initiative** to establish the relationship with companies? (More than one choice is possible)

- The research group
- The individual researcher
- Both (shared initiative)
- University institutional mechanism for technological transfer (office)
- The company
- Initiative from an ex-researcher
- University graduate employed by the company
- A spin-off created by former group members
- Other (specify): _____

7. Please answer this question **ONLY** if you have checked “the company” in question 6)

By which means/channels did the company find your research group? (More than one choice is possible).

- Publications
- Information about researchers’ curriculum
- Other company recommendation
- Public conferences and meetings
- Group patent
- Business unions and associations
- Company employee
- University technology transfer office
- Former students
- Other (specify): _____

8. What are your sources of funding for collaborative projects with companies?

	Yes	% medium average
University		
Company		
Domestic public funding agencies (NSF, NIH, others)		
International funding agencies		

9. Are there any results from your research activities that so far no company has used? If yes, write the principal unused research results.

- a) _____
- b) _____
- c) _____

III – RESEARCH INFORMATION

10. General Information

Researcher Information Leader name: _____ Gender: ()Male ()Female Highest degree: _____ Country: _____ Highest degree field: _____ Highest dregree institution: _____

11. Research Results

Number of ISI-indexed papers: _____ ISI (<i>Institute for Scientific Information</i>) _____ SciELO (<i>Scientific Electronic Library Online</i>) Does your research group have patents? ()Yes ()No If YES: Number of patents application: _____ Domestic (National) _____ Abroad Number of granted patents: _____ Domestic (National) _____ Abroad Number of licensed patents : _____ Domestic (National) _____ Abroad Has your group created new software? ()Yes ()No If YES: Number of registered software _____ Domestic _____ Abroad Number of projects financed by institutions: _____ National _____ International. How many companies are the group currently having a relationship with? _____

12. Previous Professional Experience

How do you distribute your working time among the following functions of the university?

University functions	% time
1. Teaching	
2. Research	
3. Extension/ community	
4. Interaction with companies	
5. Social service	
6. Administrative	

13. Where did you work before your collaborative projects with companies? You can choose more than one option.

	Yes
Same university/ research institute	
Other university/ research institute (public or private)	
Multinational company	
Large companies (more than 250 employees)	
Small and medium companies	
Hospital	
Other	

14. Did the results of this research laboratory generate start-ups or spin-offs? ()Yes () No. If YES, please inform:

	Quantity	Spin-off or start-up name	Researcher Founder name	Number of researchers involved
Spin-off				
Start-up				

ANEXO D - Ipea-Infra - Research Facilities & Infrastructure Questionnaire

Laboratory name:

University name:

Principal Investigator:

1. R & D space (square feet):

The R&D space is measured as the physical area used for basic, applied and experimental research.

To measure the R&D space you should consider: a) The square footage of the space allocated for R&D activities, measured from the walls in, and b) The building must have a foundation, a roof, as well as mechanical, electrical, and plumbing facilities requiring ongoing resources for maintenance.

2. Description of laboratory facilities:

As laboratory facilities are considered the equipment and infrastructure located on the laboratory physical space used for basic and applied research and experimental activities.

3. Main laboratory activities

Teaching	Continuous	Some days of the week	Some days of the month	Sporadic
Research	Continuous	Some days of the week	Some days of the month	Sporadic
Development of technologies	Continuous	Some days of the week	Some days of the month	Sporadic
Provision of services	Continuous	Some days of the week	Some days of the month	Sporadic
Technological extension	Continuous	Some days of the week	Some days of the month	Sporadic

4. Collaboration: Specify which types of partnerships with the laboratory

Type of cooperation	Degree of importance		
	Low	Medium	High
Collaboration with other US-based research institutions	Low	Medium	High
Collaboration with non-US research institutions.	Low	Medium	High
Collaboration with US-based companies.	Low	Medium	High
Collaboration with non-US companies.	Low	Medium	High
Collaboration in projects supported by US development agencies.	Low	Medium	High
Collaboration in projects supported by international development agencies.	Low	Medium	High
Other (Describe : _____)	Low	Medium	High
Does not partner with other companies or research institutions.			

5. Assessing the laboratory's technical capability

How does the laboratory rank in comparison to the state-of-the-art facilities? Consider human and technical resources that contribute to operations. (Select only one)

- State-of-the-art facilities comparable to the most advanced laboratories worldwide.
- Advanced in relation to American standards, but lacking in comparison to non-US facilities.
- Adequate facilities comparable to typical US laboratories of this type.
- Lacking in comparison to other laboratories of this type and in need of repairs or renovation.
- Do not know / Not applicable

6. Assessment of the adequacy of material resources required for lab operations

Items	Bad	Regular	Good	Very good	Not applicable
Physical installations					
Equipment					
Maintenance					
Research materials					

7. Assessment of human resources available to operate the facility

	<i>Inadequate</i>	<i>Little suitable</i>	<i>Adequate</i>	<i>Not applicable</i>
Number of researchers				
Training of researchers				
Number of technical support professionals				
Qualification of technical support professionals				

8. Modernization of the laboratory

It is an indication of the last modernization of part of the whole of the laboratory equipment. Modernization corresponds to the values applied with the representativeness of at least 10% of the minimum of the overall estimated value range of the laboratory, as it is estimated in the item *Values, Costs, and revenues - global laboratory estimate (item 12)*.

Period of the latest laboratory modernization

Up to one year

More than 1 year up to 5 years

More than 5 years up to 10 years

More than 10 years up to 15 years

More than 15 years

There were none

9. Equipment Repair

It is an indication of when the next equipment repair will occur. Equipment repair corresponds to the values applied with the representativeness of at least 10% of the minimum of the overall estimated value range of the laboratory, as it is estimated in the item *Values, Costs, and revenues - global laboratory estimate (item 12)*.

Need for repair

Up to one year	More than 1 year up to 5 years	More than 5 years up to 10 years	More than 10 years up to 15 years	More than 15 years	There is no
----------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-------------

Need for new construction

Up to one year	More than 1 year up to 5 years	More than 5 years up to 10 years	More than 10 years up to 15 years	More than 15 years	There is no
----------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-------------

Source of the resource for repairs and renewal of infrastructure

Federal government	State government	Private donations	Institutional Funds	Partnership with companies	Others
--------------------	------------------	-------------------	---------------------	----------------------------	--------

10. Provision of services

Provision - through a formal instrument and / or through some form of remuneration - of a technological service, research or innovation support, including both services related to basic industrial technology and creative services aimed at the development of new products or processes.

Has the laboratory provided any type of technical-scientific service?

() Yes () No | If Yes, indicate one or more types of technical-scientific services provided by the laboratory as well as the main customers or users of each of them.

<i>Technical and scientific services</i>	<i>Customers / users</i>			
	<i>Companies</i>	<i>Researchers</i>	<i>Government</i>	<i>Other</i>
Access to cell banks, microorganisms, etc.				
Analysis of materials				
Analysis of physic-chemical properties				
Calibration				
Certification				

Consulting and technical-scientific support				
Development and improvement of processes				
Development and improvement of products				
Elaboration and testing of prototypes				
Trials				
Laboratory tests				
Technological information				
Inspection				
Maintenance of scientific equipment				
Metrology				
Scale up				
Environmental services				
Other				

11. External Users

Is the laboratory open for use by external users? ()Yes ()No

If yes, check the access policy and the procedures adopted for the use of the laboratory by external users (Check one or more alternatives).

Access Policy	
<input type="checkbox"/>	Collaboration term or Agreement
<input type="checkbox"/>	Link of the project with the Facility Research Lines
<input type="checkbox"/>	Partnership with the laboratory team
<input type="checkbox"/>	Advance request to coordinator
<input type="checkbox"/>	Specific form filling
<input type="checkbox"/>	Assessment by experts commission (<i>peer review</i>)
<input type="checkbox"/>	Assessment of technical feasibility of the project
<input type="checkbox"/>	Availability of primary data for external users
<input type="checkbox"/>	Open for teaching purposes
<input type="checkbox"/>	By means of remuneration (provision of services)
<input type="checkbox"/>	Other: _____
<input type="checkbox"/>	There is no formal access policy
Procedures for use	
<input type="checkbox"/>	Prior scheduling
<input type="checkbox"/>	Disclaimer or Confidentiality form
<input type="checkbox"/>	User performs the trial/ experiment and operates the equipment
<input type="checkbox"/>	Training before use
<input type="checkbox"/>	User performs the trial/ experiment under the supervision of the laboratory team
<input type="checkbox"/>	The infrastructure team runs the trial / experiment for the user
<input type="checkbox"/>	Test / experiment remotely monitored by the user
<input type="checkbox"/>	Results are made available later to the user
<input type="checkbox"/>	User provides / compensates for the inputs (reagents, materials, samples) of his project.
<input type="checkbox"/>	Other
<input type="checkbox"/>	There are no formal procedures for using the laboratory

Indicate the number of external users of laboratory in 2018

<i>Types of external users</i>	<i>Number of users</i>		
	United States	Abroad	Total
Researchers from the same institution (except the lab team)			

Researchers from other institutions			
Postgraduate students			
Undergraduate students			
Business Researchers			
Total			
There was no demand from outside users			

12. Values, costs and revenues

Global Values Estimate

This topic aims at estimating the global values related to the research laboratory (facilities, furniture, equipment, that make R&D activity possible), the set of equipment, revenues, costs in 2018. The estimated values have as parameter ranges of values to facilitate the completion of the information, since in some situations it is not possible to establish precisely the amount in US\$ specific to the facility in question.

12.1. Laboratory

Indicate the estimated value (value range) that represents the total facility in the year of 2018. This estimate includes the value of facilities, equipment, furniture, etc. Excludes operating and maintenance costs;

- Up to \$1 million
- Above \$1 million up to \$3 million
- Above \$3 million up to \$5 million
- Above \$5 million up to \$10 million
- Above \$10 million up to \$20 million
- Above \$20 million up to \$30 million
- Above \$30 million

12.2. Research equipment

Indicate the estimated value (value range) that represents the total set of laboratory equipment in the year of 2018. The estimation should have as a parameter the various equipment used to perform experiments, calculations, physical measurements and analyzes (biological, chemical, etc.) among others.

- Up to \$100 thousand
- Above \$100 thousand up to \$250 thousand
- Above \$250 thousand up to \$500 thousand
- Above \$500 thousand up to \$1 million
- Above \$1 million up to \$2 million
- Above \$2 million up to \$3 million
- Above \$3 million up to \$5 million
- Above \$5 million up to \$7 million
- Above \$7 million up to \$10 million
- Above \$10 million up to \$15 million
- Above \$15 million

12.3. Operational costs

Indicate the estimated value (value range) that represents the total operational and administrative costs of the laboratory in the year of 2018. Include: i) Expenses for research, technical, administrative and maintenance staff (salaries, benefits, scholarships and staff remuneration). It refers to an estimate of the cost of working hours devoted to the laboratory; ii) General expenses such as energy, water, etc. Refers to an estimate of expenditure by the proportional consumption of these items of expenditure by the laboratory; iii) Expenditure on research inputs (research materials, office supplies, consumables, etc.) Refers to an estimate of expenditures on inputs used by the laboratory; iv) Third party services (maintenance, etc). Refers to an estimate of maintenance costs and other services required for the operation of the laboratory.

- Up to \$100 thousand
- Above \$100 thousand up to \$250 thousand
- Above \$250 thousand up to \$500 thousand
- Above \$500 thousand up to \$750 thousand

- Above \$750 thousand up to \$1 million
- Above \$1 million up to \$2 million
- Above \$2 million up to \$5 million
- Above \$3 million up to \$5 million
- Above \$5 million up to \$7 million
- Above \$7 million up to \$10 million
- Above \$10 million up to \$15 million
- Above \$15 million
- Cannot be estimated

12.4. Revenue - Indicate the estimated value that represents the sources of laboratory resources in the year of 2018.

- Include the sources of revenue financed by public development institutions, grants, projects with companies, sale of technological services, focused on the development of projects and investment (capital).
- Excluding those destined to the costing of ordinary infrastructure expenses

- Up to \$100 thousand
- Above \$100 thousand up to \$150 thousand
- Above \$150 thousand up to \$200 thousand
- Above \$200 thousand up to \$300 thousand
- Above \$300 thousand up to \$500 thousand
- Above \$500 thousand up to \$750 thousand
- Above \$750 thousand up to \$1 million
- Above \$1 million up to \$2 million
- Above \$2 million up to \$5 million
- Above \$3 million up to \$5 million
- Above \$5 million up to \$7 million
- Above \$7 million up to \$10 million
- Above \$10 million up to \$15 million
- Above \$15 million
- Cannot be estimate

13. Impact of expenditure items on overall operating cost

From the reported value range for the overall operating cost in the previous question, indicate the impact (insignificant, low, medium, high and very high) of the related expense items within that cost of the laboratory.

<i>Expense item</i>	<i>Degree of Impact</i>				
	<i>Insignificant</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>	<i>Very high</i>
Staff (wages, grants, benefits etc.)					
Energy					
Research Inputs					
Maintenance					

14. Sources of Income

From the reported value range for the lab recipes in the previous question, specify which were these revenue sources and their respective values. Those sources of revenue for the development of projects and for capital investment should be indicated, excluding those destined to the costing of ordinary infrastructure expenses (related to the item global operating cost)

<i>Sources of income</i>	<i>Estimated value (\$)</i>	<i>Description destination</i>
<input type="checkbox"/> National Foundation		
<input type="checkbox"/> Private company		
<input type="checkbox"/> State Foundation for Research Support		
<input type="checkbox"/> Budget of the institution itself		
<input type="checkbox"/> Other public company		

<input type="checkbox"/> Other public institution		
<input type="checkbox"/> Provision of services		
<input type="checkbox"/> Other		
<input type="checkbox"/> Did not receive resources from other sources		

15. Equipment relevant

Does the laboratory have R&D equipment with an acquisition cost equal to or greater than \$27,000?

Yes No | If yes, detail the main existing equipment, with acquisition cost equal to or greater than \$27 thousand. List only those that constitute the differential of the laboratory / infrastructure.

Equipment with own development or manufacturing? Yes No

Type of equipment: unit system

Classification: Physicochemical property analyzers Chromatograph and Spectrometer Computer equipment

Bioanalytical instruments Microscope Others

Name:

Brand model:

Specifications:

Year of acquisition:

Cost of acquisition:

Funding entity:

Location of the equipment: in installation in operation inoperative

State of the equipment: updated outdated obsolete

16. Scientific Technical Team

Researchers: The staff is regularly staffed in the laboratory for at least 10 hours per week (including coordinators, researchers, technologists, technicians and students). These are the people who guarantee the operation and are responsible for the equipment / facilities or who are involved with the main activities and research developed in the laboratory.

Researchers are the graduate or post-graduate members of the technical-scientific team, directly and creatively involved with the projects and with the scientific and technological production of the laboratory. List the researchers and technologists of the technical/scientific team of the laboratory, based on the year of 2018. Excluding scholarship holders of training and qualification (Master, Doctorate, Masters, Post-Doctorate), that must be counted as student.

Name	Qualification	Employment relationship	Research area or background	Time
------	---------------	-------------------------	-----------------------------	------

Students of the technical-scientific team

Indicate the number of undergraduate or graduate students involved in the major activities / research conducted by the laboratory in the last year. Undergraduate Specialization Masters PhD students.

Technical and administrative support team

Indicate the number of professionals that make up the technical and administrative support team of the laboratory, based on the previous year. Excluding research undergrad fellows and training, which should be counted as students.

Technical and administrative		Quantity by type of institutional link			Total
		Server / employee	Service provider / Outsourced	Other	
Support technician	Postdoctoral				
	Doctor				
	Master				
	Specialist				
	Undergraduate				
	High School / technical				
Total support technician					
Support administrative					

ANEXO E – Declaração de Ementa



UNIVERSIDADE FEDERAL MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E
ESCOLA DE ENGENHARIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
E BIOFARMACÊUTICA**

Declaração de Ementa

Ref: Ementa da Ata e Certidão de Tese Aprovada – SEI/UFMG – 0139914 –
Processo nº: 23072.214166/2020-15

Belo Horizonte, 30 de julho de 2020.

Declaro para os devidos fins que a banca examinadora da defesa de doutorado da discente KARLA ROCHA LIBOREIRO, matrícula nº: 2016714217, do Curso do Doutorado do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica da UFMG, solicitou a alteração no título da tese no dia 04 de junho de 2020, data da aprovação na defesa pública.

O novo título da tese recomendado pela banca e aprovado pelas orientadoras da discente passa a ser: **Interação Universidade-Empresa em Biotecnologia: Estudos de caso em laboratórios de pesquisa universitários estadunidenses e brasileiros.**

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, reading 'Rubén Dario Sinisterra Millán'.

Rubén Dario Sinisterra Millán

Coordenador do PPG

em Inovação Tecnológica da UFMG