



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE ESTUDOS SOCIAIS APLICADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO

NAIDERSON FERREIRA DE LUCENA

MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS *SPIN-OFFS* ACADÊMICAS NO CEARÁ

FORTALEZA – CEARÁ

2019

NAIDERSON FERREIRA DE LUCENA

MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS *SPIN-OFFS* ACADÊMICAS NO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Programa de Pós-graduação em Administração do Centro de Estudos Sociais Aplicados da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Administração. Área de Concentração: Gestão, Organizações e Ambientes.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara.

FORTALEZA – CEARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Lucena, Naiderson Ferreira de.
Maturidade Tecnológica das spin-offs acadêmicas no Ceará [recurso eletrônico] / Naiderson Ferreira de Lucena. - 2019.

1 CD-ROM: il.; 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 137 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Mestrado Acadêmico em Administração, Fortaleza, 2019.

Área de concentração: Gestão, Organizações e Ambientes.

Orientação: Prof. Ph.D. Samuel Paçanha Câmara.

1. Maturidade tecnológica. 2. Spin-offs acadêmicas em potencial. 3. Políticas Públicas. 4. Aprendizagem.
I. Título.

NAIDERSON FERREIRA DE LUCENA

A MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS *SPIN-OFFS* ACADÊMICAS NO
CEARÁ

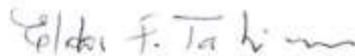
Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Acadêmico em
Administração do Programa de Pós-
graduação em Administração do
Centro de Estudos Sociais Aplicados
da Universidade Estadual do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do
título de mestre em Administração.
Área de Concentração: Gestão,
Organizações e Ambientes.

Aprovada em: 15 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara
(Orientadora e Presidente da Banca – UECE)



Prof. Dr. Elda Fontenele Tahim
(Membro interno - UECE)



Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho
(Membro Externo - UFC)

RESUMO

Esta dissertação aborda questões negligenciadas pela literatura nacional e internacional de inovação e de *spin-offs* acadêmicas no que se trata de compreender como ocorre a evolução da maturidade tecnológica das *spin-offs* acadêmicas cearenses em potencial enquanto estão instaladas em ambiente acadêmico. Para esclarecer alguns delineamentos dessa dinâmica no estado do Ceará, verificou-se como as relações coevolutivas entre políticas públicas e aprendizagem tecnológica influenciam na maturidade tecnológica das tecnologias core de *spin-offs* acadêmicas em potencial. Para alcançar este objetivo, a pesquisa apoia-se na combinação das literaturas de acerca de *spin-offs* acadêmicas, coevolução, aprendizagem, políticas públicas e maturidade tecnológica para construção da base conceitual. Em paralelo, a pesquisa vale-se de um desenho qualitativo baseado na coleta de dados por meio de campo com entrevistas, questionários, observações, visitas técnicas e análises documentais. Esse desenho de pesquisa foi operacionalizado a partir de estudos de casos múltiplos em *spin-offs* acadêmicas em potencial no estado do Ceará. Por meio da implementação dessa estratégia, a pesquisa encontrou: 1) os mecanismos de aprendizagem que geraram os resultados mais significativos para evolução tecnológica derivaram dos mecanismos de aquisição interna de conhecimento; 2) Interações em P&D com clientes mostraram-se bastantes relevantes para acelerar o processo de maturidade tecnológica; 3) As políticas públicas de acesso ao crédito foram fundamentais, sobretudo para as organizações de biotecnologia; 4) As mudanças nas legislações pouco beneficiam as *spin-offs* acadêmicas de maneira consistente; 5) As políticas de colaboração e aprendizado são fundamentais para *spin-offs* formarem redes com elevados níveis de colaboração. Os resultados gerados aqui trouxeram contribuições teóricas no sentido de demonstrar as relações existentes entre aprendizagem tecnológica, políticas públicas e maturidade tecnológica de *spin-offs* acadêmicas, bem como funcionou como apontamento gerencial para desenvolvedores de políticas públicas e gestores de *spin-offs* acadêmicas em potencial.

Palavras-chave: Maturidade Tecnológica. Spin-offs Acadêmicas em Potencial. Políticas Públicas. Aprendizagem.

ABSTRACT

This final paper addresses issues neglected by the national and international literature of innovation and academic spin-offs in what is to understand how the technological maturity evolution of potential academic spin-offs from Ceará occurs while they are installed in an academic environment. In order to clarify some delineations of this dynamics in the State of Ceará, it was verified that the relations of co-evolutive relations between public policies and technological learning influence the technological maturity of the core technologies of potential academic spin-offs. To achieve this goal, research is based on the combination of literatures about academic spin-offs, co-evolution, learning, public policies and technological maturity to build the conceptual basis. In parallel, the research is based on a qualitative design based on the collection of data through the field with interviews, questionnaires, observations, technical visits and documentary analyzes. This research design was operationalized from multiple case studies in potential academic spin-offs in the State of Ceará. Through the implementation of this strategy, the research found: 1) the learning mechanisms that generated the most significant results for technological evolution derived from the mechanisms of internal acquisition of knowledge; 2) Interactions in R & D with customers showed enough relevance to accelerate the process of technological maturity; 3) Public policies for access to credit were fundamental, especially for biotechnology organizations; 3) Changes in legislation little benefit academic spin-offs consistently; 5) Collaboration and learning policies are fundamental for spin-offs to form networks with high levels of collaboration. The results generated here have brought theoretical contributions in order to demonstrate the relationships between technological learning, public policies and technological maturity of academic spin-offs, as well as serving as a managerial point of reference for public policy developers and potential academic spin-off managers.

Keywords: Technological Maturity. Potential Academic Spin-offs. Public policy. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Framework conceitual 1	15
Figura 2 –	Framework conceitual 2	16
Figura 3 –	Framework analítico	17
Figura 4 –	Desenvolvimento de uma <i>spin-off</i> acadêmica ao longo de seu ciclo de vida.....	24
Figura 5 –	Framework analítico de coevolução de capacidades tecnológicas e políticas públicas/instituições	32
Figura 6 –	Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas em empresas de economia emergentes: um modelo ilustrativo	52
Figura 7 –	Visão geral da escala Technology Readiness Levels (TRL).....	56
Figura 8 –	Fluxo de determinação de TRL.....	62
Figura 9 –	Visão geral da escala Technology Readiness Levels (TRL) na visão da Embraer adaptada com relações de coevolução com as políticas públicas	65
Figura 10 –	TRL na visão da Embraer	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mudanças de legislação que favoreceram as atividades de fomento ao empreendedorismo e a inovação tecnológica nas ICTs	37
Quadro 2 – Métrica para examinar processos de aprendizagem intraempresariais	48
Quadro 3 – Métrica para examinar processos de aprendizagem intraempresariais	49
Quadro 4 – Resumo da escala TRL – marcos e resultados	56
Quadro 5 – Percepção de políticas públicas de acesso ao crédito; incentivos fiscais, estruturação e regulação, e colaboração e aprendizado em relação às variáveis coevolutivas de envolvimento, coerência e autonomia	64
Quadro 6 – Resumo das tecnologias estudadas	73
Quadro 7 – Resumo das tecnologias estudadas	75
Quadro 8 – Display dos mecanismos de aquisição de conhecimento baseado no Quadro 3 quanto a variedade e intensidade	76
Quadro 9 – Display dos mecanismos de conversão de conhecimento baseado no Quadro 3 quanto a variedade e intensidade	77
Quadro 10 – Display do funcionamento dos processos de aprendizagem usados pelas spin-offs em potencial baseado no Quadro 3	92
Quadro 11 – Display da interação dos processos de aprendizagem usados pelas spin-offs em potencial baseado no Quadro 3	93
Quadro 12 – Display analítico das spin-offs acadêmicas em potencial do setor de biotecnologia baseado no Quadro 1	95
Quadro 13 – Display analítico das spin-offs acadêmicas em potencial do setor de TI baseado no Quadro 1	96

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	DEFINIÇÃO DE SPIN-OFFS ACADÊMICAS EM POTENCIAL.....	18
2.2	COEVOLUÇÃO	24
2.3	POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO	27
2.3.1	Políticas de inovação de colaboração e aprendizado.....	32
2.3.2	Políticas públicas de inovação com relação a incentivos fiscais, estruturação e regulação.....	34
2.3.3	Políticas públicas de inovação com relação ao acesso ao crédito ...	40
2.4	APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA.....	44
2.5	MATURIDADE TECNOLÓGICA.....	50
3	METODOLOGIA	59
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	59
3.2	<i>SPIN-OFFS</i> EM POTENCIAL ESTUDADAS E SUJEITOS DA PESQUISA	60
3.3	COLETA DE DADOS	61
3.4	TRATAMENTOS DE DADOS.....	63
3.5	OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS	63
3.4.1	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e políticas públicas de inovação	63
3.4.2	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica	67
3.4.2.1	Variedade e Intensidade dos processos de aquisição e conversão de conhecimento	68
3.4.2.2	Funcionamento dos processos de aquisição e conversão de conhecimento	69
3.4.2.3	Interação dos processos de aquisição e conversão de conhecimento.....	69
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
4.1	IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS SPIN-OFFS ACADÊMICAS E CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS	71

4.2	EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS SPIN-OFFS ACADÊMICOS EM POTENCIAL A PARTIR DE SUA RELAÇÃO COEVOLUTIVA COM APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA	75
4.2.1	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e os mecanismos de variedade e intensidade dos processos de aprendizagem tecnológica	77
4.2.1.1	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de pesquisa fundamental	77
4.2.1.2	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de pesquisa aplicada.....	81
4.2.1.3	Evolução das tecnologias de <i>spin-offs</i> acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de demonstração de tecnologias.....	86
4.2.1.4	Evolução das tecnologias de <i>spin-offs</i> acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de aplicação comercial do produto/ serviço.....	88
4.2.2	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e o mecanismo de funcionamento dos processos de aprendizagem tecnológica	91
4.2.3	Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e o mecanismo de interação dos processos de aprendizagem tecnológica	93
4.3	EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS SPIN-OFFS ACADÊMICOS EM POTENCIAL A PARTIR DE SUA RELAÇÃO COEVOLUTIVA COM POLÍTICAS PÚBLICAS	94
4.4	EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA E SUAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO NAS POLÍTICAS PÚBLICAS E NA APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA.....	105
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
	REFERÊNCIAS.....	115
	APÊNDICE.....	128
	APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS (QUESTIONÁRIO).....	129

1 INTRODUÇÃO

Bell e Pavitt (1995), Figueiredo (2004) e Cortês (2005) reconhecem o papel fundamental da infraestrutura tecnológica e da inovação proporcionada por universidades e seus diversos departamentos, institutos públicos e privados de pesquisa, centros de formação e treinamento, consultorias e banco de dados como fomentadores do processo inovador em nível empresarial, notadamente, como no caso das *spin-offs* acadêmicas. Assim, diversos trabalhos de pesquisa no campo do empreendedorismo tecnológico, têm dado ênfase ao estudo das *spin-offs* e às instituições responsáveis por sua constituição, como por exemplo, as universidades, seus diversos departamentos e institutos de pesquisa (CLARYSSE *et al.*, 2005; ZAHRA; VAN DE VELDE; LARRANETA, 2007; BORGES DA COSTA; TORKOMIAN, 2008). Assim, *spin-offs* acadêmicas têm recebido crescente atenção da academia, dos governos e de gestores de políticas públicas, visto que além de fomentarem a economia, contribuindo para geração de empregos, são também promotoras da inovação tecnológica (e.g. HAYTER, 2013; URBANO; GUERRERO, 2013; STERNBERG, 2014) e importante meio para transferência de tecnologia produzida nas universidades e centros de pesquisa (BERBEGAL-MIRABENT; RIBEIRO-SORIANO; GARCÍA, 2015; CLARYSSE *et al.*, 2007; DIÁNEZ-GONZÁLEZ; CAMELO-ORDAZ, 2017).

Spin-offs acadêmicas, frequentemente, originam produtos e serviços inovadores e atuam em setores, como biotecnologia e sistemas embarcados, nos quais se predominam o uso de alta tecnologia com base na pesquisa científica das mais diversas áreas do conhecimento (HEIRMAN; CLARYSSE, 2004; RASMUSSEN; BORCH, 2010). Neste sentido, é possível apontar uma gama de trabalhos que estudam como se dá a construção, manutenção e desenvolvimento destas instituições no mercado até a exploração comercial de suas tecnologias (COLLARINO; TORKOMIAN, 2015; DA LUZ, 2017; DIÁNEZ-GONZÁLEZ; CAMELO-ORDAZ, 2017; HUYNH, 2017). Complementarmente, outras pesquisas analisam a importância do ambiente onde estas empresas se desenvolvem, tais como, incubadoras e parques tecnológicos (BERGEK; NORMAN, 2008; LOFSTEN; LINDELOF, 2005; SOETANTO; JACK, 2016).

Contudo, há uma escassez de estudos, que mostrem como a evolução das tecnologias se dá nas *spin-offs* acadêmicas, enquanto as mesmas se encontram

instaladas em ambientes acadêmicos e poucos estudos apontam quais variáveis são relevantes para o desenvolvimento das tecnologias destas empresas. Nesta direção, alguns autores vêm mostrando, como as características institucionais da universidade que originam tecnologias exploradas *por spin-offs* podem fornecer condições para o desenvolvimento tecnológico de um sistema regional de inovação; as contribuições de cientistas para a criação de *spin-offs*; a relevância de investimentos em capacitação de estudantes e professores em cursos, workshops, seminários para desenvolvimento de produtos tecnológicos; a formulação e aplicação de políticas públicas pelos estados e municípios como auxiliadoras na construção de um ecossistema universitário empreendedor; fatores como financiamento público e privado e a desempenho destas corporações; as pressões atreladas a diversos interessados na evolução da tecnologia que investem montantes para a pesquisa e maturação das inovações com interesse de explorar as descobertas comercialmente de maneira rápida; e a avaliação da fase de maturidade da tecnologia para o processo de comercialização (THURSBY; JENSEN; THURSBY, 2001; MARKMAN *et al.*, 2005; FESTEL 2013; LEHOUX *et al.*, 2014; ASTUTI *et al.*, 2014; SUTOPO, 2015; HAN; NIOSI, 2016; LEHOUX; MILLER; DAUDELIN, 2017). O tema, no entanto, carece de mais estudos, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde a falta destes trabalhos é, ainda, significativamente limitada diante das demandas governamentais, econômicas e sociais que envolvem a temática (FREITAS *et al.*, 2011; COLLARINO; TORKOMIAN, 2015).

O'shea, Chugh e Allen (2008) e Sternberg (2014) argumentam que reconhecidamente as características e o comportamento no mercado de *spin-offs* acadêmicas são assuntos recorrentes em estudos econômicos e gerenciais devido ao potencial econômico destas corporações. Ocorreu uma profusão de estudos, a partir dos anos 90, interessados em buscar diagnósticos, descrições, análises e propostas relativas à concepção e implantação de políticas tecnológicas no Brasil com foco na inovação, no desenvolvimento econômico e na inserção da economia brasileira no mercado internacional por meio do desenvolvimento da competitividade da indústria que se daria através de uma melhor gestão tecnológica de estratégias de inovação (FIGUEIREDO, 2004; LOURDES; FIGUEIREDO, 2009). Desta forma, o presente estudo na tentativa de redução desta importante lacuna de pesquisa para o Brasil, ao mesmo tempo, que se impõe em estudos para América Latina e aponta para literatura mundial de forma sistemática dada à magnitude como as *spin-offs* acadêmicas de

países emergentes como Brasil vêm ganhando interesse crescente. A maioria dos trabalhos publicados em periódicos de impacto significativo, como o Journal of Technology Transfer, apresentam estudos dos Estados Unidos da América, Canadá e inúmeros países europeus, revelando a necessidade de se conhecer de profundidade o que ocorre nestes *spin-offs* e seus impactos nas diferentes economias mundiais (LANDRY; AMARA; RHERRAD, 2006; VAN GEENHUIZEN; SOETANTO, 2009; FRANZON; LISSONI, 2006; BATHELT; KOGLER; MUNRO, 2011; CEGARRA-NAVARRO; SÁNCHEZ-POLO, 2011; MUSTAR; WRIGHT; CLARRYSSE, 2008; IACOBUCCI, DONATO; MICOZZI, 2015). Deste modo, com intuito de contribuir com a evolução das discussões e adicionar novas perspectivas à temática, o presente estudo busca elucidar o seguinte questionamento: Como se configura a evolução da maturidade tecnológica das empresas do tipo *spin-offs* acadêmicas no Ceará, enquanto estão instaladas em ambiente acadêmico? Com o intuito de responder a questão de pesquisa proposta, este estudo tem como objetivo geral entender a evolução da maturidade tecnológica das *spin-offs* acadêmicas no Ceará e, de maneira mais específica, i) identificar potenciais *spin-offs*- ainda em ambiente acadêmico no Ceará, a partir de meios acadêmicos reconhecidamente relacionados com este tipo de organização- como incubadoras e laboratórios; ii) desvelar a evolução da maturidade tecnológica das tecnologias *core* das *spin-offs* acadêmicas cearenses a partir de sua relação coevolutiva com as políticas públicas e a aprendizagem tecnológica iii) identificar fatores relacionados com a evolução da maturidade tecnológica destas *spin-offs* acadêmicas cearenses, considerando suas relações de causa e efeito com as políticas públicas e a aprendizagem tecnológica.

Esta pesquisa serviu como orientador de políticas públicas destinadas ao estímulo das *spin-offs* acadêmicas no Brasil, principalmente a partir de todo o arcabouço legal que vem sendo construído ao longo destes últimos anos no Brasil, permitindo a participação de professores pesquisadores de ICTs públicas em empresas que possuam atividades de ciência, tecnologia e inovação e a participação das ICTs como sócias de empresas de base tecnológica. Este novo ambiente institucional no Brasil promove avanços nas relações entre Instituições de Ciência e Tecnologia e as *spin-offs* oriundas de seus laboratórios, grupos de pesquisadores, alunos professores e pesquisadores. Desta forma, conhecer como estas empresas brasileiras vêm evoluindo em relação à sua maturidade tecnológica revela caminhos gerencias relevantes para seus gestores, que em grande parte não são provenientes

de formação nas áreas de gestão, e precisam aprender novas ferramentas para desenvolver processos, produtos e serviços inovadores nestas organizações. Assim, seus gestores, normalmente acostumados com a condução de pesquisas e gestão de departamentos acadêmicos necessitam ter seus conhecimentos ampliados para colocação de produtos no mercado, sendo assim este material contribui com o aprendizado destes gestores, afetando na diminuição do risco elevado de gerir inovações (LANDRY; AMARA; RHERRAD, 2006; HELM; MAURONER, 2007; COLLARINO; TORKOMIAN, 2015).

O estudo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 faz uma revisão de literatura aborda as temáticas de coevolução, políticas públicas de inovação, define *spin-offs* acadêmicas em potencial, aprendizagem tecnológica e maturidade tecnológica. A seção 3 traz os aspectos metodológicos do trabalho, a seção 4 realiza a análise e discussão dos resultados e a seção 5 traz as considerações finais, seguida das seções de referências e anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A narrativa de progresso aparece na maioria dos estudos tradicionais de inovação. Para os economistas as inovações são elementos essenciais para o progresso econômico e um elemento crítico para que as empresas e nações superem a concorrência na disputa por ganhos de mercado. As inovações permitem o aumento das riquezas das nações no estrito sentido de maximizar a prosperidade, permitindo, também, as pessoas fazerem coisas que nunca fizeram outrora, modificando a sua qualidade de vida. Desse modo, a mudança tecnológica é intrínseca ao sistema econômico e é vista como força que atua na economia capitalista (FREEMAN, 1982; WHYTE; SEXTON, 2011).

A tradição de pesquisa de inovação baseia-se no trabalho de Schumpeter (1942, p. 83) que conjectura que:

A abertura de novos mercados, estrangeiros e domésticos, e a organização da produção, da oficina do artesão a firmas, como a U.S. Steel, servem de exemplo do mesmo processo de mudança industrial — se é que podemos usar esse termo biológico — que revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. Este processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver.

Estudos sobre inovação, cada vez mais, se consolidam com o intuito de compreender quais processos são predecessores e sucessores do processo de inovação, sobretudo no contexto de economias emergentes, bem como buscam compreender como ocorre os processos de evolução das tecnologias produzidas por estas empresas de formas diversas na direção da fronteira tecnológica internacional (BELL; FIGUEIREDO, 2012; BELL; PAVITT, 1997).

Como a tecnologia não é desenvolvida por meio de interpretação simplória de informações, mas sim de um pacote complexo de informações codificadas, tácitas e capital físicos incorporados que dependem de uma série de processos para construção de capacidades para produção e inovação, bem como a gestão da mudança técnica conquistadas por meio de distintas atividades de aprendizado nas quais são notáveis contribuidores dos processos inovadores (BELL; PAVITT, 1995; DUTRÉNIT, 2000; LALL, 2013). As condições oferecidas pela configuração do ambiente industrial, sobretudo a plataforma na qual as políticas públicas são

construídas são importantes influenciadores da conquista de capacidades inovadoras e do desenvolvimento da trajetória de evolução tecnológica das firmas (BELL; FIGUEIREDO, 2012; BELL; PAVITT, 1997; FIGUEIREDO, 2004).

Nesse sentido, este trabalho compreende o “Framework Conceitual 1” no qual acompanha o modelo tradicional de mudança técnica, conhecido como *framework* da geração de inovação de Bell e Pavitt (1995), em que a aprendizagem, também conhecida como acumulação tecnológica e as relações da organização entre seus setores, bem como entre outras firmas e fora das firmas coevoluem criando condições da organização produzir mudanças técnicas e a produção de produtos inovadores.

Figura 1 – Framework conceitual 1



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bell e Pavitt (1995, p 78, tradução nossa).

Nesta linha, este trabalho segue também a linha teórica do “Framework Conceitual 2” concebido por Bell e Figueiredo (2012), apresentado na Figura 2, logo abaixo, que concebe os mecanismos de aprendizagem – internos e externos – coevoluem como influenciadores da maturidade tecnológica de empresas, gerando um desempenho inovador na firma, cooperando para a consecução de resultados operacionais. Igualmente, as empresas são influenciadas por fatores alheios ao seu controle e que afetam o seu desempenho inovador, a citar os fatores específicos da

empresa; da indústria; econômicos e políticos como fortes cooperadores do processo de inovação nas firmas.

Figura 2 – Framework conceitual 2



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bell e Figueiredo (2012).

As universidades vêm contribuindo para o desenvolvimento da tecnologia presente no setor industrial por meio do conhecimento que oferta que é de domínio público, e ainda no fornecimento de estruturas normativas e financeiras para estimular o desenvolvimento de atividades empreendedoras para prover a transferência de tecnologia para a indústria, utilizando-se de incubadoras, parques tecnológicos, laboratórios, patenteamento e licenciamento de tecnologias (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; GEUNA *et al.*, 2004).

Diante deste cenário as empresas *spin-offs* acadêmicas vêm sendo estudadas como fortes promotoras do desenvolvimento tecnológico e econômico, com casos de sucesso, como o Silicon Valley no estado da Califórnia, Route 128 na cidade Boston e Silicon Fen na cidade de Cambridge que possuem um ecossistema que favorece o aprendizado do qual fazem parte empresas de alta tecnologia, universidades de grande qualidade e parques tecnológicos, aliados a políticas públicas e instituições interessadas no desenvolvimento econômico da região (BORGES DA COSTA; TORKOMIAN, 2008; CLARRYSSE *et al.*, 2007; DIÁNEZ-GONZÁLEZ; CAMELO-ORDAZ, 2017; O'SHEA; CHUGH; ALLEN, 2008).

Para compreender como se dá o processo de evolução da maturidade tecnológica de *spin-offs* acadêmicas no estado do Ceará é proposto um *framework* conceitual a ser observado na Figura 3 que se relaciona à explicação da evolução da maturidade tecnológica das empresas do tipo *spin-offs* acadêmicas (BELL; FIGUEIREDO, 2012; BELL; PAVITT, 1995; CLARRYSSE *et al.*, 2007; HUYNH *et al.*, 2017; MUSTAR *et al.*, 2008).

Figura 3 – Framework analítico



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bell e Pavitt (1995) e Bell e Figueiredo (2012).

Este *framework* é baseado na ideia central de que os níveis de maturidade das tecnologias, neste estudo mensuradas por meio da escala Technological Readiness Level (TRL) como em Markins (2009); Javed *et al.* (2017); Foley *et al.* (2017); Larasati *et al.* (2017) e ABNT (2015), das *spin-offs* acadêmicas coevoluem, influenciados por meio de processos de aprendizagem tecnológica das firmas (DUTRÉNIT, 2000; NONAKA, TAKEUCHI; UMEMOTO, 1996) e por políticas públicas de fomento a inovação que afetam o ambiente de empreendedorismo acadêmico e ao mesmo tempo com as trocas com estes grupos da sociedade (CÂMARA; BRASIL, 2015; EDLER; FAGERBERG, 2017; EVANS, 1995; RODRIK, 1995).

2.1 DEFINIÇÃO DE SPIN-OFFS ACADÊMICAS EM POTENCIAL

Tradicionalmente, as universidades devem contribuir para o desenvolvimento da tecnologia industrial por meio do conhecimento que disponibiliza para o domínio público, no entanto grande corpo da literatura política e acadêmica preconizava a “universidade empreendedora” que por meio do exercício de sua “terceira missão” viria a se tornar o novo motor do crescimento econômico. Conceitos como a Modo 2 e a Tripla Hélice viria a fornecer embasamento para formação de estruturas normativas para estimular atividades empreendedoras nas universidades (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). Sendo assim, a nova concepção de universidade como empreendedora denota que estas instituições por meio de atividades de inovação industrial devem contribuir com atividades de transferência de tecnologia, tais como patenteamento, criação de *spin-offs*, desenvolvimento de tecnologias, por exemplo. Para isso, as universidades devem ter uma série de mecanismos de incentivo a disposição para o atendimento destas necessidades (GEUNA *et al.*, 2004). Muitos parlamentares legisladores, responsáveis pela elaboração de políticas públicas, reverenciam como pauta de suas peças legislativas a forte relação desenvolvida entre a universidade e a indústria como forte chave para o desenvolvimento por meio da formação de *clusters* de alta-tecnologia de empresas de base tecnológica advindas de pesquisas acadêmicas (SOHN; KENNEY, 2007).

No estudo de Freitas *et al.* (2011) em que se busca entender o fenômeno dos *spin-offs* acadêmicas e compreender as investigações que emergem do cenário internacional com o propósito de nortear as pesquisas brasileiras é apresentado uma revisão de literatura das principais publicações acadêmicas de circulação internacional voltadas para o campo, no que tange ao uso do termo “*spin-off* acadêmica” que quando é combinado com outras palavras tem o escopo de enfatizar os distintos aspectos da complexidade do fenômeno, como, por exemplo, *firm*, *venture*, *company*, *enterprise* e *organization* que apontam para natureza do estudo. Outros qualificadores ressaltam a natureza nascente dessas empresas como *new*, *entrepreneurial* e *start-up*.

Empresas *spin-offs* são associadas ao processo de transferência de tecnologia, inferência possível pela quantidade de negócios desta natureza existentes no Vale do Silício, grande impulsionador da prática das cisões empresariais e universitárias (DE-MOURA-FERRAZ; TEIXEIRA 2015). Já as *spin-offs* acadêmicas

são criadas a partir da propriedade intelectual desenvolvida em laboratórios nas universidades, por estudantes que desenvolvem teses, dissertações e monografias com pesquisa básica e aplicadas com a supervisão e apoio de docente, por pesquisadores e docentes experimentados em pesquisa básica e aplicada, ou ainda em disciplinas práticas de empreendedorismo ou projetos tecnológicos, as principais tecnologias exploradas nestas empresas são as de *software*, *hardware*, robótica, materiais, mecânica, semi-condutores, automação diagnósticos médicos e biotecnologia (SHANE, 2004).

Para fornecer uma estrutura conceitual, avaliemos as definições presentes na literatura de empreendedorismo acadêmico. Roberts e Marlene (1996) definem as *spin-offs* acadêmicas como um mecanismo no qual os governos buscam gerar P&D transferindo tecnologia para uma organização comercial. Na concepção de Perez e Sanchez (2003) uma *spin-off* de empreendimento acadêmico surge quando um empreendedor deixa uma organização para abrir uma empresa própria, para ser um *spin-off*, deve ser incluso o processo de transferência de direitos, por exemplo conhecimento da organização existente para à nova.

Nicolaou e Birley (2013) pontuam que *spin-offs* acadêmicas envolvem dois processos: o primeiro é o processo de transferência de tecnologia central de uma instituição acadêmica para uma nova empresa e o segundo é que os membros e fundadores podem incluir os acadêmicos inventores, mas não necessariamente e podem estar afiliadas ou não a instituição de ensino e pesquisa. Os autores apresentam uma categorização tricotômica que dividem as *spin-offs* acadêmicas como ortodoxas, híbridas e de tecnologia. Uma *spin-off* ortodoxa é aquela na qual os inventores da tecnologia e a tecnologia saem da instituição e caminham de forma independente da organização-mãe; os *spin-offs* híbridos são aqueles em que a tecnologia deriva da instituição, e que alguns inventores da tecnologia passam a atuar de forma independente e outros continuam a exercer atividades acadêmicas de tempo parcial; *spin-offs* de tecnologia são aqueles em que a tecnologia é desenvolvida na universidade, mas o inventor não participa diretamente do estabelecimento da empresa recém criada, no entanto, não invalida a possibilidade do acadêmico de oferecer consultorias.

As empresas *spin-offs* são chamadas acadêmicas quando vinculadas a instituições de ciência e tecnologia. Estas corporações vêm recebendo crescente atenção da academia, governos e formuladores de políticas públicas, já que são

importantes fomentadoras da inovação, aliados da produtividade e criatividade da pesquisa universitária, mas também pela geração de renda e empregos nas economias regionais a partir de resultados de pesquisas, visto que exercem impactos positivos nos processos de mudança tecnológica. As *spin-offs* de origem acadêmica são empresas criadas para comercializar invenções e descobertas científicas realizadas nos laboratórios da universidade, encontrando aplicações apropriadas ou contribuindo para esculpir um mercado inteiro, novo. Este arquétipo empresarial tem como missão exercer interseção entre a pesquisa gerada na academia e a indústria. Essa meta requer a implementação de diversas atividades voltadas para integração de recursos tecnológicos e estratégias de gestão, para evoluir a tecnologia com o intuito de disponibilizá-la ao mercado, tais atividades buscam avaliar o impacto tecnológico em processo e/ou produtos, realizar a análise mercadológica, definir modelos de negócios adequados, criar e desenvolver redes com os *stakeholders*, adotar rotinas e processos de mercado (HUYNH *et al.*, 2017; O'SHEA; CHUGH; ALLEN, 2008).

Por apresentar ênfase ao processo de criação de uma nova organização, o termo "*spin-off*" apresenta referência a empreendimentos que estão em processo de formação (e.g. CLARYSSE *et al.*, 2007; MUSTAR; WRIGHT; CLARRYSSSE, 2008; ROTHARMEL; AGUNG; JIANG, 2007), bem como estudos acerca do fenômeno buscam compreender aspectos, que antecedem e acompanham o processo de cisão destas empresas, como organizacionais e de recursos humanos da universidade, o estabelecimento de vínculos entre as atividades dos *spin-offs* acadêmicas e o financiamento da pesquisa, a qualidade dos pesquisadores, a natureza da pesquisa dentro da universidade e a presença de incubadoras de tecnologia e escritórios de transferência de tecnologia (HUYNH *et al.*, 2017; O'SHEA; CHUCH; ALLEN, 2008; SHANE, 2004).

Quatro entidades principais são envolvidas no processo de *spin-offs* acadêmicas: (1) o originador da tecnologia, o pesquisador ou organização responsável por trazer a tecnologia da pesquisa básica através das etapas do processo de desenvolvimento da inovação até o ponto em que a tecnologia está madura para transferência; (2) a organização-mãe que abriga a organização no processo de pesquisa e desenvolvimento comercial centrado na tecnologia; (3) os empreendedores que juntamente com o originador, também um empreendedor, cria um novo empreendimento e (4) o investidor de capital de risco que fornece apoio

financeiro para a nova empresa em troca de uma fatia dos lucros e benefícios gerados pela nova empresa (ROBERTS; MALONET, 1996).

A tecnologia apresenta um papel preponderante na criação de uma *spin-off* acadêmica. Embora, a maioria das tecnologias desenvolvidas pelas universidades seja explorada por empresas já estabelecidas no mercado, uma vez que estas têm conhecimento de mercado, relacionamento com clientes, sistemas de distribuição e produtos relacionados em seu portfólio de vendas amadurecidos, os quais facilitam a criação e venda de novos produtos e serviços tecnológicos, estas empresas, logo, podem ganhar dinheiro comercializando tecnologias distintas o que não justifica a criação de uma nova companhia. Normalmente, as *spin-offs* acadêmicas são desenvolvidas a partir de tecnologias que apresentam características peculiares, logo estas inovações são, predominantemente, mais radicais do que incrementais e o conhecimento para seu desenvolvimento é mais tácito do que codificado por parte do inventor da tecnologia. Outros fatores que levam a exploração das invenções por meio de *spin-offs* podem ser citados, como quando a tecnologia encontra-se em estágios iniciais de desenvolvimento; quando a tecnologia é mais abrangente e tem potencial para ser explorada em diversos setores, quando a pesquisa tem elevado potencial de retorno; quando a tecnologia é um avanço significativo em um campo científico e tem potencial de grande retorno econômico; quando a tecnologia tem forte proteção intelectual o que garante vantagem competitiva para criação de uma nova empresa; ou ainda pela possibilidade de desfrutar mais facilmente de financiamento o que torna a constituição de uma nova empresa mais viável (SHANE, 2004).

O principal instrumento do empreendedorismo acadêmico é a criação de novas empresas. As *spin-offs* acadêmicas são categorizadas em cinco categorias nas quais o mercado parece mais acessível é para prestação de serviços de consultoria baseados em pesquisa, já que estas atividades se aproximam do trabalho do cientista-empREENDEDOR do que atividades que exijam altos investimentos como a criação de produção física de produtos, como medicamentos ou o desenvolvimento tecnológico significativo de produtos; empresas que desenvolvem produtos também fazem parte destas novas empresas; outra oportunidade mais acessível parece envolver o desenvolvimento de recursos tecnológicos e protegê-los com direitos de propriedade intelectual para que sejam vendidos e licenciados aos clientes; *startups* de software tem algo em comum com empresas que vendem e licenciam produtos com proteção de marcas e patentes dada à característica em comum de seu produto que envolve o

licenciamento de um software, mas também ocorre o processo de produção do software com custos relevantemente mais baixos do que a manufatura de produtos físicos; a rota mais exigente para empresas *spin-offs* nascentes é a criação de uma infraestrutura física para a saída de um produto proveniente de atividades de pesquisa, um exemplo frequente são as empresas que exploram recursos naturais que são mais exigidas no estabelecimento de novas infraestruturas para apoiar as tecnologias verdes, outro exemplo são as empresas de telecomunicações que exigem infraestruturas peculiares, tanto empresas de telecomunicações como as que exploram recursos naturais se desdobram de maneira sequencial, mas envolvem *loops de feedback* e retrocessos (DRUILHE; GARNSEY, 2004).

Huynh *et al.* (2017) identificam duas fases “criação” e “crescimento” para estudar a *performance* de *spin-offs* acadêmicas a partir das capacidades e *networks* das equipes da fase de criação destas empresas. A “criação” é o período até a incorporação e inclui geração de ideias, “prova de conceito”, estabelecimento de planos de negócios para a comercialização e a formação de uma equipe encarregada de sua execução. A fase de “crescimento” é o período após a incorporação que vê a introdução de produtos e serviços e sua subsequente entrada e posicionamento no mercado.

Clarysse e Moray (2004) trazem em seu artigo a análise das quatro fases de desenvolvimento de *spin-offs* acadêmicas nas quais o projeto campeão e a equipe fundadora coexistem e se relacionam durante o processo de desenvolvimento do negócio, os autores analisam o desenvolvimento do empreendimento do ponto de vista de seu ciclo de vida. Na primeira etapa da empresa nascente é a fase que está relacionada à fase de ideia, na qual existem técnicos envolvidos e um líder responsável pelo projeto, planejamento e redação da proposta. A segunda etapa é a de *pré-startup*, leiamos, *pré-spin-off* acadêmica, nesta etapa é introduzida a decisão real de se desmembrar da universidade; o líder do projeto provou que é possível a execução e busca assessoria para construir um plano de negócios e para montar a equipe para conduzir a ideia até o final. Entre a segunda e a terceira etapas ocorre a legalização da empresa. Na terceira etapa normalmente a empresa demanda por um gestor profissional, dada a compreensão pela equipe de que o gerente do projeto campeão, pesquisador, normalmente não é dotado de capacidade de conduzir a empresa no mercado competitivo, esta etapa é chamada de fase de startup, de *spin-off* acadêmica. A fase de *pós-startup* ou de *pós-spin-off* acadêmica é desencadeada

por rápidas evoluções tecnológicas, nesta etapa que se caracteriza por ganhar foco estratégico e profissionalização da equipe da organização.

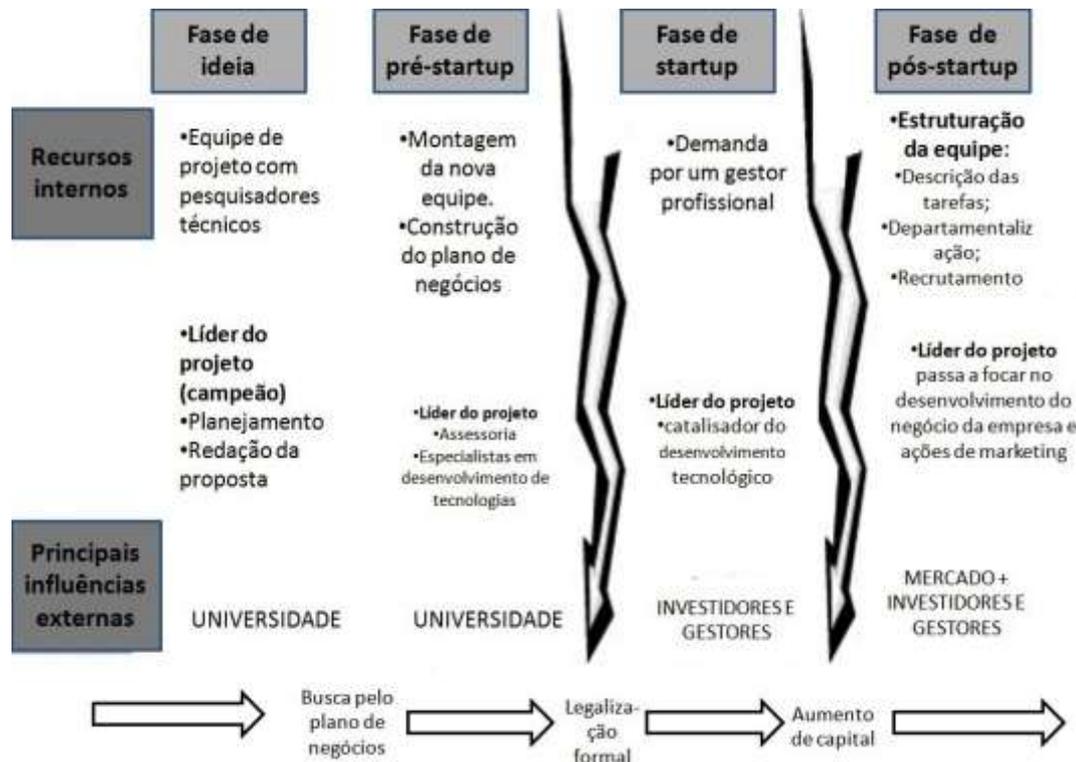
Para o propósito deste trabalho será utilizado a compreensão de fases do ciclo de vida dos *spin-offs* acadêmicas (e.g. CLARYSSE; MORAY, 2004; HUYNH *et al.*, 2017) para que seja atingido o propósito deste estudo. As organizações aqui estudadas serão chamadas de *spin-offs* acadêmicas em potencial. Entende-se por *spin-off* acadêmica em potencial aquela que se encontra entre o período que se inicia na fase de ideia do projeto tecnológico, passando pelo processo de formação de equipes, legalização da empresa até o momento em que a *spin-off* deixa a universidade. A escolha de estudar *spin-offs* acadêmicas em potencial que ainda se encontram em meio universitário é dada pelas condições fundamentais para o desenvolvimento destas empresas que as universidades e os institutos de pesquisa ofertam.

Muitos países interessados na comercialização da pesquisa proveniente das universidades vêm investindo na reforma dos arranjos institucionais, estabelecendo escritórios de transferência de tecnologia, incubadoras, centros de empreendedorismo e fundos para fomento próprios para viabilizar o aumento do número de empresas derivadas (PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; RAMACIOTTI; RIZZO, 2015; RASMUSSEN; BORCH, 2010).

A universidade auxilia a transformação de *spin-offs* acadêmicas potenciais em *spin-offs* consolidadas no mercado. Rasmussen e Wright (2015) adotam uma perspectiva do lado da demanda, para entender os desafios enfrentados pelas *spin-offs* acadêmicas, empresas baseadas em tecnologia, e identificar como as universidades podem ajudar estas empresas na fase de *startup* e desenvolvimento, identificam que tradicionalmente as universidades podem auxiliar por meio da gestão central como priorizar pesquisas de excelência com intuito de viabilizar uma maior quantidade de oportunidades de empreendedorismo; os escritórios de transferência de tecnologia, os núcleos de inovação tecnológica, devem apoiar a proteção intelectual das tecnologias, buscar ativamente a sua aplicação tecnológica e a busca de recursos para desenvolvimento do projeto; o departamento deve estimular a buscar por oportunidades comerciais em sua pesquisa, disponibilizar laboratórios para desenvolvimento de atividades operacionais por acadêmicos e auxílio para captação de recursos externos; os laboratórios e grupos de pesquisa devem incluir interesses

das indústrias e de investidores nas pesquisas, estabelecer *networking* e compartilhar redes com potenciais investidores.

Figura 4 – Desenvolvimento de uma *spin-off* acadêmica ao longo de seu ciclo de vida



Fonte: Clarysse e Moray (2004, p. 68, tradução nossa).

2.2 COEVOLUÇÃO

Lewin, Long e Carrol (1999) apresentam um estudo no qual esboçam as relações entre organizações e ambiente, nesta contribuição consideram que organizações, suas populações e ambientes são resultados interdependentes de ações gerenciais, influências institucionais e mudanças que ocorrem fora da organização, como mudanças tecnológicas, sociopolíticas e outros fenômenos ambientais. Além disso, explicam que as adaptações estratégicas e organizacionais da empresa coevoluem com mudanças no ambiente e nas pessoas da organização; e formas organizacionais podem sofrer mudanças e emergir da população existente de organizações. Coevolução é explicada como um processo recursivo entre firma, indústria, ambiente institucional e extrainstitucional, de modo que a firma e a indústria coevoluem em seus processos internos da firma e as dinâmicas competitivas da

indústria, do mesmo modo existe uma relação entre a firma, indústria e o ambiente, colocando que o ambiente institucional e extrainstitucional impactam as ações das firmas e da indústria.

Rosenkopf e Nekar (1999) enfatizam a importância dos efeitos coevolutivos dentro e entre os níveis de hierarquia e propõem três níveis de análise nos quais a evolução tecnológica é observada. No primeiro nível ocorrem às interações entre empresas que levam ao desenvolvimento de modelos padronizados a serem seguidas pela indústria, neste nível as forças institucionais e competitivas são atuantes. No segundo nível as relações dos atores dentro da organização ocorrem, nas quais indivíduos e departamentos se integram no intuito de produzir produtos e serviços, neste nível a evolução é influenciada por decisões dos gestores, e pela estrutura e cultura organizacional. No terceiro nível, as cooperações específicas entre componentes externas à empresa aparecem nas interações entre indivíduos e grupos concentrados no desenvolvimento de ideias e levam a criação de conhecimento de pesquisa básica, alicerçando a base para futuros produtos.

Jenkin e Floyd (2001) apresentam em seu estudo utilizando os níveis de análise proposto por Rosenkopf e Nekar (1999) com o objetivo de compreender as forças evolutivas que contribuem para o surgimento e sobrevivência de projetos dominantes realizam um conjunto de previsões sobre as relações entre transferência de tecnologia, coevolução e o surgimento de projetos dominantes. A partir desta ótica concluíram que quando os custos e a dificuldade associados ao processo de transferência de conhecimento entre empresas são baixos a transparência tecnológica é alta, as tecnologias tendem a coevoluir entre empresas, levando ao desenvolvimento de tecnologias complementares e aumentando a probabilidade de domínio da indústria. Quando a transparência é baixa, as tecnologias tendem a coevoluir entre as funções dentro da empresa, os concorrentes tendem a desenvolver tecnologias semelhantes/concorrentes, aumentando a probabilidade de domínio da tecnologia dentro da empresa.

Dieleman e Sachs (2008) abalizam que a teoria da coevolução trata dos padrões de interações bidirecionais e de longo prazo entre as empresas e seu ambiente, abrangendo tanto a adaptação das organizações as mudanças externas ocorridas como também a influência das organizações em aspectos institucionais. As estruturas coevolutivas também foram aplicadas com sucesso para desenvolver conhecimento da evolução industrial, de tecnologias e organizações. No que se trata

da relação com políticas os autores mencionam que, sobretudo em países em desenvolvimento as instituições são mais fracas e a riqueza é concentrada nas mãos de grupos empresariais que, na maioria das vezes, participam de vários setores da economia doméstica. Neste cenário, é comum que estas empresas participem das instituições nacionais tornando as relações entre os atores políticos e empresários confortáveis e aumentando a influência destes empresários nos processos decisórios governamentais. A atuação onipresente de atores empresariais, bem articulados e instituições são condições que podem facilitar a relação dinâmica e bidirecional de desenvolvimento de corporações e instituições.

As mudanças substanciais nas economias são resultado do processo coevolucionário entre políticas públicas/ instituições e capacidades tecnológicas, nas quais as mudanças qualitativas nas economias são advindas do processo de evolução no nível micro entre empresas e instituições ou nas trajetórias de políticas públicas e instituições. Para indústrias nascentes, estas mudanças ocorrem pela coevolução entre setor e os objetivos das políticas governamentais, sobretudo de indústrias ainda pouco evoluídas (AVNIMELECH; TEUBAL, 2008; CÂMARA; BRASIL, 2015; SAVIOTTI; PYKA, 2004).

Segundo a perspectiva de Rodrigues e Child (2008) acerca do processo coevolutivo existe uma relação de interdependência contínua entre os ambientes micro e macro nos quais as organizações, suas populações e ambientes apresentam resultados interdependentes a partir de ações administrativas, influências institucionais e mudanças extrainstitucionais. O que se percebe é uma dinâmica na qual as mudanças setoriais e o desempenho organizacional condicionam as mudanças no ambiente político, regulatório e econômico, que por sua vez é influenciado pelo desempenho organizacional e inovador das organizações.

Os autores convergem compreendendo que os processos apresentados pelos modelos coevolutivos apresentam a premissa de que os fatores de adaptação e seleção devem ser considerados como forças interrelacionadas e não ortogonais. Dessa forma, é possível compreender que as organizações estão sujeitas à evolução das políticas públicas e, ao mesmo tempo, seus atores, são dotados de autonomia para participar e influenciar o processo de evolução destas que cooperam para que a organização caminhe para consecução de seus projetos tecnológicos, outra compreensão a salientar é que as mudanças tecnológicas que possibilitam o sucesso da organização derivará da habilidade do seu gestor de impulsioná-la a adaptar-se e

a aprender, e isto deriva da qualidade dos recursos disponíveis para organização e das possibilidades de interações em organizações em processos de transferência de tecnologia e desenvolvimento conjunto de atividades que cooperem para o fomento de processo de aprendizagem mútuos (DIELEMAN; SACHS, 2008; JENKIN; FLOY, 2001; RODRIGUES; CHILD, 2008).

No cenário brasileiro, Dantas e Bell (2011) buscaram abordar as questões coevolucionárias entre capacidades tecnológicas da Petrobras, a companhia petrolífera brasileira, no período de quatro décadas, e a formação de redes de aprendizado e conhecimento, o estudo concluiu quando do aumento das capacidades da empresa ocorria mais entrantes ingressavam no processo de redes de conhecimento e estas auxiliaram na evolução dos níveis de aprendizagem tecnológica.

Os conceitos de coevolução apresentam a relação de que políticas públicas e aprendizagem tecnológica relacionam-se mutuamente com a evolução tecnológica das empresas, dentre estes estudos, é possível perceber destacadamente que as políticas públicas relacionadas a fomento da inovação - recebem destaque nos estudos e são elementos essenciais para o processo de desenvolvimento de tecnologias, sobretudo no contexto de *spin-offs* acadêmicas, que são caracterizadas por ser empresas com produtos altamente inovadores o que implica na necessidade de financiamentos elevados, o que faz com que a empresa tenha que recorrer a fontes de financiamento e subsídios públicos para iniciar os seus negócios - em conjunto com estudos sobre sistemas regionais, nacionais e setoriais de inovação, bem como a diversidade das instituições que oferecem suporte as empresas que coexistem nestes ambientes para o processo de transferência de conhecimento e aprendizagem organizacional, como por exemplo, laboratórios de universidades, centros de pesquisa, incubadora, parques tecnológicos e associações empresariais.

2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO

As políticas públicas de inovação podem ser distinguidas de três maneiras principais: as políticas de orientadas para missão que buscam fornecer novas soluções, que sejam aplicáveis na prática para que solucionem as demandas das agendas políticas, tais políticas ao serem construídas devem abarcar todas as etapas do processo de inovação, por exemplo políticas de apoio à inovação em tecnologia

militar e outras atividades de importância vital para o Estado, como agricultura e as políticas voltadas para invenção que têm foco mais restrito e voltado para etapa de P&D/invenção e deixam a possível exploração e difusão da invenção como papel do mercado, estas políticas foram mais utilizadas após a segunda guerra mundial, alimentadas pela crença entre os formuladores de políticas sobre os benefícios dos avanços da ciência e da tecnologia para sociedade, acarretando na criação de conselhos técnicos de pesquisa para fomentar organizações públicas e empresas. Tais políticas surgiram após a segunda guerra mundial no intuito de buscar se justificar nas falhas mercadológicas e proporcionar a criação de conhecimento com o intuito de trazer benefícios para sociedade, uma vez que tais conhecimentos gerados são difíceis de serem apropriados, inviabilizando investimentos privados, então para dar suporte à produção intelectual na qual futuras inovações serão baseadas são necessários investimentos públicos em universidades e centros de pesquisa, outra maneira de promover tais políticas é o subsídio de P&D em empresas privadas e o fortalecimento da propriedade intelectual nas instituições públicas (EDLER; FAGERBERG, 2017).

Além destas apresentadas existem as políticas orientadas para o sistema que têm foco no sistema e buscam a interação entre as diferentes partes destes com o intuito de apoiar as empresas e os vários tipos de organizações públicas voltadas para pesquisa, outrora tal política era considerada como política de pesquisa e desenvolvimento, pesquisa ou política científica; as políticas orientadas ao sistema, têm origem recente e são voltadas ao sistema, buscando interação entre as diferentes partes para melhora das capacidades dos atores que participam do sistema, tais políticas têm o nível do sistema como foco e estão relacionadas com o surgimento da abordagem do sistema nacional de inovação por volta da década de 90 e sua subsequente adoção pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em assessoria e avaliação de políticas. Este tipo de política considera os distintos fatores para uma inovação bem sucedida, como conhecimentos, habilidades, recursos financeiros e demanda, no entanto o estado deve se preocupar em identificar e corrigir tais problemas sistêmicos, bem como responsabilidades pelos diferentes componentes do sistema, integrando-os de maneira holística, voltando políticas e ministérios que cuidam da criação de conhecimento, produção de habilidades e finanças públicas para promoção da inovação (EDLER; FAGERBERG, 2017).

Assim, é perceptível que as políticas de inovação atuam de diferentes maneiras e se instrumentalizam de forma diferente com relação a evolução no tempo, estas são introduzidas em vários momentos, com motivações distintas e usando uma variedade de rótulos, incluindo a terminologia políticas de inovação, muito do que hoje chamamos de políticas de inovação já receberam o nome de política industrial, científica, de pesquisa ou de tecnologia (EDLER; FAGERBERG, 2017).

As políticas nacionais de financiamento a inovação do Brasil têm três vetores básicos que é o MCTIC (Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações); sua agência de inovação (FINEP) que opera com o financiamento de empresas e instituições de pesquisa e o CNPq que é a agência de fomento que atua concedendo bolsas para pesquisadores e estudantes. O segundo vetor importante é o Ministério da Economia que englobam as pastas governamentais de Indústria, Comércio Exterior e Serviços. MDIC e suas agências BNDES e ABDI e o terceiro é MEC e a Capes, esta tem como objetivo apoiar, financiar e avaliar a educação superior. E as principais formas de apoio que se dão de três formas: a) a infraestrutura de C&T, b) o apoio direto na forma de empréstimos em condições melhores que as de mercado ou subvenções e c) o apoio na forma de incentivos fiscais (ARAÚJO, 2012).

O Ceará conta com a participação ativa do fomento da Funcap que é uma agência de fomento regional que tem o objetivo estimular o desenvolvimento científico e tecnológico, por meio do incentivo à pesquisa, à capacitação de profissionais, do fomento tecnológico e da difusão de conhecimentos produzidos. A Embrapii (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial) atua na cooperação de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas tendo como foco as demandas empresariais e como alvo o compartilhamento de risco na fase pré-competitiva da inovação, construindo polos de inovação como do IFCE em Fortaleza que atua na área de sistemas embarcado e mobilidade digital e com o financiamento de projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico, consultoria e assessoria técnica, bem como formação de parcerias com empresas em projetos tecnológicos (EMBRAPII, 2019).

Os centros de P&D cearenses atuam incentivando à formação intelectual e contribuem continuamente com o melhoramento dos setores estratégicos do estado com o Instituto Atlântico que atua no setor de telecomunicações e tecnologia da informação; a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) que atua na

produção de conhecimento científico e desenvolvimento de técnicas de produção para a agricultura e a pecuária brasileira; o ITIC (Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação) que desenvolve pesquisa nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação e foi fundado por meio de parceria com empresas, governo do estado e universidades e o Renorbio que estimula a participação e inserção do Brasil na utilização de biociência para reduzir a fome e minimizar a problemas de saúde pública, especialmente no caso da mortalidade infantil (SECITECE, 2019).

Programas como os corredores digitais que se constitui num programa integrado de capacitação, mentoria, *networking*, aceleração e prêmios, realizado pela SECITECE (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Superior) e o Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) e espaços *coworking* públicos como o CriarCe que tem o objetivo de fomentar a inovação por meio da cessão de espaço e curso e oficinas voltadas a vocação empreendedora (SECITECE, 2019).

A utilização de políticas públicas de apoio requer que os governos sejam eficazes na identificação de casos, que justifiquem a elaboração de instrumentos eficazes e a implantação destes instrumentos. O que se pode perceber é que em termos práticos os governos podem falhar em todos os três casos, o maior problema político é compreender o tamanho do fracasso governamental na correção de falhas de mercado de conhecimento. A política de subsídios deve ser preparada para evitar o apoio à ineficiência, tornando as empresas reféns da própria escolha de se comportar estrategicamente voltadas a realizar subinvestimentos insignificantes na evolução de suas tecnologias para ganhar subsídios e mais subsídios. Desse modo, o governo deve se valer de estratégias eficazes para retirar este tipo de comportamento do meio de processos de investimentos bem sucedidos (HOEKMAN; JAVORCIK, 2006).

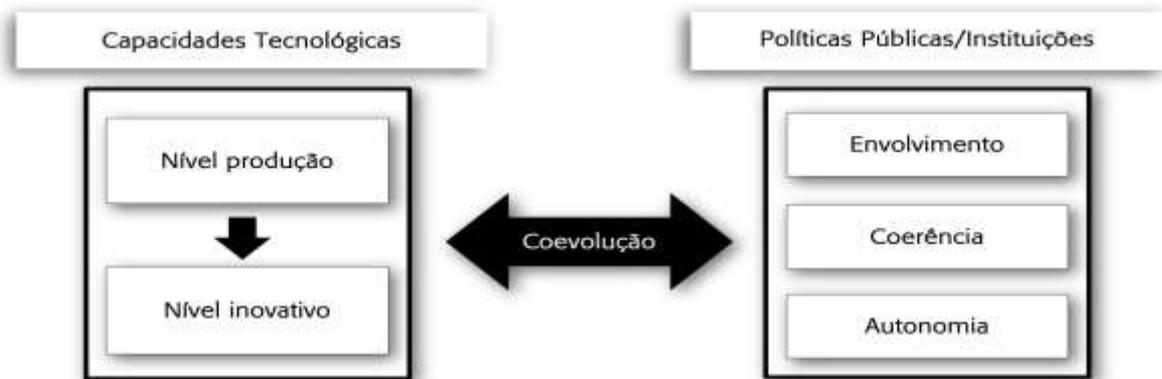
Nesse sentido, o estudo de Rodrik (1993) que aborda o contexto de economias emergentes, inclusive o Brasil e Coréia do Sul, aponta para o programa político de destaque de subsídios a exportação, altamente complexo, sujeitos as características das empresas, fortemente influenciados por burocratas com fortes poderes discricionários e com estreita interação entre burocratas e empresas. Na visão do autor, para caracterizar políticas dois princípios são norteadores da eficácia das diretrizes estatais, a falha destes compromete o desempenho da política, então, a autonomia do Estado e a coerência de políticas são os norteadores para se driblar

os problemas de descontinuidade de políticas públicas. Ainda segundo Rodrik (1993) o princípio de autonomia do estado se refere ao grau em que o Estado e o aparato administrativo, a rigor as ferramentas legislativas e as instituições de execução das políticas, de uma sociedade estão isolados de interesses particulares e, conseqüentemente, podem exercer disciplina sobre eles. A coerência das políticas públicas são os conjuntos de políticas públicas claramente articuladas, estáveis e sem conflito de prioridades. Quando uma política pública é formulada e implantada com coerência mesmo com menores graus de autonomia pode ter relativo sucesso. O Estado deve buscar autonomia suficiente para não ceder a grupos de influenciadores, digo lobistas, esquivando-se do papel de buscar o bem-estar coletivo.

Evans (1995) entende que a autonomia do estado concretiza as relações estruturais que estão por trás do desenvolvimento das indústrias, no entanto, estados consolidados por meio de políticas que agreguem autonomia e coerência são fundamentos para que as empresas se envolvam no processo da construção política. A presença de um conjunto concreto de conexões entre o Estado e os grupos sociais de maneira que trabalhem em projetos de comum interesse é definido como envolvimento. Para o autor, a autonomia associada ao envolvimento é força que proporciona a eficácia das políticas públicas. A parceria proporciona a troca de informações e canais pelos quais as políticas tendem a ter maior eficiência e eficácia.

Câmara e Brasil (2015) ao discutirem os processos de coevolução de políticas públicas/instituições e das capacidades tecnológicas da Petrobras Biocombustível, apresentando um *framework* analítico no qual buscam explicar a relação de coevolução das capacidades tecnológicas influenciadas pelas políticas públicas/instituições voltadas para o setor. No referido trabalho foi abordado a perspectiva da acumulação de capacidades tecnológicas de *latecomer firms* de economias em desenvolvimento e sua dinâmica de evolução e políticas públicas com base na perspectiva de interação contínua e sob influência mútua ao longo do tempo conforme as dimensões de envolvimento, coerência e autonomia.

Figura 5 – Framework analítico de coevolução de capacidades tecnológicas e políticas públicas/instituições



Fonte: Câmara e Brasil (2015, p. 6).

2.3.1 Políticas de inovação de colaboração e aprendizado

As atuais políticas públicas são norteadas por distintos aspectos que dialogam entre si com o intuito de apresentar resposta as demandas das organizações que enfrentam forte concorrência e participam de interações que ocorrem em escala mundial para se manterem competitivas, acelerando mudanças no processo de pesquisa e produção. Com vistas é possível perceber que as políticas são influenciadas pelas relações propostas pelas interações coevolutivas entre organizações e ambientes (LEWIN, LONG E CARROL, 1999).

Os trabalhos seminais caracterizaram o SNI a partir de instituições e suas interações no sistema em países com bom desenvolvimento econômico como os membros da OCDE. Foram identificados nesta literatura em primeiro plano as agências de apoio à inovação e outras ações dos governos por meio de regulamentação, padronização, parcerias público-privadas e financiamento em pesquisa básica; em segundo plano foram identificados setores e indústrias geradoras de inovações por meio de P&D; em terceiro as universidades geradoras de pesquisa básica e formadora de capital intelectual de alto nível e outras instituições que promovem a atividades educacionais. As interações e a variedade de vínculos que ocorrem dentro e entre estas instituições facilitam o compartilhamento de informações levando ao acúmulo de conhecimento e aprendizagem coletiva que gera a inovação como um processo que não necessariamente apresenta linearidade e *feedback* entre os atores e instituições, acerca do estágio da invenção, pesquisa, desenvolvimento e comercialização, estando o conceito de SNI caracterizado pela ênfase de natureza

evolutiva (NELSON; WINTER, 1982; FREEMAN, 1995). Nos primeiros trabalhos as empresas foram situadas como elementos centrais do SNI, no entanto, com o surgimento de conceitos como Tripla Hélice, foi colocado mais ênfase na importância das universidades como centros para a realização de pesquisas no país, bem como destacando a relação entre universidades e indústrias, sendo a função de pesquisa básica das universidades deslocada para uma busca mais focada em resultados práticos. (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; LUNDVALL, 2007).

Nesse sentido, uma vertente da literatura colocou os intermediários facilitadores dos fluxos de conhecimento entre formuladores e inovadores, os intermediários são conselhos de pesquisa, vários órgãos de financiamento e universidades. Os intermediários têm a função de coletar e trocar informações sobre tecnologias atuais e emergentes, novos produtos e processos, mudanças de legislação e possíveis entrantes no mercado e parceiros com os demais integrantes das redes; contribuir com a construção e desenvolvimento da rede, promovendo reuniões, e organizando a rede com o objetivo de facilitar a transferência de tecnologia e ajudar na gestão e desenvolvimento dos relacionamentos, facilitando a cooperação (CASH, 2001; KELLY, 2003; HOWELLS, 2006; LUUKKONEN, 2005).

As incubadoras de empresas são responsáveis por promover atividades que alimentam ideias comerciais, permitindo que os produtos tornem-se mais comercializáveis. Estas instituições estão ligadas a auxiliar a superação de falhas, que são muitas vezes associadas a empresas recém-criadas. Além da oferta de escritórios e instalações compartilhadas. As incubadoras oferecem serviços intangíveis, como cursos, treinamentos, *mentoring* e *coaching* de negócios, acesso ao capital e uma gama de serviços profissionais com redes tornando parte de sua oferta, auxiliando o crescimento de pequenos negócios. As universidades têm, cada vez mais, investindo em incubadoras de base universitária como maneira de responder as políticas empreendedoras do estado e a necessidade crescentes de universidades em envolverem e oferecerem ferramentas eficazes para estimular e apoiar a inovação regional e o crescimento econômico (SOETANTO; JACK, 2016).

Os NITs fazem parte do desenvolvimento de políticas públicas, dada a sua função de melhorar os laços universitários e comerciais com a indústria, os escritórios de transferência de tecnologia são importantes vetores para criação de empresas *spin-offs* acadêmicas em ICTs, os NITs são facilitadores do processo de difusão tecnológica da pesquisa universitária para indústria, gestão e valorização da

propriedade intelectual da universidade e cooperando para que pesquisadores na disseminação de resultados de pesquisa para o bem público, além de assumirem o papel importante de principal tomador de decisões enquanto avaliam a invenção, realizam arranjos para proteção da propriedade intelectual da tecnologia e direcionam os empreendedores para os capitalistas de risco e estabelecem a sua representação em conselhos de administração de empresas (O'SHEA; CHUGH; ALLEN, 2008).

Bell e Pavitt (1995) citam a infraestrutura tecnológica e de inovação que são universidades, incubadoras de empresas, parques tecnológicos, grupos de pesquisa em ICTs, redes de pesquisa, centros de P&D, NITs e programas robustos de estímulo ao empreendedorismo, consultorias e banco de dados que contribuem para o processo inovador. Conforme Figueiredo (2004) é ponto comum em documentos de política tecnológica no Brasil a recomendação do fortalecimento de vínculos de colaboração entre empresas e a infraestrutura de tecnologia e inovação, suscitando um maior ajuste entre os atores que compõem os sistemas locais e/ou nacional de inovação. Além da infraestrutura tecnológica que compõem as políticas públicas de aprendizado e colaboração podemos resumir que os serviços de fomento a colaboração e aprendizagem identificados abrangem programas integrados para promoção de novas *startups* e novas empresas com estratégias de inovação aberta, incubadoras, parques tecnológicos e aceleradoras, com espaços *coworking*; programas de mentoria e serviços que facilitam o acesso ao financiamento, capacitação empresarial, transferência tecnológica.

2.3.2 Políticas públicas de inovação com relação a incentivos fiscais, estruturação e regulação

No estudo de Arocena e Sutz (2000) sobre os SNI na América Latina, apontam que os países em desenvolvimento têm competências tecnológicas específicas e de destaque em múltiplos setores que operam isoladamente, sendo fácil criar organizações para promover a inovação, mas difícil de fazê-las funcionar como pontes entre pessoas. Os autores consideram ainda o grau de maturidade da indústria como fator que não deve ser desconsiderado, visto que as indústrias destes países são menos desenvolvidas e menos orientadas para tecnologia, dificultando a aplicação do conceito de SNI como ferramenta estratégica de desenvolvimento. Uma vez que, conforme Rosenkopf e Nekar (1999) o processo de coevolução das firmas

depende das interações das empresas apresentando, já que as firmas estabelecidas apresentam os padrões do caminho de dependência que as demais seguirão no desenvolvimento tecnológico.

Países que têm alcançado relativo sucesso e que têm obtido e sustentado taxas significativas de crescimento e de desenvolvimento industrial e econômico apontam para uma explícita estratégia industrial, buscando o desenvolvimento tecnológico, contribuindo com os objetivos das políticas macroeconômicas, ao invés de voltar atenções apenas para aspectos monetários, fiscais e cambiais, buscam valorizar de maneira semelhante às estratégias de desenvolvimento industrial e tecnológico, alinhadas com as políticas macroeconômicas (FIGUEIREDO, 2004). A literatura de inovação de países em desenvolvimento busca entender de maneira geral quais os efeitos das políticas públicas e das instituições, sobretudo de fomento, sobre as empresas e suas trajetórias tecnológicas, sendo assim, é razoável pontuar que essas políticas/ instituições e suas relações com as empresas das economias emergentes têm uma intensidade maior, sobretudo em indústrias nascentes (LALL, 2013).

Na conjuntura brasileira o ambiente de negócios nos quais as políticas públicas de inovação fornecem estrutura para viabilizar empreendimentos de base tecnológica tem aumentado, nos últimos dez anos, este repertório de apoio às empresas vem promovendo processos de sinergia entre os atores públicos e também privados que compõem o ecossistema brasileiro, tornando mais complexo e rico na medida em que ocorrem mudanças legislativas facilitam os processos de interação e estruturam incentivos para o desenvolvimento de negócios, como por exemplo, a lei de bem, a lei de informática e a lei de inovação.

Na conjuntura brasileira, apesar dos resultados ainda não serem graúdos, algumas iniciativas governamentais concretas que apoiam este tipo de *spin-off* já podem ser percebidas com a criação da Lei nº 10.973 de 2004, conhecida como “Lei da Inovação” e a Lei nº 11196 de 2005, conhecida como Lei do Bem. O Brasil investe, conforme dados do Banco Mundial de 2016, e vem aumentando os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação, saindo 1% do PIB para 1,15% em 2012, sendo o maior investimento da América Latina no ano referido, porém aquém dos maiores investidores, como (4,1%), Coréia (4,03%), Finlândia (3,64%) e Japão (3,8%). Apesar do país não conseguir romper a barreira de desenvolvimento intermediário que se encontra tem um arcabouço regulatório para o desenvolvimento setorial, por exemplo,

Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), e outros fundos setoriais financiados por impostos e contribuições de intervenção no domínio econômico e, ademais, extenso parque de instituições tradicionais (NAZARENO, 2016).

A regulamentação da Lei da Inovação em 2005 buscou criar um ambiente propício a parcerias entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas; incentivar a participação de institutos de pesquisa no processo de inovação; potencializar os investimentos em empresas e universidades; contribuir com a evolução tecnológica dos produtos do país; possibilitar a adoção de invenções para desenvolvimento tecnológico e comercialização. Ademais, define incentivos fiscais; dá suporte a criação de ambientes de participação e cooperação; traz dinâmica para as relações trabalhistas nas instituições científicas e tecnológicas e estabelece os regimes de comercialização para as inovações geradas nestas instituições, e exploradas comercialmente por meio de *spin-offs* acadêmicas, por exemplo (KRUGLIANSKAS; MATIAS-PEREIRA, 2005; MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005).

A lei 11.196 de 2005, Lei do Bem, trata da concessão de incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizam pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica. Os incentivos vão desde as deduções de impostos no período de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia até a redução de impostos, depreciação integral de maquinários no ano da aquisição, amortização acelerada em bens intangíveis vinculados ao processo de evolução da tecnologia e apurações alocadas em montantes não reembolsáveis de empréstimos dados por órgãos ou entidades do Poder Público. Lopes e Beuren (2016) buscando evidências, na perspectiva da Lei do Bem, da Inovação no Relatório da Administração de empresas brasileiras concluíram que as empresas multissetoriais analisadas podem ser consideradas inovadoras, conforme o estabelecido pela Lei do Bem e o relatório entregue ao MCTI, e que evidenciaram no seu Relatório de Administração práticas de inovação. Pesquisas (e.g. CALZOLAIO; DATHEIN, 2012; ZUCOLOTO, 2010) que utilizaram dados da PINTEC oferecem resultados semelhantes, sendo os efeitos da “Lei do bem” presentes em grandes empresas que têm apuração pelo lucro real ou empresas que já inovam, sendo constatado que a lei não incentiva o início da atividade de inovação em empresas que ainda estão alheias a este processo. Calzolio e Dathein (2012) apontam

que este instrumento não é apropriado para apoiar projetos arriscados que necessitam de um aporte de capital vultoso.

Analisando as empresas beneficiárias da Lei de informática, conforme as leis 8.248 de 1991, lei 10.176 de 2001, a lei 11.077 de 2004 e a 13.023 de 2014 verifica-se que estas normatizam incentivos fiscais para empresas do setor de tecnologia, a exemplificar os de *hardware* e automação, que tenham por prática investir em Pesquisa e Desenvolvimento, para receber o incentivo o produto precisa ter um nível de nacionalização, o Processo de Produto Básico, visto que atende a produtos produzidos no país. Diegues e Roselino (2006) caracterizaram as atividades tecnológicas desenvolvidas no polo de tecnologias de informação e comunicação (TIC) da região de Campinas, identificando as interações entre agentes e instituições locais, as empresas pesquisadas destacaram o papel decisivo da Lei de informática para a região; aponta ainda a pesquisa que as atividades de importantes laboratórios, departamentos de P&D ou institutos de pesquisa vinculados às empresas de TIC locais são, em grande medida, resultado da existência de um arcabouço institucional de fomento.

Quadro 1 – Mudanças de legislação que favoreceram as atividades de fomento ao empreendedorismo e a inovação tecnológica nas ICTs

(continua)

Lei da Inovação nº 10.973/2004	Nova lei da Inovação nº 13.243/ 2016
Permite o estabelecimento de convênios de ICT's com empresas nacionais para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores.	Permite o estabelecimento de convênios de ICT's com empresas nacionais e estrangeiras para desenvolvimento de produtos e serviços e transferência e difusão de tecnologias.
Autoriza a união a ceder imóveis e participar da criação e da gestão de parques tecnológicos e incubadoras.	Autoriza os três entes da federação a ceder imóveis e participar da criação e da gestão de parques tecnológicos e incubadoras.
Permite as ICTs compartilhar instalações mediante remuneração com micro e pequenas empresas nacionais ou sem fins de lucro.	Promove a interação de centros de pesquisa e empresas estrangeiras com a ICT's e empresas brasileiras e oferecendo-lhes o acesso aos instrumentos de fomento.
A ICT transfere tecnologia e a tecnologia deveria ser explorada pela empresa escolhida.	Estabelece programas específicos das agências de fomento em três entes federativos para microempresas e para empresas de pequeno porte.
A ICT pode prestar serviços voltadas à inovação, à pesquisa científica e tecnológica a empresas no ambiente produtivo.	Permite a participação minoritária dos entes federativos no capital social de empresas de inovação.
Servidores podem receber as bolsas de estímulo a inovação das ICTs ou de fundação de apoio ou fomento.	A ICT pode compartilhar instalações sem necessidade de contrapartida financeira com qualquer tipo de empresa.

Quadro 1 – Mudanças de legislação que favoreceram as atividades de fomento ao empreendedorismo e a inovação tecnológica nas ICTs

(conclusão)

Lei da Inovação nº 10.973/2004	Nova lei da Inovação nº 13.243/ 2016
A ICT pode ceder direitos a título não oneroso da criação ao criador.	A exploração de tecnologia, pode ser feita em parceria entre a empresa e a ICT, não perdendo a condição de entidade sem finalidade lucrativa, se for o caso.
Pesquisador afastado perdia gratificações específicas de exercício de magistério (pó de giz) quando afastado em outra ICT, caso não mantivesse atividade docente.	O servidor pode receber rendimentos tributáveis pela prestação de serviços, sem incorporação de vencimentos.
NITs gerenciam as atividades de inovação dos institutos de pesquisa, dependentes da ICT.	Alunos de curso técnico, de graduação e de pós-graduação envolvidos na execução podem receber as bolsas de estímulo a inovação das ICTs ou de fundação de apoio ou fomento.
As ICTs podem receber incentivos financeiros a inovação de órgãos do governo federal.	A ICT pode ceder direitos de suas criações a terceiros mediante remuneração.
	O pesquisador, mesmo em dedicação exclusiva, poderá exercer atividade remunerada em outra ICT ou empresa para a execução de atividades de CIT, a critério da administração de origem.

Fonte: Elaborado pelo autor com base Brasil (2004; 2016).

Em agosto de 2011 o marco regulatório das atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) foi reestabelecido por meio do projeto de Lei 2.177/11 que reimpulsionou o setor de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil com o incentivo ao setor em três grandes eixos: 1) a integração de empresas privadas ao sistema público de pesquisa, 2) a simplificação de processos administrativos, de pessoal e financeiro, nas instituições públicas de pesquisa; e a descentralização do fomento ao desenvolvimento de setores de CTI nos Estados e Municípios. Com isto a Lei de Inovação 10.973 de 2004 foi reescrita observando os novos eixos de integração, simplificação e descentralização, aprimorando as regras para transferência de recursos, contratação de bens e serviços e trazendo mais maleabilidade as regras orçamentárias. Uma das maiores reestruturações do setor de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil se deu com as mudanças promovidas pela Lei 13.243 de 2016, novo marco legal da ciência, tecnologia e inovação que reforça a integração de empresas privadas ao sistema público de pesquisa; a simplificação de processos administrativos, de pessoal e financeiro, nas instituições públicas de pesquisa; e a descentralização do fomento ao desenvolvimento de setores de CTI nos Estados e Municípios (NAZARENO, 2016).

Com o objetivo do cumprimento de três objetivos de integrar, simplificar e descentralizar, outras mudanças em legislações que afetaram com maior intensidade as *spin-offs* acadêmicas foram a Lei 6815/80, Estatuto do Estrangeiro, que inclui a possibilidade de emissão de visto temporário ao pesquisador; já na lei de Licitações, Lei 8666/93, é incluída a dispensa de licitação para aquisição de produtos de CTI, limitada, no caso de serviços, a trezentos mil reais. Outras legislações sofreram alterações como a Lei de Regime diferenciado de Contratações Públicas - RDC (12.462/11), permitindo a adoção do RDC por entidades de CTI; a Lei da Contratação Temporária no Serviço Público (8.745/93) que ampliou a possibilidade de contratação temporária em instituições de CTI para incluir técnicos; a Lei das Relações Entre as Universidades (8.958/94) a qual permitiu as fundações de apoio ou aos Núcleos de Inovação Tecnológica de ICT o apoio a parques e polos tecnológicos, assim como o repasse de recursos diretamente a essas entidades. Também foram empregadas mudanças na Lei das Importações de CTI (8.010/90) que alterou de “entidades sem fins lucrativos” para “ICT” o rol de agentes habilitados a importar com isenção de impostos; na Lei Importações por Empresas (8.032/90), passando a incluir a possibilidade de isenção de impostos de importação para projetos de CTI realizados por empresas ou quando importados diretamente por pesquisadores e, sobretudo, na Lei de Plano de Carreiras das Universidades (12.772/12) que permitiu ao professor, inclusive em dedicação exclusiva, ocupar cargo de direção em fundação de apoio e ser, por isso, remunerado, permitiu a percepção de bolsa paga por fundação de apoio, IFE (Instituições Federais de Ensino) ou por organismo internacional, no regime de dedicação exclusiva, passou de 120 horas para 416 horas anuais, ou 8 horas semanais, o limite para participação em atividades de CTI externas à ICT (NAZARENO, 2016).

Foram identificadas no levantamento bibliográfico o cenário regulatório, a estruturação, a regulação e os incentivos fiscais para o desenvolvimento de atividades empreendedoras, sobretudo relativas a atividades de desenvolvimento tecnológico em ICTs a partir das mudanças no marco legal das atividades de ciência, tecnologia e inovação com o incentivo a criação e desenvolvimento de empresas de base tecnológica, bem como a legislação relacionada a incentivos fiscais e tributações especiais para empresas inovadoras.

2.3.3 Políticas públicas de inovação com relação ao acesso ao crédito

O financiamento direto em P&D na forma de crédito em condições mais favoráveis, como capital semente ou *venture capital*, projetos colaborativos com centros de pesquisa financiados direta ou indiretamente pelo Estado ou ainda a subvenção econômica destinada para projetos com alto potencial de retorno social, na qual a diferença entre taxas marginais e retorno social são amplas. Estes incentivos têm uma ampla gama de possibilidades, abrangendo desde empréstimos que apresentam condições semelhantes aos de mercado que são mais adequados para empresas que desejem promover inovações incrementais em seus negócios até a subvenção econômica que abarca na sua maioria empresas de pequeno porte, imaturas tecnologicamente e interessadas em buscar inovações de caráter mais radical e com maior risco. Ainda existem os fundos semente e *venture capital* que são destinados a empresas que estão iniciando e são de base tecnológica que podem ser apoiadas pelo suporte de incubadoras em universidades e parques tecnológicos (ARAÚJO, 2012).

Projetos de apoio financeiro concedidos na modalidade de crédito e capital de risco, e ainda os instrumentos de subvenção econômica estão presentes no Brasil e são importantes meios para aplicação de políticas em determinadas áreas e setores. A subvenção é voltada ao custeio, a fundo perdido, de atividades de PD&I em empresas. Este importante fundo é utilizado para apoiar a realização de estudos por pesquisadores e as empresas na cobertura de parte da remuneração de pesquisadores mestres, ou doutores, empregados em atividades de inovação. Esses recursos estão disponibilizados como subvenção econômica ou apoio direto a projetos de cooperação entre ICTs e empresas provenientes de diversas instituições que cooperam com a inovação, como por exemplo, o BNDES, a EMBRAPA, a EMBRAPA, INPI e o SENAI, inclusive a Finep que estabelece convênios e credencia agências de fomento regionais, estaduais e locais, bem como instituições de crédito oficiais, para a concessão dos recursos, além de definir procedimentos simplificados para a apresentação de projetos pelas empresas (MORAIS, 2008; COSTA; SZAPIRO; CASSIOLATO, 2013).

A FINEP divide seus programas de financiamento como reembolsáveis; não reembolsáveis, quando os recursos são tomados por empresas e não precisam ser devolvidos; e de investimento. Os projetos ainda são divididos em fluxo contínuo

que é o mecanismo utilizado para o atendimento de demandas induzidas ou espontâneas das empresas para seus projetos de financiamento reembolsáveis na área de inovação e chamadas públicas que são ações estruturadas com seleção por meio de um processo de competição aberto ou público. São mais frequentemente utilizados em programas de subvenção econômica e programas de apoio com recursos não reembolsáveis. Existem ainda programas de financiamento indireto que ocorrem por meio de fundos de investimentos (FINEP, 2019).

A Finep ainda divide seus programas em três grandes linhas de ação que são: os instrumentos de apoio a inovação em empresas; de apoio às instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs); de apoio à cooperação entre empresas e ICTs e outra linha menor que consiste em ações como o prêmio FINEP de inovação que reconhece e divulga esforços inovadores realizados por empresas, instituições sem fins lucrativos e inventores brasileiros; patrocínios de encontros, seminários e congressos de CT&I, publicações e feiras tecnológicas; apoio a criação de parques tecnológicos e de cooperação internacional (FINEP, 2019).

A linha de ação de apoio a empresas abrange: a) Financiamento às empresas com financiamentos reembolsáveis com encargos reduzidos para realização de projetos de PD&I; planos em conjunto com o BNDES, Ministério da Defesa e Agência Espacial Brasileira; o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, a Agência Nacional de Energia Elétrica, o Ministério da Saúde, o CNPq para apoiar setores aeroespacial, defesa, segurança, agronegócio, energia, petróleo, gás natural e saúde. b) Programas de *venture* capital em parceria com o Fundo Multilateral de Investimento do Banco Interamericano de Desenvolvimento com objetivo de prover a estruturação e consolidação da indústria de capital empreendedor no país e o desenvolvimento de empresas inovadoras. c) Apoio financeiro não reembolsável por meio de subvenção econômica com a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas, com o objetivo de compartilhar com elas os custos e riscos inerentes a atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (FINEP, 2019).

A linha de ação de apoio a ICTs utiliza financiamentos não reembolsáveis originados do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (FUNTTEL), e de convênios de cooperação com Ministérios, Órgãos e Instituições setoriais para apoiar projetos de CT&I em ICTs nacionais, além de projetos de manutenção,

atualização e modernização da infraestrutura de pesquisa de ICTs. E a linha de ação de apoio à cooperação entre empresas e ICTs, por meio do Sistema Brasileiro de Tecnologia que compreende uma parceria entre Finep, Ministério das Cidades, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, e Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro para dar suporte financeiro a projetos voltados ao fortalecimento da infraestrutura de laboratórios na área da construção civil, para apoiar as empresas do setor na adequação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575/13 (FINEP, 2019).

No contexto de *spin-offs* acadêmicas é imprescindível tratar com relevante atenção as fontes de financiamento destas corporações, já que contam com tecnologias que exigem vultosos investimentos, adiciona-se a este fator a elevada percepção de risco por parte dos credores privados, sendo primordial para estas empresas contar com financiamento e subsídios públicos, sobretudo nos primeiros anos, nos quais as tecnologias ainda são imaturas, o que dificulta o acesso a outros tipos de investimentos (FELDMAN; KLOSTEN, 2000; GREGORY *et al.*, 2005; CLARYSSE *et al.*, 2007).

Quando as empresas de origem acadêmica têm que competir com empresas estabelecidas o cenário sem o financiamento público apresenta-se muito complicado, sobretudo as que necessitam de um longo ciclo para o desenvolvimento de suas tecnologias e encontram uma forte barreira de entrada no mercado. Considerando essas condições nas diversas regiões do mundo têm se desenvolvido por meio da exploração do potencial e do êxito de EBTs de origem acadêmicas provenientes das instituições locais de excelência em ensino e pesquisa o surgimento de “tecnópolis” que vieram a emergir de lugares que possuem um ambiente propício para inovação tecnológica, impulsionado por este tipo de empreendimento (GOMES; SALERNO, 2010). De acordo com Clarysse *et al.* (2007) a propriedade intelectual dos escritórios de transferência de tecnologia em relação aos docentes aumentou, pois segundo Mowery *et al.* (2001) legislações facilitam a implantação de *spin-offs* acadêmicos pelas universidades pelo mundo, já que a maioria dos países promulgaram legislações semelhantes à Bayh-Dole, lei de emendas de patentes e marcas registradas, que concede as universidades os direitos sobre a propriedade intelectual resultante de pesquisa financiada pelo governo, por exemplo, a Inglaterra em 1985 substituindo o papel do Grupo Britânico de Tecnologia que detinha os direitos sobre as invenções no país e estimulou as universidades a patentear e comercializarem os resultados de suas pesquisas (CARREE; DELLA-MALVA;

SANTARELLI, 2014). De 2000 a 2002, a Alemanha, a Áustria e Dinamarca acabaram com os privilégios dos pesquisadores em favor da universidade com o objetivo de aumentar as fontes de financiamento universitário e aumentar o número de patentes de propriedade da universidade (DA CRUZ; DE SOUZA, 2015); na Itália, a partir de 2004, um modelo semelhante de legislação fez com que as universidades passassem a ter direito sobre invenções financiadas por fundos públicos (BALDINI, 2009).

Clarrysse *et al.* (2007) colocam outros fatores para o crescimento do número de *spin-offs* acadêmicas como a crescente pressão institucional sobre as universidades e organizações públicas de pesquisa para comercializar através de licenciamento e/ou de empresas derivadas; além disso, está a disponibilidade de fundos públicos destinados a amenizar o déficit de financiamento e conhecimento. Na França e na Suécia, o Programa Nacional de Inovação foi lançado para facilitar os empreendedores de tecnologia no início de seus negócios, as empresas derivadas que se inscrevem neste programa têm acesso a apoio ao negócio e instalações de baixo custo (JACOB; LUNDQVIST; HELLSMARK, 2003). No Brasil, o interesse pelas incubadoras e parques tecnológicos surgiu em 1984, devido à falta de uma cultura de inovação que levou aos primeiros incentivos de desenvolvimento de parques tecnológicos para a criação de incubadoras de empresas isoladas. Os primeiros empreendimentos tiveram o incentivo do CNPq e em 1987 foi criada a ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores). O fomento a inovação passou a ser mais bem articulada com políticas próprias destinadas à inovação tecnológica, a rigor a Política de Desenvolvimento Produtivo foi constituída com o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (2007-2010) e o Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos (PNI), criado em 2009 (COLLARINO; TORKOMIAN, 2015).

Projetos de financiamento pré-semente na maioria dos países europeus foram instituídos, já que as cisões universitárias sofrem de uma necessidade elevada de financiamento nas suas fases iniciais. Este tipo de investimento tem a incerteza, assimetrias de informação e custos de transação associados ao investimento em fase inicial e a atração de capital privado tende a ser bem complicado. Os governos tentaram resolver essa lacuna através de uma variedade de instrumentos de política pública, a Alemanha com os programas EXIST e BIOREGIO, o Reino Unido com o University Challenge Fund, na França e na Bélgica foi lançado programas pré-semente e foram abertos editais para criação de *startups* inovadoras, o que provocou

um aumento considerável destas empresas na Europa e tornaram-se fonte fundamental de financiamento destas firmas (WRIGHT; LOCKETT; BINKS, 2006). No Brasil, o governo incluiu a promoção da Ciência, da Tecnologia e da Inovação (CT&I) entre as "diretrizes estratégicas" do Plano Plurianual 2016-2019 que contempla como objetivo estratégico a promoção da ciência, da tecnologia e da inovação e o estímulo ao desenvolvimento produtivo, com ampliação da produtividade, da competitividade e da sustentabilidade da economia. Sendo assim, o Brasil desenvolveu alguns programas de apoio financeiro a programas como o Projeto Inovar, nas modalidades fundos de venture capital e de capital semente e Venture Forum Finep, como apresenta o trabalho técnico de Moraes (2008), realizados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações que a partir do novo marco regulatório, implementou diversos programas de apoio financeiro em prol do fomento tecnológico em conjunto com outras agências públicas de fomento.

Foram identificadas na revisão de literatura acerca dos instrumentos de crédito da inovação projetos em programas de financiamento de empresas por meio de programas integrados com desenvolvimento de atividades de mentoria, *coaching*, prêmios e treinamentos diversos; e duas outras formas de investimento que consiste em investimento em capital semente *ou venture capital* que são investimentos concedidos em fases iniciais da empresa que variam entre o projeto e início da estruturação empresarial reembolsável ou não e o investimento de capital e financiamentos a taxas de juros subsidiadas.

2.4. APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

Conforme Lundvall e Johnson (1994) na "Economia do Aprendizado" o conhecimento e o aprendizado passam a ter papel fundamental na mudança e no crescimento econômico, as novas combinações de conhecimentos associados a um novo know-how permitem novas formas de produção que derivam em novos produtos e processos. Em um mundo em que mercados, produtos, tecnologias, concorrentes, regulamentos e até mesmo sociedades mudam rapidamente. A vantagem competitiva de uma organização depende cada vez mais de seus ativos "intangíveis baseados no conhecimento", como *know-how* tecnológico e entendimento de clientes (NONAKA; TAKEUCHI; UMEMOTO, 1996). Contribui Grant (1996) com a visão baseada no

conhecimento que a vantagem competitiva de uma empresa está enraizada em seu próprio conhecimento e naqueles que ela pode obter.

As empresas quando inovadoras, não apenas processam informações advindas de um ambiente externo, buscando driblar problemas ou adaptarem-se as novas realidades impostas pelo ambiente em constante mudança, mas também criar novos conhecimentos e informações de sorte que transforme tanto problemas como soluções, no processo de influenciar a dinâmica ambiental (KIM, 1997; TAKEUCHI; NONAKA, 2008). A informação é um fluxo de mensagens, e mercadoria capaz de produzir conhecimento, ancorado no compromisso e crenças de seus detentores, o conhecimento nasce a partir do fluxo de informações, não obstante o conhecimento seja um conceito multifacetado com suas múltiplas significações (YANG; FANG; LIN, 2010). A epistemologia tradicional o coloca como “crença justificada da verdade”, conforme a qual o conhecimento abriga a conversação entre conhecimento explícito e tácito que promove o nascer de novos conceitos e ideias nas mentes dos indivíduos (NONAKA, 1994; NONAKA; TOYAMA; KONNO, 2000).

O conhecimento é classificado em explícito e tácito. Este habita profundamente nas ações, procedimentos, rotinas, comprometimento, ideias, valores e emoções e é difícil de comunicar este tipo de conhecimento, visto que é derivado de um processo analógico que requer um tipo de processamento simultâneo; aquele pode ser expresso por meio de linguagem formal e sistemática, sendo de fácil compartilhamento, como dados, fórmulas científicas, especificações e manuais. Ambos são complementares e essenciais ao processo de criação de conhecimento (NONAKA; TOYAMA; KONNO, 2000; YANG; FANG; LIN, 2010). As atividades de inovação, ao mesmo tempo, precisam abraçar novos valores baseados na realidade e em escala de toda a sociedade. Em essência a inovação deriva da criação e exploração do conhecimento dinamicamente social, que é criado e utilizado simultaneamente (NONAKA *et al.*, 2014). Defendem Cohen e Levinthal (1990) compreensão semelhante ao definirem capacidade inovadora de uma organização, como reconhecer a nova informação disponível no ambiente externo, compreendê-la e aplicá-la com a finalidade comercial.

Nonaka, Takeuchi e Umemoto (1996) apresentam o modelo acerca do processo de aprendizado organizacional no qual a criação do conhecimento ocorre por meio de interações entre conhecimento explícito e conhecimento tácito, esta interação é denominada de conversão de conhecimento. Este processo proporciona

que os conhecimentos tácito e explícito possam se desenvolver em qualidade e quantidade. Os processos são Sociabilização; Externalização; Combinação e Internalização. Socialização (do conhecimento tácito ao conhecimento tácito) é o processo de converter conhecimentos tácitos por meio de experiências compartilhadas, as empresas aproveitam conhecimento tácito incorporado em clientes ou fornecedores interagindo com eles. Externalização do conhecimento (do conhecimento tácito ao conhecimento explícito) é cristalização do conhecimento para permitir o compartilhamento, podemos verificar exemplos como é de conceito na criação de novos produtos e um círculo de controle de qualidade, permitindo que funcionários façam melhorias no processo de fabricação. Combinação é o processo de converter o conhecimento explícito em conjuntos complexos e sistemáticos de conhecimento explícito, é coletado dentro e fora da organização e depois combinado, editado ou processado para formar novos conhecimentos para disseminação na organização, por exemplo, uso de computadores e banco de dados em grande escala para formar relatórios. Internalização é o processo de incorporar o conhecimento explícito ao conhecimento tácito, a internalização está relacionada com o aprender fazendo, como conceitos de um produto ou procedimentos de fabricação que devem ser atualizados por meio da ação e da prática, leitura de documentos ou manuais sobre o trabalho e a organização em conjunto com a reflexão é possível internalizar o conhecimento explícito em tais documentos, ou por meio de simulações e experimentos.

Embora os tipos de conhecimento se contrastem, não podemos dizer que são opostos. Quanto o conhecimento tácito de um indivíduo é compartilhado com outra pessoa, torna-se explícito, torna-se um conhecimento explícito inédito, que por sua vez pode ser convertido em conhecimento tácito de outro indivíduo e assim vincular com o processo de conversão subsequente. A inovação surge da continuidade espiralada desse processo de conversão e dos processos contínuos de *exploration* que é a busca de novas possibilidades por meio de criação, geração de novas tecnologias e desenvolvimento de P&D e *exploitation* que é explorar velhas certezas tecnológicas por meio da operação (NONAKA *et al.*, 2014).

A compreensão do processo de aprendizado tecnológico é entendida por Figueiredo (2004) como a trajetória de acumular capacidades tecnológicas em diferentes velocidades e direções, outra aceção da terminologia são os processos nos quais conhecimentos técnicos de indivíduos são transformados em sistemas

físicos, processos de produção, procedimentos, rotinas, produtos e serviços da organização. Neste trabalho, o termo aprendizagem adota a conjugação das acepções apresentadas, sendo o termo aquele que possibilita a empresa acumular capacidade tecnológica ao longo do tempo.

Caso a tecnologia fosse reduzida a interpretação simplória de uma questão de informação, a competitividade seria relativamente fácil de alcançar e sustentar, além disso, a recuperação do investimento seria menos difícil do que se apresenta. A tecnologia compreende “pacotes” complexos de informações, codificadas e tácitas, bem como capital físico. No processo de mudança técnica, no entanto, é compreensível que informações tácitas não são prontamente transferíveis entre empresas e países, uma vez que, plantas tecnológicas precisam ser traduzidas em especificações e procedimentos para aplicações particulares, um processo criativo incerto, o que influencia no desempenho consideravelmente. Ainda que atendida as condições e os projetos tecnológicos sejam criados e moldados nas configurações específicas necessárias às firmas é necessário a construção de capacidades para gerir o processo de mudança, uma vez que a empresas necessita de constantes remodelações para permanecerem competitivas (BELL; PAVITT, 1995). Nesta perspectiva, percebe-se que a tecnologia não está livre no mercado, nem somente é advinda de melhorias incrementais internas, necessita de um conjunto de dimensões como determinada quantidade de conhecimento científico aprendido pelas empresas com maior capacidade técnica e financeira de fazer nova aplicação desse aprendizado (TIGRE, 2014).

O aprendizado tecnológico é um processo vital para o desenvolvimento industrial, em nível de proficiência de cada empresa depende da intensidade de esforços empregados em capacitação, não existindo um processo uniforme e previsível no desenvolvimento de determinada tecnologia. O custo e o risco de desenvolver uma tecnologia estão relacionados à base de conhecimento dos seus desenvolvedores, a rapidez da mudança tecnológica e as condições que o mercado apresenta. O processo de aprendizagem é altamente específico em tecnologia, algumas tecnologias são mais incorporadas em equipamentos, enquanto outras têm elementos tácitos maiores, sendo que para o desenvolvimento de algumas tecnologia são demandados diferentes habilidades e conhecimentos, algumas precisando de estreita faixa de especialização e outros de ampla gama, bem como a dependência por fontes externas de conhecimento ou informação, como outras empresas,

consultores, fornecedores ou instituições de tecnologia; universidades e seus programas de extensão, associações industriais e institutos de treinamento, nos quais os fluxos de informação e habilidades são densos, ocorrem em um conjunto de atividades relacionadas e grupos emergem por meio do aprendizado coletivo. Os processos de P&D normalmente ocorrem ao longo do desenvolvimento do produto e com o aumento da complexidade da tecnologia a sua importância passa a ser maior (LALL, 2013).

No contexto de economias avançadas o aprendizado é considerado como fundamental para conquista de capacidades inovativas para empresas, favorecendo a possibilidade das empresas que operam na fronteira tecnológica internacional expandirem suas capacidades inovativas (BELL; FIGUEIREDO, 2012).

**Quadro 2 – Métrica para examinar processos de aprendizagem
intraempresariais**

(continua)

Processos de Aprendizagem	Variedade Inexistente/Existente (Limitada/Moderada/Ampla)	Intensidade Uma vez/Intermitente/Contínuo	Funcionamento Ruim/Razoável/Bom/Excelente	Interação Fraca/Média/Forte
Aquisição externa de conhecimento	Existência/inexistência de processos de aquisição de conhecimento em âmbito local e/ou externo (por exemplo: importação de <i>know-how</i> diferenciado para a empresa).	O uso desse processo pode ser contínuo (treinamento anual no exterior para engenheiros e operadores), intermitente ou uma vez (treinamento esporádico no exterior).	O modo como um processo é criado (critérios para enviar indivíduos para treinamento no exterior) e o modo como ele funciona ao longo do tempo podem fortalecer ou mitigar a variedade e a intensidade. <i>Timing</i> : 'aprender antes de fazer'.	O modo como um processo influencia outros processos internos ou externos de aquisição de conhecimento (treinamento no exterior, aprendendo na prática) e/ou outros processos de conversão do saber.
Aquisição interna de conhecimento	Existência/inexistência de processos de aquisição de conhecimento mediante atividades internas, que podem ser operacionais, rotineiras e/ou inovadoras (desenvolvimento de produtos).	O modo como a empresa usa os diferentes processos internos de aquisição de conhecimento pode influenciar a compreensão que os indivíduos têm dos principais envolvidos na tecnologia.	O modo como um processo é criado (centros de pesquisa) e o modo como ele funciona ao longo do tempo têm consequências práticas para a variedade e a intensidade. <i>Timing</i> : "aprender antes de fazer".	A aquisição interna de conhecimento pode ser desencadeada pelo processo externo de aquisição de conhecimento (melhoramentos na fábrica decorrentes do treinamento no exterior). Isso pode desencadear processos de conversão do saber.

Quadro 2 – Métrica para examinar processos de aprendizagem intraempresariais

(conclusão)

Processos de Aprendizagem	Variedade	Intensidade	Funcionamento	Interação
	Inexistente/Existente (Limitada/Moderada/Ampla)	Uma vez/Intermitente/Contínuo	Ruim/Razoável/Bom/Excelente	Fraca/Média/Forte
Socialização de conhecimento	Existência/inexistência de diferentes processos pelos quais os indivíduos compartilham seu conhecimento tácito (reuniões, solução de problemas em conjunto <i>OJT</i>).	A continuidade de processos como o <i>OJT</i> . A socialização contínua do conhecimento pode conduzir à codificação do saber.	O modo como são criados os mecanismos de socialização do conhecimento (treinamento interno) e o modo como eles funcionam ao longo do tempo têm consequências práticas para a variedade e a intensidade do processo de conversão do saber.	Incorporação dos diferentes conhecimentos tácitos num sistema viável (estabelecimento de vínculos de saber). A socialização pode ser influenciada pelos processos externos ou internos de aquisição de saber.
Codificação de conhecimento	Existência/inexistência de diferentes processos e mecanismos de codificação do conhecimento tácito (documentação sistemática, seminários internos, etc.).	A repetição de processos tais como a padronização das operações. A inexistência ou intermitência de codificação pode restringir a aprendizagem organizacional.	O modo como é criada a codificação do conhecimento e o modo como ela funciona ao longo do tempo influenciam todo o processo de conversão do saber, bem como sua variedade e intensidade.	O modo como a codificação do conhecimento é influenciada por processos de aquisição de conhecimento (treinamento no exterior) ou por outros processos de socialização do conhecimento (formação de equipes).

Fonte: Figueiredo (2001; 2002a; 2002b, 2003).

O exame dos processos de aprendizagem nas *spin-offs* acadêmicas foi realizado conforme o modelo desenvolvido por Figueiredo (2001; 2002a; 2002b, 2003) presente no Quadro 2. Neste a aprendizagem tecnológica é decomposta em dois processos que são a aquisição de conhecimento e a conversão de conhecimento. Os conhecimentos são adquiridos de maneira interna e externa e a conversão do conhecimento ocorre por meio da socialização e da codificação. As características chave que permitem examinar os processos de aprendizagem são a variedade, intensidade, funcionamento e interação. A variedade é compreendida como a presença de diferentes processos de aprendizagem na empresa e pode ser avaliada no que tange aos processos de aquisição de conhecimento e aos mecanismos de

conversão, a variedade de processos de aquisição de conhecimento são importantes para convertê-los de individuais para organizacionais. A intensidade ocorre por meio da repetição ao longo do tempo de criação, atualização, aprimoramento e/ou fortalecimento de processos de aprendizagem, a intensidade assegura o fluxo constante de conhecimento circulando na organização, permitindo a melhor compreensão de tecnologias adquiridas e a conversão do aprendizado do indivíduo para a organização. O funcionamento é a forma que o aprendizado opera no decorrer do tempo, Dutrénit (2000) destaca que os processos podem fortalecer ou impactar os resultados organizacionais se conduzidos de maneira desordenada, esta característica determina a força do processo de aprendizado. A interação é a maneira como os processos de aprendizagem têm influência mútua.

2.5. MATUREZA TECNOLÓGICA

O desenvolvimento tecnológico é um dos fatores que permitem as empresas competir globalmente por mercados, a obsolescência acelerada dos produtos e processos faz com que os empreendimentos busquem não somente a proteção intelectual das suas invenções, mas, sobretudo a construção e a manutenção de competências para o desenvolvimento tecnológico por meio de inovação (NONAKA; TOYAMA; KONNO, 2000; NONAKA *et al.*, 2014). Na visão de Lall (1992) a mudança tecnológica no nível de empresa é compreendida como um processo contínuo de absorção e criação de conhecimento técnico que são decorrentes de insumos externos e pela acumulação passada de habilidades e conhecimentos. Contribuem na compreensão da mudança técnica Bell e Pavitt (1997) e Dutrénit (2000) que pontuam que em produtos e processos tais modificações são possíveis por meio da acumulação de competências tecnológicas pela corporação que são facilitadas por meio da integração das distintas formas de aprendizagem, como as apresentadas por Nonaka, Takeuchi e Umemoto (1996), na quais os trabalhadores, as instalações e os sistemas organizacionais conquistam conhecimentos e aptidões para realizar mudanças na produção e nas técnicas empregadas.

O conteúdo tecnológico de uma corporação é armazenado em seus maquinários, equipamentos, sistemas articulados por meio de tecnologia da informação, *softwares*, plantas de manufatura; conhecimentos tácitos, habilidades e experiências dos recursos humanos da corporação, bem como na qualificação formal;

o conhecimento acumulado nos processos organizacionais e gerenciais, nos procedimentos, nas instrumentações, na documentação, na implantação de técnicas de gestão, nos processos e fluxos de produção; e por fim, nas atividades de desenho, desenvolvimento, prototipagem, teste, produção, comercialização de produtos e serviços (BELL; PAVITT, 1995, 1997; FIGUEIREDO, 2004; LALL, 1992).

Dessa forma é possível, destacar, o aprendizado como fundamental no incremento e desenvolvimento de capacidades inovadoras em empresas que atuam na fronteira tecnológica, predominantemente, no cenário de economias avançadas (IANSITI; CLARK, 1994; NONAKA; TAKEUCHI; UMEMOTO, 1996; TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; ZOLLO; WINTER, 2002), no entanto o cenário no qual se apresentam empresas de economias emergentes, *latecomer firms*, normalmente, é de industrialização recente, com organizações que não conseguem competir no cenário mundial com empresas que atuam nas proximidades da fronteira tecnológica, já que estas organizações provenientes de países de industrialização infantis não possuem capacidades suficientes para realizar atividades inovativas em um primeiro momento (BELL; PAVITT, 1995, 1997; KIM 1997; DUTRÉNIT, 2000).

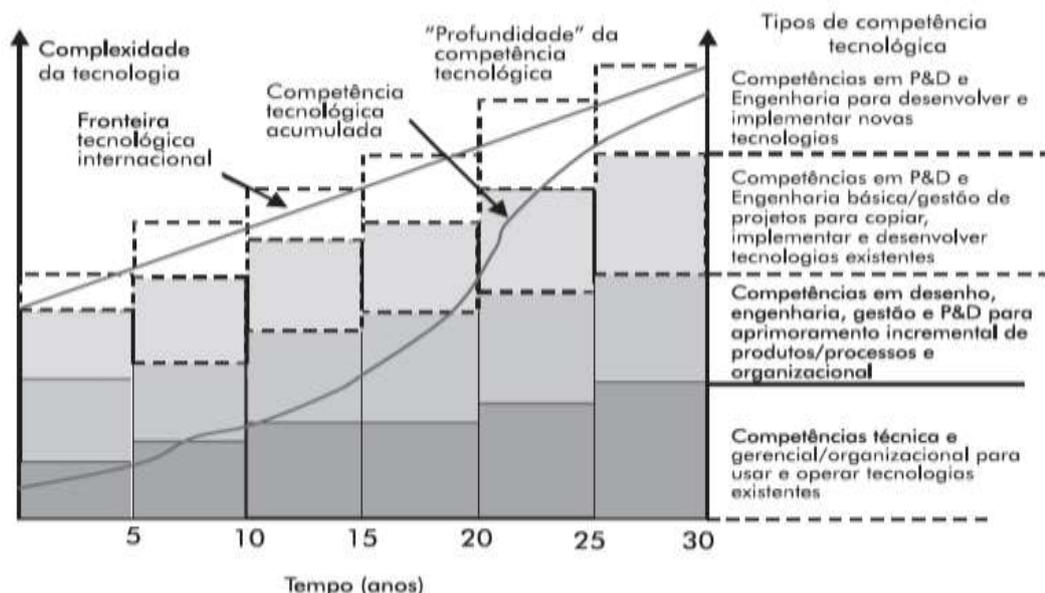
Para o desenvolvimento das tecnologias nas *latecomer firms* é necessário um processo de amadurecimento tecnológico que se dá com a construção de capacidades tecnológicas, por meio de esforços internos de maneira continuada, normamente o perfil da evolução tecnológica destas empresas inicia com a construção de habilidades básicas no que tange a conhecimentos, experiências e estruturação institucional que habilitam a empresa a melhorar as atividades fabris de produção e a partir disso a empresa começa a construir novas competências para chegar a níveis mais elevados de desenvolvimento tecnológico, permitindo a geração de novos conceitos de produtos, processos, tecnologias (BELL, 1984; KATZ, 1984; DAHLMAN; ROSS-LARSON; WESTPHAL, 1987; LALL, 1992).

Compreende-se que a acumulação de capacidades tecnológicas de países emergentes ocorre de maneira distinta dos países desenvolvidos, logo a mensuração do nível de desenvolvimento das capacidades tecnológicas é entendido por meio de métricas distintas das tradicionais que mensuram gastos com patentes e em P&D, por exemplo, na realidade, no entanto, estas empresas estão distantes das principais fontes internacionais de tecnologia e de pesquisa e desenvolvimento, de recursos financeiros, humanos e físicos e as universidades locais não são muito desenvolvidas, além disso, estão distantes dos principais mercados internacionais o que dificulta a

construção de redes com os clientes e fornecedores de ponta. Devido ao estágio infantil de desenvolvimento tecnológico que se encontram como níveis básico e avançados de produção a mensuração de suas capacidades devem considerar não apenas o produto final derivado do processo de inovação, mas também compreender como a trajetória evolutiva nos países não desenvolvidos acontece, ver Figura 6 (BELL; FIGUEIREDO, 2012; DANTAS; BELL, 2009; FIGUEIREDO, 2004; HOBDA, 1995).

Entender como o processo do desenvolvimento de tecnologias nas indústrias de países emergentes ocorre foi alvo de pesquisas relacionadas à capacidades tecnológicas, no entanto, economias em desenvolvimento apresentaram casos de sucesso e conseguiram avanços tecnológicos por meio desenvolvimento de engenharia reversa ou a imitação de tecnologias de países desenvolvidos, financiados por políticas públicas voltadas a tecnologia, contudo processos de imitação limitam o desenvolvimento da indústria de um país no longo prazo (VIOTTI, 2002; FIGUEIREDO, 2012). Cavalcante e Teixeira (1998) compreendem que o desenvolvimento de médio e longo prazo da indústria brasileira depende de um vigoroso e articulado esforço de capacitação tecnológica, sobretudo em setores que têm condições de apresentarem maior valor agregado em suas tecnologias.

Figura 6 – Trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas em empresas de economia emergentes: um modelo ilustrativo



Fonte: Figueiredo (2004).

Trabalhos sobre acumulação e desenvolvimento de capacidades tecnológicas têm apresentado estudos de casos em empresas, já que são importantes meios para a mudança tecnológica (e.g. CÂMARA; GONZALEZ; PIANA, 2013; DANTAS; BELL, 2009; FIGUEIREDO, 2003; IPIRANGA *et al.*, 2012; LALL, 1992; DUTRÉNIT, 2000) alguns destes buscam apresentar por meio de um arcabouço estatístico, que carece de objetividade e uma correta avaliação de suas variáveis, o posicionamento tecnológico das firmas e o percurso evolucionário de suas tecnologias.

Bell e Pavitt (1995), Lundvall (2007), Dantas e Bell (2009), Andrade *et al.* (2018) apontam que a vinculação de empresas com a infraestrutura tecnológica e de inovação proporcionada pelas universidades e departamentos, este processo coevolutivo permite que o relacionamento entre instituições favoreça o processo de inovação, já O'shea, Chugh, Allen (2008) e Côrtes (2015) apontam como incubadoras, núcleos de inovação tecnológica são fortes contribuidoras do processo inovador, sendo estes parte dos principais atores organizacionais do desenvolvimento de um sistema de inovação atualmente, e principais fontes para o surgimento de empresas de base tecnológica em instituições de ensino superior, como *spin-offs* acadêmicas, que encorajam o processo de transferência de tecnologia da universidade para indústria e o processo de *spin-offs* corporativas de firmas bem estabelecidas de se relacionar fortemente com esta infraestrutura tecnológica.

Organizações *spin-offs* advindas de universidades são fundamentalmente derivadas de avanços tecnológicos e não da presunção de vantagens competitivas em relação a marketing, vendas ou logística, por isso estas empresas têm recebido crescente atenção da academia, dos gestores públicos e de políticas públicas pelo seu potencial de promover a inovação tecnológica (BERBEGAL-MIRABEN; RIBEIRO-SORIANO; GARCÍA, 2015; PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; RAMACIOTTI; RIZZO, 2015; RASMUSSEN; BORCH, 2010).

Lall (1992) reconhece que além das atividades de aprendizagem os fatores externos são fortes influenciadores para aquisição de competências inovadoras e estes interagem coevolutivamente com políticas governamentais macroeconômicas, industriais e tecnológicas, bem como interações com universidades e institutos de pesquisa. Tal processo interativo coevolucionário viabiliza o desenvolvimento de mudanças qualitativas nas economias advindas das relações entre as empresas, seus

processos de acumulação de conhecimento tecnológico e políticas públicas (AVNIMELECH; TEUBAL, 2008; BRASIL, 2015; CÂMARA; SAVIOTTI; PYKA, 2004).

O tempo e os riscos presentes no processo de evolução de uma tecnologia leva em consideração o paradigma dinâmico de capacidades tecnológicas que pode variar de distintas maneiras, principalmente quando se relacionam fortemente com o ambiente local onde está sendo iniciado o negócio, então dada à necessidade de compreender como se dá a evolução temporal do processo de acumulação de capacidades tecnológicas em economias emergentes são necessárias mais explicações (BELL, 1984; BELL; DANTAS; BELL, 2009; FIGUEIREDO, 2012; FIGUEIREDO, 2004; HOBDAV, 1995; KATZ, 1984). Sobretudo, no contexto de *spin-offs* universitárias que são originadas com base no desenvolvimento de uma tecnologia originária do *menu* de propriedade intelectual da universidade, sendo empresas que nascem a partir de inovações em produtos e serviços, e não em processos produtivos como é característico das *latecomer firms*, podendo estas empresas desenvolverem tecnologias que permitam a empresa inaugurar mercados e/ou competir no mercado com um produto próximo da fronteira tecnológica (ANDRADE *et al.*, 2018; BORGES DA COSTA; TORKOMIAN, 2008; SHANE, 2004).

A acumulação de capacidades tecnológicas envolve uma sequência evolutiva da firma que variam dos estágios mais simples aos mais complexos, organizações que operam em economias emergentes tendem a seguir uma trajetória evolutiva diferente das empresas tecnologicamente inovadoras que operam em economias industrializadas, sendo que estas inovam, então realizam investimentos em aprendizado e escalam em capacidade produtiva; enquanto as de economia emergente seguem a trajetória de produção, investimentos em aprendizagem e inovação (DAHLMAN; ROSS-LARSON; WESTPHAL, 1987). Kim (1997) pontua que as empresas de economias emergentes primeiramente assimilam a tecnologia de produção e buscam gradual aprimoramento da tecnologia, seguindo a trajetória de aquisição, assimilação e aprimoramento da tecnologia, ao passo que os países tecnologicamente desenvolvidos iniciam o processo com a pesquisa e desenvolvimento, e posteriormente desenvolvem os processos de engenharia.

Compreender a evolução das tecnologias de *spin-offs* acadêmicas é valioso, já que estas organizações desenvolvem invenções desde estágios iniciais de maturidade que, muitas vezes, não interessam para indústrias, uma vez que estas tecnologias estão em estágios muito embrionários, sobretudo a indústria de países

em desenvolvimento que tem mais interesse em adquirir tecnologias prontas para ampliar o processo produtivo (MARKMAN *et al.*, 2005; THURSBY; JENSEN; THURSBY, 2001). Analisar por meio de métodos e ferramentas que auxiliem esta mensuração e previsão de fatores pode ser de grande valia para tomada de decisões gerenciais no que tange a viabilidade do projeto tecnológico (ASTUTI *et al.*, 2014; CARMACK *et al.*, 2017; FIGUEIREDO, 2004; MANKINS, 2009; RYBICKA; TIWARI; LEKKE, 2016).

A escala TRL é uma medida padrão de maturidade de uma tecnologia, que vem sendo validada por meio de diversas análises, experimentos e demonstrações em proporções crescentes de fidelidade e em ambientes distintos, e cada vez mais próximos da realidade (e.g. ALTUNOK; CAKMAK, 2010; JAVED; GOURIVEAU; ZERHOUNI, 2017; RYBICKA; TIWARI; LEKKE, 2016). A escala varia do TRL1, princípios básicos observados, até o TRL9, no qual o sucesso do projeto é determinado pela utilização do sistema total. Os benefícios de utilizar a TRL são a possibilidade de fornecer uma avaliação estruturada de critérios, claramente documentados; identificar ações específicas para reduzir riscos; auxiliar na comparação de tecnologias potenciais para o projeto, disciplinando de maneira transparente a tomada de decisões; e melhorando a comunicação técnica de resultados (CARMACK, 2017; MANKINS, 2009). Neste trabalho, será utilizada a técnica da TRL, recomendada pela Associação Europeia de Organizações de Pesquisa e Tecnologia (EARTO), já que a escala TRL pode adicionar valor ao mensurar a elegibilidade de projetos de inovação com base na maturidade, acompanhando a evolução da tecnologia o que se mostra mais adequado para *spin-offs* em potencial dada à maneira como estas tecnologias evoluem quando estão instaladas ainda em ambiente acadêmico, como incubadoras e laboratórios das ICTs, dado que muitas vezes a empresa é constituída em diferentes etapas do desenvolvimento tecnológico e até mesmo quando saem de fato da universidade, e esta medida é mais interessante do que outras métricas, pois permite compreender como a tecnologia destas instituições evolui desde sua etapa de pesquisa básica o que permite relacionar e compreender melhor os processos coevolutivos do desenvolvimento destas tecnologias e sua relação com as políticas públicas e a aprendizagem tecnológica (EARTO, 2014).

Figura 7 – Visão geral da escala Technology Readiness Levels (TRL)



Fonte: Adaptado da NBR ISO 16290 (2015).

Com ampla aplicação e adesão obtida à escala TRL passou a ser adotada em vários setores. Em 2013, no Brasil, a International Organization for Standardization (ISO) editou uma norma técnica brasileira com intuito de trazer um padrão na definição dos níveis de maturidade tecnológica, bem como critérios de avaliação. A norma foi elaborada primeiramente para estudos espaciais, contudo, esclarece a possibilidade de aplicação em outros campos. A avaliação de maturidade passa em uma primeira etapa pela identificação do elemento, seguindo da definição dos requisitos de desempenho de cada nível da escala e sua descrição específica (ABNT, 2015).

Quadro 3 – Resumo da escala TRL – marcos e resultados

(continua)

Nível de Maturidade da Tecnologia	Marco Alcançado	Trabalho Realizado (Documentado)
TRL 1: Princípios de base observados e relatados	Aplicações potenciais são identificadas após observações de base, mas o conceito do elemento ainda não está formulado.	Expressão dos princípios de base previstos para uso. Identificação de potenciais aplicações.
TRL 2: Conceito e/ou aplicação da tecnologia formulados	Formulação de potenciais aplicações e conceito preliminar do elemento. Nenhuma prova de conceito ainda.	Formulação de aplicações em potencial. Projeto conceitual preliminar do elemento, fornecendo entendimento de como os princípios básicos podem ser usados.

Quadro 4 – Resumo da escala TRL – marcos e resultados

(continua)

Nível de Maturidade da Tecnologia	Marco Alcançado	Trabalho Realizado (Documentado)
TRL 3: Prova de conceito analítica e experimental da função crítica e/ou da característica	O conceito do elemento é elaborado e o desempenho esperado é demonstrado por meio de modelos analíticos suportados por dados experimentais/ Características	Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar diversas missões), incluindo definição de requisitos de desempenho funcionais. Projeto conceitual do elemento. Entrada de dados experimentais, definição e resultados de experimentos laboratoriais. Modelos analíticos do elemento para a prova de conceito.
TRL 4: Verificação funcional em ambiente laboratorial do componente e/ou maquete	O desempenho funcional do elemento é demonstrado por ensaios com maquete em ambiente laboratorial.	Requisitos de desempenho preliminares (podem objetivar várias missões) com definição de requisitos de desempenho funcionais. Projeto conceitual do elemento. Plano de ensaios de desempenho funcional. Definição da maquete para verificação de desempenho funcional. Relatórios de ensaios com a maquete.
TRL 5: Verificação em ambiente relevante da função crítica do componente e/ou maquete	As funções críticas do elemento são identificadas e o ambiente relevante associado é definido. Maquetes não necessariamente em escala real, são construídas para verificar o desempenho por meio de ensaios em ambiente relevante, sujeitos a efeitos de escala.	Definição preliminar dos requisitos de desempenho e do ambiente relevante. Identificação e análise das funções críticas do elemento. Projeto preliminar do elemento, sustentado por modelos apropriados para a verificação das funções críticas. Plano de ensaios das funções críticas. Análise de efeitos de escala. Definição da maquete para a verificação da função crítica. Relatórios de ensaios com a maquete.
TRL 6: Modelo demonstrando as funções críticas do elemento em um ambiente relevante	As funções críticas do elemento são verificadas e o desempenho é demonstrado em ambiente relevante com modelos representativos em formato, configuração e função.	Definição de requisitos de desempenho e do ambiente relevante. Identificação e análise das funções críticas do elemento. Projeto do elemento, sustentado por modelos apropriados para a verificação das funções críticas. Plano de ensaios da função crítica. Definição do modelo para as verificações das funções críticas. Relatórios dos ensaios com o modelo.

Quadro 4 – Resumo da escala TRL – marcos resultados

(conclusão)

Nível de Maturidade da Tecnologia	Marco Alcançado	Trabalho Realizado (Documentado)
TRL 7: Modelo demonstrando o desempenho do elemento para o ambiente operacional	O desempenho é demonstrado para o ambiente operacional no solo ou, se necessário, no espaço. Um modelo representativo, refletindo totalmente todos os aspectos do projeto do modelo de voo, é construído e ensaiado com margens de segurança adequadas para demonstrar o desempenho em ambiente operacional.	Definição de requisitos de desempenho, incluindo definição do ambiente operacional. Definição e realização do modelo. Plano de ensaios do modelo. Resultados de ensaios com o modelo.
TRL 8: Sistema real completo e aceito para voo (“qualificado para voo”)	O modelo de voo é qualificado e integrado ao sistema final pronto para voo.	Modelo de voo é construído e integrado no sistema final. Aceitação para voo do sistema final.
TRL 9: Sistema real “demonstrado em voo” por meio de operações em missão bem-sucedida	A tecnologia está madura. O elemento está em serviço com sucesso, para a missão designada, no ambiente operacional real	Comissionamento em fase inicial de operação. Relatório de operação em órbita.

Fonte: Adaptado de ABNT (2015).

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta as características do percurso metodológico escolhido para pesquisa a partir da análise de como viabilizar o estudo que deriva do surgimento da necessidade de se examinar empiricamente como se configura a evolução da maturidade tecnológica de potenciais *spin-offs* acadêmicas no Ceará, enquanto estão instaladas em ambiente acadêmico. O ambiente acadêmico aqui é definido como ICTs e seus departamentos como laboratórios e incubadoras. Neste trabalho ICT é entendido de acordo com a lei de inovação, que abarca na esfera federal os órgãos da administração indireta, como autarquias e as fundações que realizam atividades de CT&I, como por exemplo, a Fundação Oswaldo Cruz, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, entre as universidades ou Instituições Federais de Ensino Superior, além dos demais órgãos públicos vinculados às esferas estadual e municipal. Para abordar a questão de pesquisa, o estudo tem um desenho qualitativo-quantitativo com base na estratégia de estudo de múltiplos casos em potenciais e *spin-offs* acadêmicas cearenses ainda instaladas em ambiente acadêmico. Justifica-se a escolha do estudo de caso já que permite uma investigação em profundidade e contemporânea de um fenômeno de realidade específica e ainda não compreendido pela observação científica, contribuindo para compreensão de fenômenos individuais, organizacionais e sociais, que é o objeto de estudo presente (YIN, 2010).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é classificada como uma investigação empírica de caráter explicativo e descritivo, uma vez que expõe características das *spin-offs* acadêmicas e o fenômeno de evolução de suas tecnologias por meio da relação e contribuição das políticas públicas e da aprendizagem organizacional. A pesquisa é compreendida como de campo, documental, bibliográfica e de estudo de casos múltiplos, já foi realizada no âmbito das empresas *spin-offs* acadêmicas em potencial e as estratégias da pesquisa foram desenvolvidas com base em literaturas científicas (GODOI *et al.*, 2006; VERGARA, 2014).

3.2 SPIN-OFFS EM POTENCIAL ESTUDADAS E SUJEITOS DA PESQUISA

A amostra da pesquisa se deu por conveniência e acessibilidade, haja vista não ocorreu procedimento estatístico para a determinação dos sujeitos a serem enquadrados na pesquisa, considerando um levantamento de campo nas *spin-offs* em potencial ligadas às ICTs cearenses nas seguintes universidades: quatro na Universidade Estadual do Ceará (UECE), cinco na Universidade Federal do Ceará (UFC), dois no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) e uma no Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação (ITIC) em parceria com a UFC, a Universidade de Fortaleza (UNIFOR), a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – Campus Nordeste (CTI-NE) e uma empresa privada que atua com P&D de *Hardware, Software* e Sistemas Embarcados. Foram investigadas doze potenciais *spin-offs* acadêmicas, sendo sete localizadas em Fortaleza e cinco na Região do Sertão Central do Estado do Ceará.

As potenciais *spin-offs* estudadas desenvolveram tecnologias nas áreas de Engenharia de Software (2); Tecnologia de Sistemas Embarcados (6) e Biotecnologia (4).

Os grupos de pesquisa das ICTs pesquisadas foram responsáveis por cooperarem no nascimento de sete das tecnologias investigadas, sendo três na área de biotecnologia, outra na área de engenharia de software e três de tecnologias embarcadas.

Os laboratórios das ICTs auxiliaram no nascimento de uma potencial *spin-off* acadêmica de biotecnologia e no desenvolvimento de outras três nesta área e uma de tecnologia de sistemas embarcados.

Uma das tecnologias de engenharia de software nasceu a partir de projetos de extensão, outras duas de tecnologia embarcada a partir de outras disciplinas no curso que incentivavam o desenvolvimento de projetos tecnológicos e uma a partir da participação de vários departamentos e grupos de pesquisa da UFC, UNIFOR, UNIVASF, CTI-NE e uma empresa privada de P&D.

3.3 COLETA DE DADOS

As técnicas para coleta de dados foram: entrevistas formais semiestruturadas que são apoiadas em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema de interesse e visitas técnicas, pesquisa documental, entrevistas informais e observação direta. A pesquisa também utilizou uma série de questões que foram apresentadas aos respondentes que apresentaram perguntas abertas e fechadas (VERGARA, 2014).

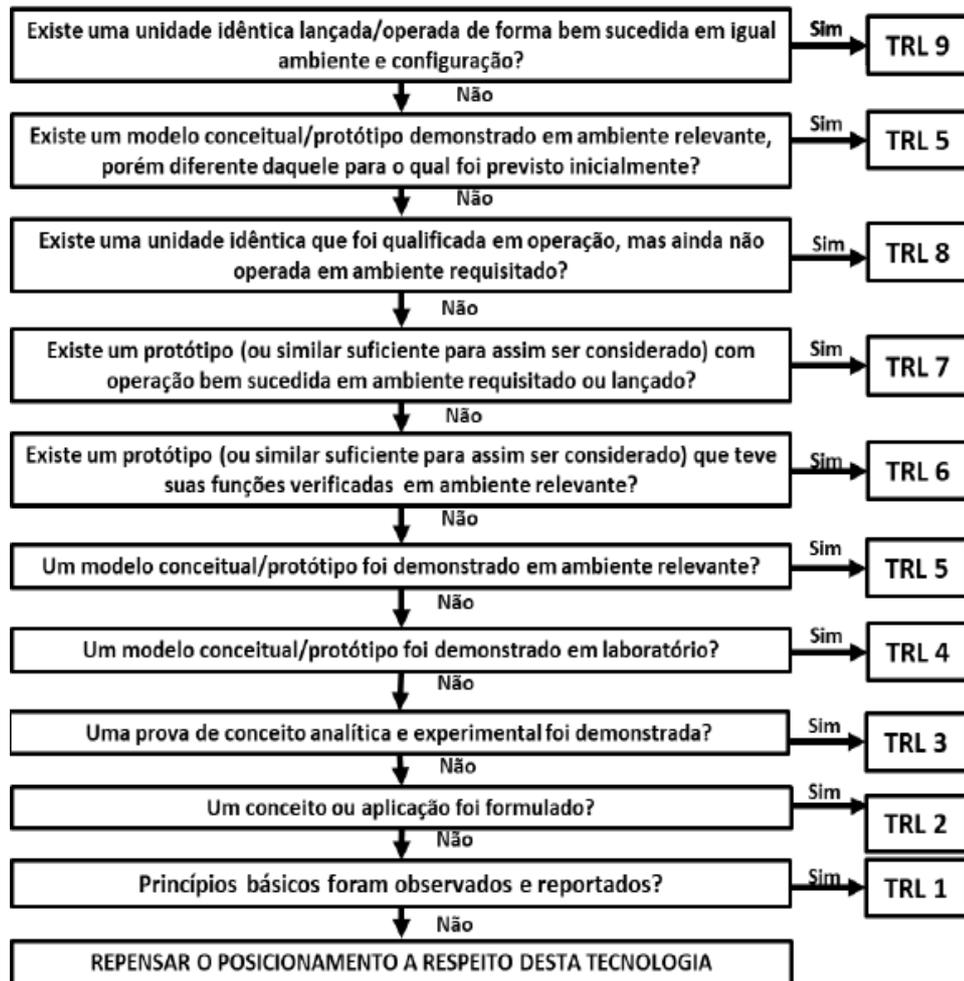
Neste estudo de caso múltiplo, a coleta de dados envolveu uma estratégia de triangulação de dados, conforme Vergara (2014) é a utilização de vários métodos para investigar um mesmo fenômeno. A coleta de dados foi também composta por oito visitas técnicas, sendo cinco realizadas em laboratórios utilizados na criação/evolução das tecnologias e três em incubadoras de empresas localizadas em ICTs. Foram realizadas cinco observações diretas da rotina dos laboratórios e foram feitas análises documentais em monografias de graduação, dissertações de mestrado e artigos científicos publicados pelos grupos de pesquisa e laboratórios desenvolvedores da tecnologia que traziam relatos sobre as tecnologias estudadas.

Foram realizadas 12 entrevistas formais com sete gestores e cinco cientistas responsáveis ou corresponsáveis principais pelo desenvolvimento da tecnologia *core* de *spin-offs* em potencial acadêmicas cearenses, o tempo médio das entrevistas variou de uma a duas horas e trinta minutos. Ainda foram feitas 13 entrevistas informais, sendo sete por telefone e seis presenciais com gestores de incubadoras, parques tecnológicos, centros de pesquisa, gestores de programas de aceleração de startups e da REDENIT-CE.

Através dos discursos foi realizada a análise de conteúdo de Bardin (2004) e das classificações dadas no preenchimento dos questionários que se encontram na seção de ANEXOS.

Antes de ser iniciado o processo de coleta de dados foi determinado pelo entrevistado o nível de TRL de sua tecnologia principal, com base no fluxo de determinação de TRL e, quando necessário, o nível da TRL foi confirmado por meio do resumo da escala TRL de marcos e resultados desenvolvidas a partir da ABNT, 2015.

Figura 8 – Fluxo de determinação de TRL



Fonte: Adaptado de NASA (2007).

A utilização do fluxo permite o entrevistado se aproximar do nível de maturidade de sua tecnologia no início da entrevista para seu posterior enquadramento nos patamares propostos pela EMBRAER, que agrupa as TRLs de acordo com o nível de maturidade apresentado. Logo após, serão aplicados os questionários fechados que relacionam os níveis de maturidade tecnológica com as políticas públicas e os que relacionam maturidade tecnológica com aprendizagem, que de forma simultânea foram preenchidos pelo entrevistador com questionamentos simultâneos acerca das respostas do questionário, caracterizando também uma entrevista semiestruturada baseada no preenchimento do questionário.

3.4 TRATAMENTOS DE DADOS

O processo de análise das evidências empíricas capturadas pela pesquisa foi pautado em estruturas que perceberam a relação entre a aprendizagem tecnológica e as políticas públicas que coevoluem com o desenvolvimento da tecnologia principal de *spin-offs* acadêmicas em potencial. O processo de análise dos dados coletados para responder à questão central de pesquisa teve início no período da pesquisa de campo e abarcou distintas atividades que serão descritas conforme Miles, Huberman e Saldanã (2014) a seguir: a pesquisa percorreu as atividades de *data condensation*, *data display* e *conclusion drawing/verification*. *Data condensation* é o processo contínuo, presente em qualquer trabalho que utilize a técnica qualitativa, em que a seleção, a simplificação e a transformação dos dados originais advindos das etapas de coleta de dados, na qual envolve a codificação, desenvolvimento de temas, geração de categorias e redação de memorandos analíticos, esta etapa foi operacionalizada com o uso da análise de conteúdo proposta por Bardin (2004). *Data display* é a etapa de organização do fluxo de dados, compactando a sua exibição, em matrizes, gráficos, esquemas e redes, para que o pesquisador possa tomar decisões e tirar conclusões a partir destes recursos. *Conclusion drawing/verification* é a etapa na qual o pesquisador deve buscar identificar padrões, explicações, configurações e fluxos causa e efeito, com a constante revisita as anotações de campo e a literatura ou a replicação de achados em conjunto de dados.

3.5 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Será descrito nesta seção como as variáveis de maturidade tecnológica, políticas públicas e aprendizagem serão relacionadas e operacionalizadas.

3.4.1 Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e políticas públicas de inovação

O constructo de maturidade tecnológica foi operacionalizado por meio da TRL e foi analisada a sua coevolução com a efetividade das políticas/ instituições, operacionalizada por meio dos conceitos de Autonomia e Coerência (RODRIG, 1995) e Envolvimento (EVANS, 1995), baseado Edler e Fagerberg, (2017) e

operacionalizado de forma semelhante à Câmara e Brasil (2015) e a sua relação com a percepção das políticas públicas de acesso ao crédito; incentivos fiscais, estruturação e regulação; e colaboração e aprendizado, voltadas ao fomento do desenvolvimento tecnológico e a inovação de potenciais *spin-offs* acadêmicas. Políticas públicas e instituições são fundamentais para avanços tecnológicos das firmas, sobretudo as de base tecnológica, por meio de políticas são estimuladas a investir na busca constante do desenvolvimento de suas tecnologias (FELDMAN; KLOSTEN, 2000; JACOB; LUNDQVIST; HELLSMARK, 2003; NIOSI, 2010; MULATU, 2016), o *display* analítico foi gerado como base o quadro abaixo.

Quadro 4 – Percepção de políticas públicas de acesso ao crédito; incentivos fiscais, estruturação e regulação, e colaboração e aprendizado em relação às variáveis coevolutivas de envolvimento, coerência e autonomia

(continua)

Percepção de políticas públicas/ Indicadores Coevolutivos	Envolvimento	Coerência	Autonomia
Acesso ao crédito	I- As instituições de fomento ao lançarem seus editais demonstram da instituição de fomento envolvimento para com as potenciais <i>spin-offs</i> acadêmicas. II- Os editais de fomento ao serem lançado são apresentados e discutidos com os setores interessados.	I- As regras dos editais são realistas e possibilitam a participação plena dos <i>spin-offs</i> em potencial. II- As regras dos editais se apresentam coerentes com o os objetivos do fomento à inovação.	I- Os editais apresentam-se totalmente isentos. II- Os editais atendem as demandas dos <i>spin-offs</i> acadêmicas em potencial.
Incentivos fiscais, estruturação e regulação	I- Os incentivos fiscais para comercializar a inovação reconhece que estes foram preparados ouvindo os setores produtivos. II- O ambiente de estruturação do negócio atende as necessidades dos <i>spin-offs</i> acadêmicas em potencial.	I- Os incentivos fiscais atendem as necessidades dos empreendedores. II- As mudanças promovidas nas legislações cooperam para evolução tecnológica e inovadora de forma relevante sobre o setor produtivo.	I- Os incentivos fiscais são concedidos de forma autônoma, sem viés de escolhas. II- O ambiente regulatório perdura de forma independente mesmo com as sucessões governamentais.

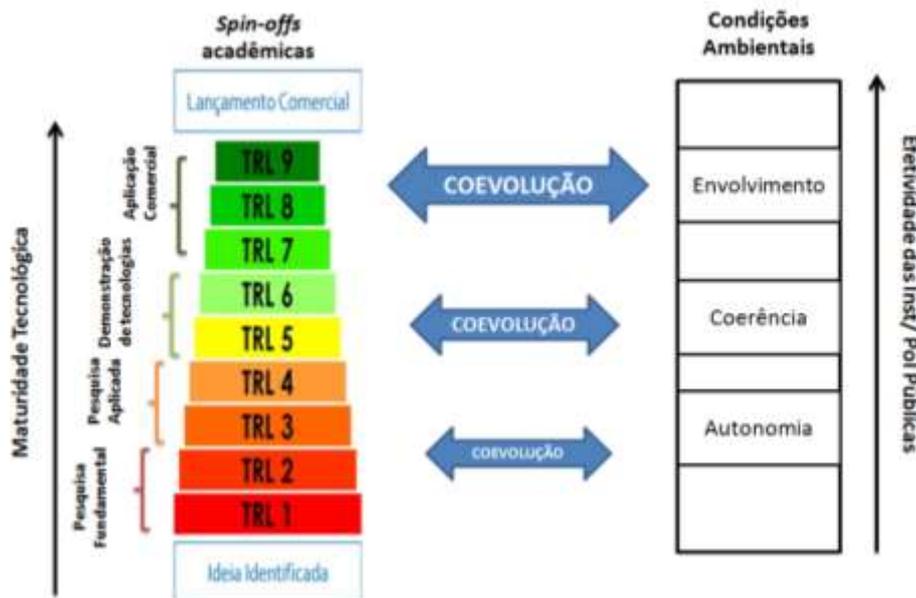
Quadro 5 – Percepção de políticas públicas de acesso ao crédito; incentivos fiscais, estruturação e regulação, e colaboração e aprendizado em relação às variáveis coevolutivas de envolvimento, coerência e autonomia.

(conclusão)

Percepção de políticas públicas/ Indicadores Coevolutivos	Envolvimento	Coerência	Autonomia
Colaboração e aprendizado	I- A oferta de cursos sobre empreendedorismo inovador, gestão, tecnologia ocorre de forma relacional com os atores que a empresa se relaciona. II- Existem formações e conexões em tripla hélice voltadas para a evolução tecnológica e para a inovação.	I- Cursos e treinamentos relacionados à inovação respeitam as demandas do mercado, de gestores e empresários. II- A formação de redes com níveis bons e/ou elevados de colaboração.	I- Cursos e treinamentos ofertados pelas instituições públicas são elaborados sem o viés de atender somente às grandes corporações. II- A formação de redes estimuladas pelas instituições públicas são distribuídas sem níveis hierárquicos e estabelecem bom fluxo de conhecimento entre os atores.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Câmara e Brasil (2015); Edler e Fagerberg, (2017); Evans(1995); Rodrik(1993).

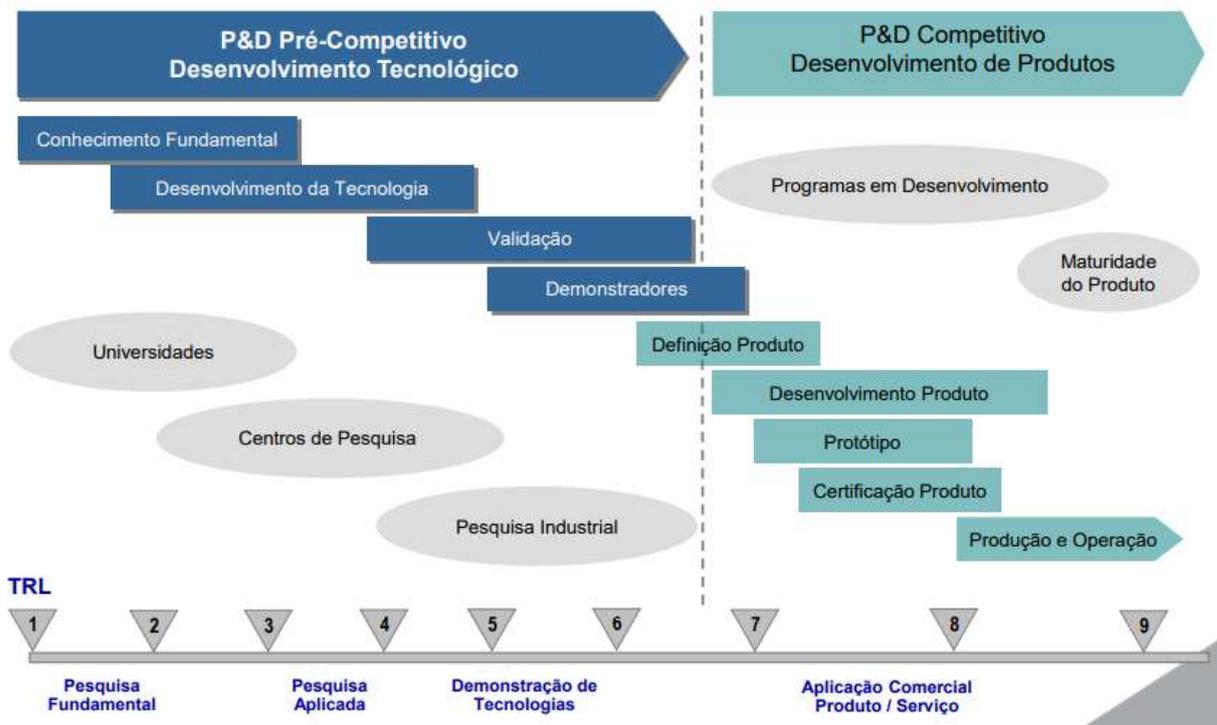
Figura 9 – Visão geral da escala Technology Readiness Levels (TRL) na visão da Embraer adaptada com relações de coevolução com as políticas públicas



Fonte: Adaptado de CÂMARA; BRASIL, (2015) e NRB ISO 16290 (2015).

Para compreender a evolução dos níveis de prontidão das tecnologias *core* de *spin-offs* acadêmicas em potencial situadas em ambiente acadêmico foi mensurada a evolução tecnológica, por meio dos níveis de prontidão tecnológica que são dispostos na TRL, agrupadas em quatro patamares, baseados na proposta da EMBRAER (ver Figura 9), os nove níveis da TRL, a saber: i) Modelos Teóricos que agrupam as TRLs 1 e 2, chamando-as de Pesquisa Fundamental que englobam os princípios básicos observados e reportados e os conceitos e/ou aplicação tecnológica identificada ou formulada; ii) TRLs 3 e 4, classificando-as como Pesquisa Aplicada abrangem a função crítica e experimental e/ou prova de conceito característica e componente e/ou protótipo rústico validado em ambiente de laboratório; iii) o terceiro agrupamento é chamado de demonstração de tecnologias abarcando componente e/ou protótipo rústico validado em ambiente relevante e modelos de sistema/subsistema ou protótipo demonstrado em ambiente relevante representam as TRLs 5 e 6; iv) e por fim a aplicação comercial do produto/ serviço que engloba as TRLs 7, 8 e 9, nas quais o protótipo de sistema é demonstrado em ambiente operacional, o sistema real é completado e qualificado através de testes e demonstrações e o sistema real é provado com sucesso de operação em missão. O modelo de TRL com as subdivisões propostas pela Embraer, conglomerado transnacional brasileiro fabricante de aviões comerciais, executivos, agrícolas e militares, realiza um mapeamento da TRL que inclui o Sistema Nacional de Inovação, alocando os níveis de maturidade nas instituições que atuam no SNI, além de usar para tomada de decisões, no que tange a alocação de recursos no mapa tecnológico da empresa.

Figura 10 – TRL na visão da Embraer



Fonte: Embraer (2017).

A classificação se deu pela coleta de evidências empíricas trianguladas por meio de entrevistas formais, análise de documentos, literatura técnica específica e, sobretudo do preenchimento do questionário na seção de anexos, corroborando com a formação do display analítico que resultou na relação da maturidade tecnológica com políticas públicas. A média dos valores da relação entre políticas públicas e evolução tecnológica variou de 1 a 5 conforme o estabelecido no questionário, a partir do cálculo da média dos resultados apresentados definiu-se que conforme o resultado do cálculo os valores de 1 até 2,33 = a característica evolutiva contribui pouco para o desenvolvimento da tecnologia; de 2,34 até 3,66 = a característica evolutiva contribui de forma moderada para evolução da tecnologia e de 3,67 até 5 = característica evolutiva contribui fortemente para a performance de desenvolvimento da tecnologia.

3.4.2 Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica

A análise da evolução das tecnologias observou o constructo de aprendizagem tecnológica das *spin-offs* acadêmicas estudadas por meio da métrica, com adaptações, de processos de aprendizagem intraempresariais de Figueiredo

(2001; 2002a; 2002b, 2003), o *display* analítico gerado terá como base o Quadro 3, que permite identificar os processos de aquisição externa e interna de conhecimento e os mecanismos de conversão, leia-se socialização e codificação, presentes na construção de capacidades para evolução da maturidade das tecnologias das firmas. Com intuito de se estabelecer a relação entre a variável aprendizagem e o nível de maturidade tecnológica foi utilizada a TRL agrupada em quatro patamares, baseados no modelo da EMBRAER e que também foi utilizada na avaliação das políticas públicas. Para a variável aprendizagem, seu nível dependeu da variedade, intensidade, funcionamento e interação dos processos de aprendizagem.

3.4.2.1 Variedade e Intensidade dos processos de aquisição e conversão de conhecimento

A variedade foi avaliada conforme a existência ou não dos processos de aprendizagem listados no anexo 1; e foi analisada em conjunto com a intensidade dos processos ou mecanismos de aprendizagem conforme a sua presença ao longo do período de tempo analisado em que a tecnologia das empresas evoluíram na escala das TRLs agrupadas da Embraer, utilizando-se da seguinte escala para identificar a variedade e intensidade dos processos de aquisição de conhecimento interno e externo; codificação e socialização de conhecimento.

A classificação dos mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento se deu pela coleta de evidências empíricas trianguladas por meio de entrevistas formais, análise de documentos, literatura técnica específica e, sobretudo do preenchimento do questionário na seção de anexos, corroborando com a formação do *display* analítico que resultou na relação da maturidade tecnológica com a aprendizagem tecnológica. Os valores para preenchimento do questionário variaram de 1 a 4, vejamos a representação de cada um deles: 1=ausência do processo, 2=presença limitada, 3=presença moderada e 4=presença diversa. O resultado de cada processo de aquisição e conversão do conhecimento em cada uma das TRLs agrupadas variou de 1 a 4.

Foi realizada a média aritmética dos processos das organizações investigadas e os resultados foram classificados da seguinte maneira: os resultados menores e iguais que 1,5 foram classificados como ausente, quando estiveram entre 1,51 e 1,89 foram classificados entre ausente e limitada; quando estiverem entre 1,9

e 2,5 os processos foram considerados de uso moderado e quando os cálculos derivaram em resultados maiores que 3,2 foram considerados diversos.

3.4.2.2 Funcionamento dos processos de aquisição e conversão de conhecimento

O funcionamento avaliou como as *spin-offs* acadêmicas em potencial organizaram e operaram os processos de aprendizagem ao longo do tempo. Este ponto teve nota atribuída de 0 a 10, podendo tomar como base uma escala percentual, sendo "0", 0% efetivo (o mecanismo não serviu para a empresa, foi um fracasso) até "10", 100% efetivo (o mecanismo cumpriu plenamente seu papel dentro do seu escopo, foi um sucesso). A classificação se deu pela coleta de evidências empíricas trianguladas por meio de entrevistas formais, análise de documentos, literatura técnica específica e, sobretudo do preenchimento do questionário na seção de anexos, corroborando com a formação do *display* analítico que resultou na relação da maturidade tecnológica com a aprendizagem tecnológica. Os resultados variaram de zero até dez. Para a montagem do *display* os processos foram considerados ruins quando a média dos processos de aquisição de conhecimento externo foi igual ou inferior a 3; foram considerados moderados quando a média variou de 3,1 a 5; bons quando a média foi de 5,1 até 7 e excelentes quando foi maior que 7,1.

3.4.2.3 Interação dos processos de aquisição e conversão de conhecimento

A interação dos processos foi avaliada em concomitância de sua presença com outros processos dentro dos níveis agregados de TRL propostos pela Embraer. Foi utilizado o cálculo de combinação simples para verificar as quantidades de combinações entre os processos de aprendizado. A interação foi considerada fraca se a média obtida foi inferior a 20% das combinações possíveis, média se a média aritmética das combinações variou entre 21% e 35% das combinações possíveis e forte se a média foi maior do que 35,1% das interações possíveis para cada mecanismo de aprendizagem.

$$C_{(n,p)} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

n = Número de elementos do conjunto (número de mecanismos de aquisição de conhecimento) e p = Quantidade de elementos por subconjunto (as atividades serão consideradas de duas em duas).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção contempla a análise e discussão dos resultados angariados com este estudo empírico baseado em uma campanha de campo, usando vários estudos de caso com 12 potenciais *spin-offs* acadêmicas. Uma das vantagens da análise de caso-cruzado é favorecer comparações que podem ajudar a clarificar os achados como casos únicos ou a sua possibilidade de replicação (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007). Especificamente, este estudo está centrado em segmentos específicos, com casos focais internos, a saber, quatro de biotecnologia, seis de tecnologia de sistemas embarcados e dois de engenharia de *software*. A seção contém a identificação de potenciais *spin-offs* acadêmicas e a caracterização dos casos, a evolução da maturidade tecnológica dos *spin-offs* acadêmicos em potencial a partir de sua relação coevolutiva com aprendizagem tecnológica, evolução da maturidade tecnológica dos *spin-offs* acadêmicos em potencial a partir de sua relação coevolutiva com políticas públicas e a evolução da maturidade tecnológica e suas relações de causa e efeito nas políticas públicas e na aprendizagem tecnológica.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS SPIN-OFFS ACADÊMICAS E CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS

Os casos foram selecionados com base nos seguintes critérios: (i) as potenciais *spin-offs* representam considerável relevância, conforme relatos dos gestores das incubadoras, NITs, parques tecnológicos e de programas de desenvolvimento tecnológico e empreendedorismo em ICTs inquiridos por meio de chamadas telefônicas, aplicativos de mensagens instantâneas, de correio eletrônico e entrevistas informais; (ii) as organizações de biotecnologia estudadas são advindas dos melhores programas de Pós-graduação do país em Medicina Veterinária com conceito seis da Capes, diversos prêmios de teses outorgados pela Capes e possuem pesquisa internacionalizada, e da Rede Nordeste de Biotecnologia que tem conceito cinco na Capes pelo seu programa de doutorado que integra mais de duzentos pesquisadores de todos os Estados do Nordeste e do Espírito Santo e é um dos mecanismos de operacionalização de inovação do MCTIC; (iii) os potenciais *spin-offs* relacionados a Tecnologia da Informação são reconhecidamente premiadas nos melhores eventos da área, como o Campus Mobile do Instituto NET Claro Embratel e

o Campus Party Brasil e foram apontadas como referências pelos principais programas de empreendedorismo, incubação e aceleração de empresas, como os Corredores Digitais e pela administradora do campus da UFC de Quixadá; (iv) as advindas de outros setores foram desenvolvidas com parceria múltiplas de diversos órgãos como a Embrapii e pelo exponencial números de patentes advindas pelos departamentos de origem e instituições envolvidas no processo; (v) a maioria tem potencial para exercer um papel fundamental na formação e desenvolvimentos dos setores na região; (vi) entende-se por *spin-off* acadêmica em potencial aquela que encontra-se entre o período que se inicia na fase de ideia do projeto tecnológico, passando pelo processo de formação de equipes, legalização da empresa até o momento em que a *spin-off* deixa a universidade, considerando estudos das fases do ciclo de vida dos *spin-offs* acadêmicas de Clarysse e Moray (2004) e Huynh *et al.* (2017) que foram os norteadores do estabelecimento dos parâmetros.

As tecnologias desenvolvidas pelas organizações estudadas estão resumidas no Quadro 6. As do setor de biotecnologia tem ênfase em nutrição humana e animal de alta qualidade com a conserva de características físico-químicas do produto *in natura*, diagnósticos com técnicas modernas no estudo de enfermidades infecciosas, análises embrionárias não invasivas, por meio da análise do substrato na reprodução *in vitro* e vacina terapêutica por meio da seleção do material genético do patógeno que é inserido em vegetais que geram proteínas para fabricação de vacinas e produtos terapêuticos.

Quadro 5 – Resumo das tecnologias estudadas

QUADRO RESUMO DAS TECNOLOGIAS ESTUDADAS		
POTENCIAL SPIN-	TECNOLOGIA DESENVOLVIDA	
1.	OMICRON	DIAGNÓSTICO MOLECULAR EM LEISHMANÍOSE
2.	RHO	ANÁLISE EMBRIONÁRIA NÃO INVASIVA DE REPRODUÇÃO IN VITRO
3.	ALPHA	ÁGUA DE COCO EM PÓ PARA NUTRIÇÃO HUMANA
4.	GAMMA	VACINA TERAPÊUTICA DE LEISHMANIOSE POR MEIO DA SÍNTESE PROTÉICA DE VEGETAIS
5	TAU	SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA TANQUES DE PSICULTURA
6	IOTA	BARCO ROBÓTICO AUTÔNOMO PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL
7	DELTA	APP SMART FARM QUE AUXILIA A GESTÃO DE CSAs (COMUNIDADES QUE SUSTENTAM A AGRICULTURA)
8	ETA	PISOS MICROGERADORES DE ENERGIA LIMPA PARA GAMEFICAÇÃO DE EVENTOS
9	QUI	ÓCULOS INTELIGENTE PARA PORTADORES DE NECESSIDADES VISUAIS
10	SIGMA	SISTEMA EMBARCADO QUE PERMITE MONITORAR A QUANTIDADE E QUALIDADE E REALIZAR O TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA
11	BETA	APP GAMIFICADO PARA ENSINO DE LIBRAS PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES
12	OMEGA	APP INTERATIVO DE SUPORTE A ATIVIDADES DE TURISMO

Fonte: Elaborado pelo autor.

As provenientes dos setores de tecnologia da informação são relacionadas à Engenharia de software, Design Digital e Tecnologias Embarcadas: as tecnologias exploradas vão de projetos que têm forte viés social e de inclusão, como os óculos especiais para portadores de necessidades especiais visuais, que funciona por meio de um sistema de detecção de obstáculos acima da linha da cintura até plataformas para auxiliar o ensino da Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) e o ensino de pessoas surdas a ler português. Outras tecnologias têm o viés de sustentabilidade e preservação ambiental como a tecnologia de microgeração de energia elétrica por meio da propriedade piezoelétrica que gera energia limpa para atividades de laser por meio da gameficação do piso. Além desta tecnologia também foi estudado um mini ERP para gestão de Comunidades que Sustentam a Agricultura (*Community Supported Agriculture*) denominada CSAs que auxiliam na expansão da agricultura familiar e diversificada, e na integração de consumidores e produtores de produtos orgânicos. Outra tecnologia embarcada estudada é o barco robótico para coleta e monitoramento de dados ambientais. Outro caso avaliado é de um aplicativo que auxilia turistas a identificar os principais pontos da cidade, no qual ao alcance de um clique o usuário tem informações do ponto escolhido em diversas línguas. E por fim,

foi estudado o caso da tecnologia de automação para tanques de piscicultura que apresenta um sistema de recirculação de água, controle de arraçoamento e de temperatura aquática.

Os entrevistados serão identificados pelos nomes fictícios das *spin-offs* acadêmicas atribuídas.

A tecnologia de RHO é utilizada em seres humanos, mas é inédita na reprodução de animais, mas pode ser considerada uma combinação de conhecimento associada ao *know-how* do departamento da universidade, do laboratório e do grupo de pesquisa desenvolvedor. Este tipo de tecnologia é típico da economia do aprendizado definida por Lundvall e Johnson (1994), tecnologias semelhantes são estudadas, como nos casos de ETA, IOTA e OMICRON.

A identificação do nível de maturidade científica e tecnológica dos projetos de pesquisa foram levantadas por meio do Fluxo de Determinação da TRL e confirmada por meio do resumo da escala TRL adaptada da ABNT (2015), no Quadro 4, de marcos e resultados desenvolvidos. Após este enquadramento as tecnologias dos potenciais *spin-offs* foram enquadradas na escala de quatro níveis da EMBRAER.

As organizações de biotecnologia apresentam períodos de tempo bem distintos para o desenvolvimento de sua tecnologia principal, como identificado no Quadro 6 que identifica o tempo de amadurecimento da tecnologia em cada estágio conforme a escala da EMBRAER utilizada neste estudo. Podemos identificar que Omicron e Rho ingressaram recentemente no último estágio da escala, saindo recentemente da etapa de P&D pré-competitivo de desenvolvimento tecnológico, chegando ao estágio de aplicação comercial no último trimestre até da coleta de dados desta pesquisa; o *spin-off* Gamma chegou faz um semestre na etapa de demonstração de tecnologias aproximando-se da etapa de desenvolvimento de produtos e Alpha encontra-se faz 60 meses no último período de desenvolvimento de sua tecnologia.

As instituições de TI apresentam prazos para o desenvolvimento de sua tecnologia inferiores as de biotecnologia, o que é possível identificar a partir do Quadro 7 que as tecnologias de software e embarcadas tendem a chegar aos últimos níveis de desenvolvimento no período inferior a dois anos, em contra partida tecnologias de automação com a TAU com potencial para ser aplicada no setor de produção de proteínas e a de IOTA com o barco robótico autônomo com o uso intensivo de IoT, internet das coisas, interconectando diversos objetos com a internet, além de ser

necessário mais tempo devido a quantidade de conhecimentos necessários subir cada degrau de desempenho das tecnologias e projetos tecnológicos embutidos em cada tecnologia.

Quadro 6 – Resumo das tecnologias estudadas

RELAÇÃO ENTRE MATURIDADE TECNOLÓGICA E O TEMPO							
POTENCIAL SPIN-OFF ACADÊMICA	SETOR	TEMPO DE AMADURECIMENTO DA TECNOLOGIA				TRL	
		PESQUISA FUNDAMENTAL	PESQUISA APLICADA	DEMONSTRAÇÃO DE TECNOLOGIAS	APLICAÇÃO COMERCIAL PRODUTO/SERVIÇO		
1	OMICRON	BIOTECNOLOGIA	12	3	6	3	9
2	RHO		12	12	12	2	8
3	ALPHA		36	48	36	60	9
4	GAMMA		24	36	6		6
5	TAU	TI	12	12	12	12	7
6	IOTA		6	12	12	12	9
7	OMEGA		1	2	7	2	8
8	DELTA		2	3			4
9	ETA		6	4	3	6	7
10	QUI		4	2	3	3	8
11	SIGMA		2	2	3		6
12	BETA		4	4	6		6

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS SPIN-OFFS ACADÊMICOS EM POTENCIAL A PARTIR DE SUA RELAÇÃO COEVOLUTIVA COM APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

Conforme os dados da investigação, a variável aprendizagem foi avaliada segundo os processos de aquisição interna e externa de conhecimento; socialização e codificação de conhecimento, segundo a variedade, intensidade, funcionamento e interação de processos conforme a evolução da escala de maturidade tecnológica da Embraer.

O Quadro 8 mostra a variedade e intensidade dos mecanismos de aquisição e de conhecimento empregados pelos *spin-offs* em potencial em cada etapa de desenvolvimento tecnológico. As evidências apontam que as organizações acumularam progressivamente uma maior variedade e intensidade de atividades de aquisição conhecimento.

Quadro 7 – Display dos mecanismos de aquisição de conhecimento baseado no Quadro 3 quanto a variedade e intensidade

MECANISMOS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO		PF	PA	DT	AC	
Aquisição de Conhecimento Interno	1	Cursos e treinamentos internos para melhoria de processos	Aus->Lim	Aus	Lim	Aus->Lim
	2	Aprendizagem com a rotina “learning by doing”	Mod	Mod	Div	Mod
	3	Trabalho em equipe para solução de problemas	Mod	Div	Div	Div
	4	Formação de equipes para padronização de processos	Lim	Mod	Div	Div
	5	Experimentação em pesquisa e desenvolvimento	Div	Div	Div	Div
	6	Engenharia reversa de produtos	Lim	Lim	Lim	Lim
	7	Estudos para alongamento da capacidade produtiva	Lim	Lim	Lim	Lim
	8	Formação de círculos de controle de qualidade e reuniões	Lim	Lim	Mod	Div
Aquisição de Conhecimento Externo	1	Consultoria ou auditoria para realização de projetos e implantação de ferramentas de gestão	Lim	Lim	Mod	Lim
	2	Participação em treinamentos e capacitações externas no Brasil e no exterior	Mod	Mod	Mod	Mod
	3	Participação em congressos, seminários, encontros, visitas técnicas, workshops e cursos	Lim	Mod	Lim	Lim
	4	Parcerias formais com empresas nacionais e estrangeiras (fornecedores/ joint ventures)	Aus->Lim	Lim	Lim	Aus->Lim
	5	Contratos de assistência técnica	Aus	Aus	Aus->Lim	Aus->Lim
	6	Convênios com a universidade	Div	Div	Div	Div
	7	Participação de grupos de pesquisa	Lim	Mod	Mod	Mod
	8	Aquisição de tecnologia externa/ transferência de tecnologia	Aus->Lim	Lim	Mod	Aus->Lim
	9	Recrutamento de técnicos, especialistas e recém-formados	Aus->Lim	Aus->Lim	Aus->Lim	Lim
	10	Treinamentos e cursos externos (como em softwares e língua estrangeira)	Lim	Lim	Lim	Aus->Lim
	11	Feedback de apoio técnico de usuários/ potenciais usuários/ clientes	Aus	Aus->Lim	Lim	Mod
	12	Monitoramento de atuais/ potenciais competidores	Lim	Lim	Lim	Mod

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa

O Quadro 9 apresenta a variedade e intensidade dos mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento empregados pelos *spin-offs* em potencial em cada etapa de desenvolvimento tecnológico. As evidências apontam que as organizações acumularam progressivamente uma maior variedade e intensidade de atividades de aquisição e conversão do conhecimento.

Quadro 8 – Display dos mecanismos de conversão de conhecimento baseado no Quadro 3 quanto a variedade e intensidade

MECANISMOS DE CONVERSÃO DE CONHECIMENTO		PF	PA	DT	AC	
Codificação de Conhecimento	1	Certificações específicas	Aus	Aus	Aus->Lim	Aus
	2	Codificações e especificações de materiais e sistemas	Aus->Lim	Lim	Lim	Lim
	3	Documentação de resultados dos grupos de pesquisa	Aus->Lim	Aus->Lim	Lim	Lim
	4	Criação de apostilas de cursos internos	Aus->Lim	Aus	Aus	Aus
	5	Criação de padrões para projetos e processos/ protocolos de especificação de produtos	Aus	Lim	Lim	Lim
	6	Acompanhamento de normas técnicas	Aus	Aus->Lim	Lim	Mod
	7	Sistemas de controles gerenciais	Aus->Lim	Lim	Lim	Lim
	8	Relatórios de visitas técnicas, de análise de anomalias e de trabalhos científicos	Mod	Mod	Mod	Div
	9	Manuais de processos, equipamentos e treinamentos	Aus->Lim	Aus->Lim	Aus	Lim
Socialização de Conhecimento	1	Solução compartilhada de problemas internos	Div	Div	Div	Div
	2	Desenvolvimento de especificações com a equipe interna	Lim	Lim	Mod	Mod
	3	Desenvolvimento de especificações junto com parceiros	Aus->Lim	Lim	Lim	Lim
	4	Solução compartilhada de problemas junto a parceiros	Lim	Aus->Lim	Lim	Lim
	5	Rotação de trabalho, trabalhos em equipes multidisciplinares, forças-tarefa	Lim	Mod	Mod	Mod
	6	Interações baseadas em P&D (Solução compartilhada de problemas/ desenvolvimento de especificações)	Lim	Lim	Lim	Mod
	7	Interações baseadas em P&D com usuários/ potenciais clientes	Lim	Aus->Lim	Lim	Lim
	8	Interações baseadas em P&D com fornecedores nacionais / estrangeiros	Aus->Lim	Aus->Lim	Aus->Lim	Aus->Lim
	9	Interações baseadas em P&D com competidores	Aus	Aus	Aus->Lim	Lim

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa

4.2.1 Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e os mecanismos de variedade e intensidade dos processos de aprendizagem tecnológica

Esta seção apresenta a evolução das tecnologias das *spin-offs* acadêmicas conforme as etapas de maturidade tecnológica definidas na metodologia desta dissertação.

4.2.1.1 Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de pesquisa fundamental

Na etapa de pesquisa fundamental, quando as tecnologias davam seus primeiros passos no que tange a definição de teorias, princípios e suposições para o desenvolvimento da tecnologia; foram formuladas as aplicações potenciais da tecnologia e foram entendidos os princípios básicos a serem utilizados (ABNT, 2015).

Contratos de assistência técnica são realizados a depender da demanda e do equipamento que precisa de manutenção, na área de biotecnologia - não foi

identificada a utilização deste recurso nas outras organizações avaliadas - por exemplo, foi levantado nas visitas técnicas aos laboratórios sequenciadores, espectrofotômetros, analisadores de ácidos nucleicos, analisadores de imagem, dispensadores. Normalmente, como levantado na pesquisa estes equipamentos são compartilhados e utilizados nos laboratórios da universidade, quando as *spin-offs* em potencial passam pela etapa de legalização, conforme a definição de Clarysse e Moray (2004) é que estas compram equipamentos próprios e a partir disso assinam contratos com empresas para manutenção de seus equipamentos.

Temos contratos de assistência técnica para os nossos equipamentos [...] ocorre desde o começo e a intensidade depende de cada equipamento, tá? E da demanda. É como eu te falei, tem equipamento que requer assistência técnica a cada seis meses e outros a cada ano, a gente tem a empresa tal. O cientista cita uma empresa especializada em manutenção e reparação de equipamentos e produtos. [RHO]

O cientista entrevistado da organização GAMA cita que é fundamental realizar contratos de assistência técnica, já que pelo tamanho da companhia eles precisam de alguém para realizar processo de manutenção nos equipamentos o que de certa forma auxilia no processo de *supply chain*, já que fornecem peças de reposição para a empresa. O contrato de assistência técnica auxilia a empresa ALPHA a alcançar novos mercados e a automatizar a linha de produção.

Fizemos com o fabricante da máquina de secagem [...] a partir da etapa de demonstrações de tecnologia [...] a grande contribuição foi que eles nos auxiliaram no processo de automatização da linha de produção [...] na medida em que fomos realizando ajustes na linha, foi necessário ajuste nos equipamentos e na atualização da tecnologia [...] sei lá, peças novas que surgiram na Alemanha foram incorporadas no equipamento que não tinha antes [...] eles chegaram a contribuir para o desenvolvimento tecnológico, mas podemos listar uns 30%, porque você tem uma linha não é nem tão automatizada, mas a partir do momento que você quer alcançar um mercado mais exigente que colocamos como um hospital você precisa de mais automatização para gerar os relatórios e os certificados que exigissem. [ALPHA]

O *feedback* de usuários em potencial ou clientes, atividade de aquisição de conhecimento externo, claramente é uma atividade utilizada com maior intensidade pelas empresas na medida em que a tecnologia vai chegando nos últimos níveis da escala de evolução tecnológica, normalmente nesta etapa as organizações preocupam-se mais em testar os seus produtos com os clientes em potencial e usuários da tecnologia, chegando a cooperar intensamente para o desenvolvimento

tecnológico, estes contatos ocorrem em diversos locais e até de maneira informal em eventos, encontros tecnológicos e feiras científicas, desse modo as *spin-offs* acadêmicas em potencial, realizam o processo de sociabilização, definido por Nonaka, Takeuchi e Umemoto (1996), aproveitando o conhecimento tácito dos clientes.

O desenvolvedor da tecnologia BETA admite que recebeu “vários” *feedbacks* de potenciais clientes e esta é uma atividade muito proveitosa desde o começo para o desenvolvimento de *softwares*. QUI aponta que realizar visitas ao Hospital Alberto Baquit Júnior - referência no tratamento de doenças visuais - para testar os protótipos da tecnologia foi um “divisor de águas” para o que a tecnologia.

O cientista da OMICRON aponta que, esta atividade passou a ser quase uma “política da empresa”, trabalhar com clientes no desenvolvimento das tecnologias é claramente mais utilizado nas últimas etapas do desenvolvimento tecnológico.

Nesse momento estou desenvolvendo cinco testes, então eu joga no grupo de veterinários (aplicativo de comunicação instantânea para *smartphones*) para as pessoas que já são meus clientes, mas na etapa em que estou testando um produto, como um teste de leptospirose em cães e gatos [...] Se você tiver um gato com suspeita de ter contraído a enfermidade, você me manda que faço o teste para você de graça [...] A tecnologia precisa estar pronta, então esses teste me ajudam, a saber, o protocolo de fato funciona e fazer volume confiança para esse teste [...] Dessa forma é possível reafirmar, modificar e ajustar o funcionamento dos testes. [...] É mais uma etapa de validação. [OMICRON]

Quanto à aquisição de certificações específicas, poucas organizações conseguiram conquistar alguma ou se viram na necessidade de buscar algum certificado. A necessidade destes certificados aparece na medida em que a tecnologia chega aos estágios finais de evolução. Os *spin-offs* em potencial de biotecnologia como a OMICRON, GAMA e RHO possuem a ISO 9001 que é obrigatória para ser mantido um laboratório na universidade e a universidade está em processo de aquisição da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 que é para acreditação de laboratórios de calibração e de ensaio, conforme explica o especialista do RHO.

A cientista de ALPHA cita as BPFs, as boas práticas de fabricação reguladas pela Anvisa, que consistem em oferecer um manual de padronização para diversos setores, neste o alimentício; e a PAS, Programa Alimentos Seguros que usou para conseguir a ABNT NBR 15635:2008 que são requisitos de boas práticas de higiênico-sanitárias e controles operacionais essenciais nos processos industriais de fabricação de alimentos.

Primeiro o produto precisava atender os normativos [...] acabou fazendo parte do processo, porque eu tinha já o produto que atendia os requerimentos técnicos e depois foram os processos de certificação que aí vai entrando a questão dos funcionários, toda questão de treinamento e cursos obrigatórios que eles têm que fazer [...] precisamos ter as BPFs, boas práticas de fabricação e a PAS, programa de alimentos seguros, na qual fizemos o curso de PAS no Sebrae para conseguir a certificação. [ALPHA]

O cientista que coordenou o desenvolvimento do barco autônomo, da organização IOTA, cita que agora na última etapa de desenvolvimento da tecnologia que está sendo necessário se adequar e observar as NORMAN's, Normas da Autoridade Marítima, pois o barco vai passar a realizar atividades em águas marinhas e cita a NORMAN 01/DCP que é para embarcações empregadas na navegação a mar aberto.

Quanto ao mecanismo de criação de processos e/ou protocolos de especificação de produtos eles normalmente existem a partir da etapa de demonstração de tecnologias, mas não necessariamente são sistematizados, aponta a desenvolvedora de ALPHA. O entrevistado da OMICRON concorda ao apontar que seu produto após ser desenvolvido começou a demandar novas exigências dos cientistas, como o estabelecimento de formas de manejar e “transportar o produto”, como a “temperatura”, ele pontua que este conhecimento se tem a partir da literatura, mas quando se vai para prática é que se vê a necessidade do estabelecimento de protocolos.

As interações baseadas em P&D com competidores têm complicadores fundamentais, como a implicação da questão da propriedade intelectual da tecnologia, como na organização OMICRON; outro complicador é a distância de relacionamento com concorrentes como QUI e ETA e ainda o grau de inovação da tecnologia que confere ineditismo do produto, como em BETA e DELTA ou da técnica aplicada como em RHO e GAMA. Sobre o grau de inovação destas tecnologias originadas no contexto de *spin-offs* universitárias Shane (2004) pontua que são originadas com base no desenvolvimento de uma tecnologia originária do *menu* de propriedade intelectual da universidade, sendo empresas que nascem a partir de inovações em produtos e serviços, e não em processos produtivos como é característico das *latecomer firms* (ver BELL; PAVITT, 1995, 1997; CÂMARA; BRASIL, 2015), podendo estas empresas desenvolverem tecnologias que permitam a empresa inaugurar mercados e/ou

competir no mercado com um produto próximo da fronteira tecnológica (DAHLMAN; ROSS-LARSON; WESTPHAL, 1987).

4.2.1.2 Evolução das tecnologias de spin-offs acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de pesquisa aplicada

Na etapa de pesquisa aplicada, ocorre à formulação do projeto conceitual da tecnologia, aparecem os primeiros resultados provenientes de experimentos nos laboratórios e o surgem os modelos analíticos do elemento estudado e a prova de conceito. Ainda nesta fase do desenvolvimento tecnológico os primeiros requisitos de desempenho são definidos e é demonstrado o desempenho funcional do elemento com maquete em ambiente laboratorial (ABNT, 2015). É possível perceber que nesta etapa mais 86% dos mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento são utilizados, sendo ausentes processos, como cursos e treinamentos internos para melhorias de processos e criação de apostilas e cursos internos e estes mesmos processos nas próximas etapas da evolução tecnológica propostas tem leve aumento de intensidade.

Os cursos e treinamentos internos têm fatores limitantes como a ainda pouca capacidade das empresas de conseguirem levantar recursos para contratar cursos *in company*, o que também não impediu de ocorrerem alicerçados por políticas públicas e, nestas condições, sobretudo pelo uso da infraestrutura tecnológica da universidade.

Estes cursos conforme a gestora da companhia ALPHA foram fundamentais para que a empresa pudesse “tirar o véu da inocência” dos pesquisadores fundadores, e ter prosseguimento diante das exigências de legislações sobre o setor produtivo no qual atua. Ao ser indagado sobre este tópico o desenvolvedor principal da tecnologia da *spin-off* em potencial TAU compreende que a própria formação acadêmica dos desenvolvedores foi fundamental para a maturidade da tecnologia, a citar os títulos de doutorado e mestrado do líder do laboratório em Engenharia de Teleinformática e as graduações em Engenharia Elétrica e em Ciências da Computação, bem como do codesenvolvedor com o Mestrado em andamento de Engenharia de Telecomunicações, ponderações semelhantes foram expressas pelos entrevistados de BETA e SIGMA que tiveram as

suas “ideias sementes”, gestadas em uma disciplina do curso de Design Digital e de Engenharia de *Software*, respectivamente.

Mesmo as potenciais *spin-offs* acadêmicas, sendo compostos em sua maioria por acadêmicos, poucas empresas exploraram tal oportunidade tão bem quanto OMICRON, organização com uma das tecnologias mais avançadas, que desenvolveu cursos como um produto alternativo as tecnologias desenvolvidas para levantar recursos e fidelizar clientes, com a oportunidade de passar um tempo com os clientes compreendendo suas demandas.

É possível perceber a estabilidade de atividades que mantém níveis baixos de frequência e variedade nas diferentes épocas da trajetória tecnológica, a exemplificar: a engenharia reversa de produtos, estudos de alongamento de cadeia produtiva, treinamentos e cursos externos, codificações e especificações de materiais e sistemas, documentação de resultados de grupos de pesquisa e sistemas de controles gerenciais.

O mecanismo de aquisição de conhecimento interno de engenharia reversa foi compreendido e adaptado de distintas maneiras pelos entrevistados. No produto de automação estudado foi compreendido no seu conceito clássico, mas para algumas organizações de biotecnologia foi compreendido como engenharia genética reversa e para algumas de TI foi compreendido como *briefing* reverso. Algumas das explicações para que este mecanismo tenha se mantido estável ao longo do tempo foi o perfil de sua utilização, enquanto algumas *spin-offs* o utilizaram ao longo do desenvolvimento da tecnologia, outros realizam o processo uma única vez; não convergem, então, no sentido de escolher ou compreender uma etapa em que o mecanismo seja utilizado de maneira contínua.

Quanto ao uso da engenharia reversa para inovação, vejamos:

Teve uma maior intensidade quando estávamos conhecendo as propriedades que poderiam ser aplicadas no produto. O desenvolvimento mesmo do produto se deu com na etapa de pesquisa aplicada. Tivemos bastante nesta etapa e também desenvolvimento no DT. A propriedade de pisos elétricos da maneira que estamos utilizando já pode ser considerada uma engenharia reversa, porque a propriedade de pisos elétricos já é utilizada em fones de ouvido/ áudio, deixe-me explicar melhor, quando você fala ele vibra a propriedade de pisos elétricos dentro do áudio e ele transforma em pulsos elétricos. [...] Estamos utilizando para gerar energia ao invés de usar somente os pulsos elétricos. Ninguém utiliza para fazer energia, utilizam para fazer relógio ou fones. [ETA]

Quanto ao estágio de desenvolvimento tecnológico, o desenvolvedor de OMEGA acredita que “-Não é o ideal fazer logo no início, o ideal é fazer nas fases em que estamos realizando testes”. Quanto ao uso o cientista da TAU argumenta que é bastante comum, “mas para este produto pegamos apenas na parte de IoT de outro projeto de automação que estava sendo desenvolvido por outro aluno”. Quanto aos custos para realizar a atividade a desenvolvedora da QUI disserta que não realizaram o processo porque chegaram até encontrar uma ideia semelhante de tecnologia, mas “era caríssimo, não era viável”.

Acerca da utilização do processo para efeitos comparativos a OMICRON utilizou para comparar o que estava sendo vendido no mercado com o que a empresa desenvolveu.

Então na verdade o que eu fiz foi comparar o que eu estava desenvolvendo com que estava sendo oferecido no mercado em termos comerciais, então, assim, basicamente, busquei justificar o meu menor custo da tecnologia perante aquilo que eu poderia oferecer como qualidade. [OMICRON]

Quanto à compreensão das atividades o entrevistado da BETA entendeu que realizou o *briefing* reverso que é uma técnica muito utilizada no desenvolvimento de *softwares*:

Fizemos o *briefing* reverso várias vezes, verificando com os potenciais clientes se estávamos atendendo bem as demandas de aprender libras e português[...] Analisamos as demandas dos clientes e então revistamos nossos projetos observando as ponderações práticas que recebemos[...] Trabalhamos com a metodologia Scrum, então entregamos várias vezes o *briefing* reverso, de diversos aplicativos que a gente comprou[...] Apesar de nosso mercado ser novo, no início pesquisamos os *apps* e depois quando procurávamos novamente eram os mesmos *apps* que já tínhamos estudado. [BETA]

Ainda na compreensão, leia-se, adaptação da terminologia, foi realizada a engenharia genética reversa em RHO e GAMA. O cientista de RHO apontou que a empresa partiu de um procedimento de que era realizado em seres humanos e a técnica agora está sendo desenvolvida para atender animais, sendo assim “é uma inovação na área”, caso semelhante foi dito por ALFA afirmando ser um “produto inovador” e GAMA também apresenta um “produto inovador” e não utilizou o processo.

Inclusive ontem estávamos discutindo isso em sala de aula, [...] a gente já conhece uma proteína e seu efeito desejado, então o processo de engenharia

genética reversa seria [...] a teoria do dogma central da biologia é que todo DNA gera um RNA, então, basicamente, conhecendo a proteína você pode fazer um trabalho de sequenciar essa proteína [...] para esta tecnologia não utilizamos esta técnica e nem processos de clonagem ou fazer material genético. [GAMA]

Estudos de alongamento da cadeia produtiva apresentam-se de forma limitada por fatores financeiros, vejamos o desenvolvedor da TAU pontua que apesar de quase não ter realizado o processo estão “em condições de desenvolver um lote cabeça de série”, mas “o que dificulta é a falta de dinheiro e mão de obra”. A *spin-off* em potencial GAMA entende que está é uma das grandes dificuldades da companhia pela falta de recursos financeiros e estuda transferir a tecnologia para uma empresa estrangeira quando não conseguir mais desenvolver.

Estes estudos são realizados, porém não de maneira frequente em OMEGA:

Não necessita de muitos estudos, porque você faz uma vez mais ou menos em cada etapa. Trabalhamos com a metodologia ágil e não colocamos tudo que tem que ter no produto, aplicativo, sistema. [...] Trabalhamos por *sprints* semanais, algumas coisas fazemos menos e outras fazemos mais. Nosso processo é contínuo. [OMEGA]

O entrevistado de outra organização de TI, BETA, pontua que já foram realizados, porém não muitos para testar questões como “requisições de acesso e o potencial do servidor”. Já o de ALFA pontua que os “grandes estimuladores” para alongamento da cadeia produtiva são os “editais de fomento” e o responsável por IOTA coloca que o projeto inicial recebeu recurso da FINEP para produção de 2 barcos, mas para alongar a cadeia produtiva, apesar da “falta de recursos” é mais fácil, uma vez que já é conhecido da organização “as metodologias e materiais necessários para produzir equipamentos”.

Treinamentos e cursos externos recebidos pelas organizações na sua maioria auxiliaram as organizações nos processos de evolução da tecnologia, embora muitos destes processos tenham sido utilizados em média de maneira limitada e moderada. O desenvolvedor da tecnologia da organização ETA destaca que a maioria foram realizados nos corredores digitais:

Tudo que fazíamos na empresa era nos corredores, eles passavam os planos de trabalho para gente fazer [...] cursos e vídeo-aulas [...] Aprendemos tudo sobre startup nos corredores digitais, foi a base da *startup*. [ETA]

O cientista da RHO aponta a necessidade de treinamento, inclusive no exterior para a manipulação dos equipamentos do laboratório e de *softwares* estatísticos. O cientista responsável pela GAMA pondera sobre a necessidade de abastecer de conhecimento os “*players* envolvidos no processo”, uma vez que a pesquisa aplicada demanda conhecimentos de técnicas e a utilização de *softwares*.

A gente caminha sempre com algumas técnicas de bioinformática, basicamente quando você vai fazer uma análise genética é impossível se fazer a olho nu [...] seria muito complicado observar [...] biorrepetições dos quatro nucleotídeos de DNA sem o auxílio de um software. [GAMA]

Codificações de materiais e sistemas são atividades que começam a tomar forma na RHO no começo do processo quando são desenvolvidos os POPs do laboratório, já em TAU ocorre mais próximo da comercialização.

Quando você está no final, mais próximo da comercialização é mais importante! Porque quando você está em pesquisa, você tem várias opções, então estuda as várias possibilidades e escolhe a melhor, aí quando você sabe para onde vai que a padronização vai ser mais importante. [TAU]

A documentação de resultados dos grupos de pesquisa ocorreu de distintas maneiras, a citar: patentes, artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais e eventos científicos nacionais e internacionais, bem como os projetos tecnológicos e projetos de licenciamento ambiental, dissertações de mestrado e teses de doutorado e acompanhou uma tendência de crescimento com a maturidade tecnológica das firmas. Os trabalhos que foram resultados dos cursos de tecnologia da informação foram mais relacionados a artigos científicos apresentados em congressos nacionais, da *spin-off* em potencial ETA e um capítulo de livro de tecnologia assistida para inclusão de pessoas com deficiência, do QUI. As organizações TAU, ALFA, RHO E GAMA concordam que as publicações só vêm após o patenteamento das descobertas. Em uma análise do currículo *Lattes* da cientista chefe da *spin-off* em potencial ALFA constam 21 artigos nacionais e 12 internacionais publicados em revistas científicas diretamente ligadas a tecnologia; RHO, ALFA, GAMA, DELTA, ETA e QUI concordam que os grupos são fundamentais para a evolução da tecnologia.

Quantos aos sistemas de controles gerenciais o especialista de OMICRON admite que apesar da maturidade tecnológica da tecnologia *core* da firma admite que o controle gerencial se apresenta “capenga” e com necessidade de “mais

organização”. Em ALFA por causa das normas técnicas que a instituição tem que seguir, sua especialista pontua que as normas auxiliam demais nos “controles gerenciais” e garantem “entregas de qualidade”, ALFA e RHO comentam algo no sentido do auxílio de “normas técnicas” para manter os controles gerenciais, a necessidade de manter “produtividade nos laboratórios” e o auxílio da “incubadora da universidade” na implantação dos sistemas. ETA, BETA e OMEGA utilizam a metodologia *Scrum* que é uma “metodologia ágil” que ajuda na gestão e planejamento do desenvolvimento de softwares, por meio da organização de atividades e ciclos de desenvolvimento, “*sprints*” e a “divisão de trabalho”. O uso de metodologia *Scrum* auxilia estas empresas no processo de acumulação de capacidades tecnológicas de acordo com Figueiredo (2004), pois permite que os conhecimentos técnicos dos indivíduos sejam organizados com o objetivo de transformar seus processos de rotinas.

4.2.1.3 Evolução das tecnologias de *spin-offs* acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de demonstração de tecnologias

Na etapa de demonstração de tecnologias as organizações começam a testar seus produtos em ambientes relevantes, são identificadas as funções críticas do elemento, bem como definidas as verificações das funções críticas, os primeiros relatórios de operação em maquetes são concebidos, ainda são definidos os requisitos para operação em ambiente relevante e são dados resultados de ensaios com o modelo (ABNT, 2015). Nesta etapa são utilizados 95% dos processos de aquisição e conversão de conhecimentos listados no questionário, um crescimento de 10% em relação à etapa de pesquisa aplicada, sendo que todos os mecanismos de aquisição de conhecimento interno e externo e socialização de conhecimento estiveram presentes nas organizações. As atividades de destaque nesta etapa foram o *learning by doing*, formação de ciclos de controle de qualidade, a participação dos grupos de pesquisa, a solução compartilhada de problemas internos e a rotação de trabalho, e ainda trabalho com equipes multifuncionais e forças-tarefa.

A atividade de aprendizagem com a rotina chega ao seu pico máximo nesta etapa, mantendo uma elevada intensidade em todo o processo de desenvolvimento tecnológico para a maioria das empresas. Para o desenvolvedor de BETA esta atividade foi “mais importante na etapa de pesquisa fundamental”. No estudo de caso

de ETA foi levantado que em todas as etapas o processo esteve presente, sobretudo nas etapas de pesquisa aplicada, demonstração de tecnologias e de aplicação comercial, neste caso os alunos “estudavam” e apresentavam o produto para o “professor” codesenvolvedor e eram realizados ajustes, o ciclo se repetia na etapa de fase de demonstrações de tecnologias o produto “bivoltou”, e teve seu conceito reestruturado para atender demandas do mercado e/ou poder oferecer uma oferta mais precisa a necessidade latente do mercado.

O desenvolvedor de OMEGA aponta que esta atividade é muito intensa e proveitosa, afirmando que “nossa vida é aprender com a rotina”, acaba aprendendo menos com o desenvolvimento da tecnologia, mas “com o passar do tempo é mais proveitoso”, porque no começo “os problemas nos fazem quebrar a cabeça”, mas hoje “aprendemos melhor”. Do estudo de caso de GAMA compreendemos que algo semelhante, “a biotecnologia é muito construída por tentativa e erro”, depois com as descobertas ocorre os processos de “purificação e polimento da tecnologia”. E em RHO a técnica foi aperfeiçoada por meio de intensos “testes-piloto”, para o aprendizado aperfeiçoado, até se chegar a “precisão da técnica”, uma vez que até “a temperatura e umidade” são variáveis que interferem na aplicação da tecnologia. OMICRON entende que a atividade é mais intensa quando os produtos estão sendo colocados na fase final de evolução, quando se aumenta “o refino dos processos, a velocidade dos diagnósticos e a segurança nos processos”. No caso da tecnologia de IOTA esta modalidade de aprendizado foi mais intensa quando os protótipos e simulações foram realizados na etapa de demonstração de tecnologias, e para o especialista da TAU é na fase de testes que o processo ganha intensidade e relevância.

A participação em grupos de pesquisa é intensa e crescente assim como o desenvolvimento tecnológico, na ETA geraram participações em eventos e a construção de trabalhos científicos, em QUI não foi muito proveitoso para o desenvolvimento tecnológico e esse padrão é semelhante nas outras organizações de TI, exceção de TAU e IOTA. Em TAU o processo ganha relevância progressiva, uma vez que o trabalho foi mais desenvolvido pelo aluno e pelo orientador e com o aparecimento dos problemas com as técnicas os “colegas” começam a auxiliar no desenvolvimento tecnológico. No caso de IOTA foi intensa a participação de grupos de pesquisa de áreas como TIC e Engenharias. Em ALFA, GAMA e RHO os grupos

de pesquisa são muito ativos e cruciais para evolução da tecnologia, bem como a cooperação diversos grupos nacionais e internacionais.

A solução compartilhada de problemas internos é intensamente utilizada em todos os casos investigados e nas diversas etapas do processo de evolução da tecnologia, no caso de ETA a metodologia de gestão Scrum impulsiona a equipe a “enfrentar os problemas e desenvolver soluções”, no caso de BETA problemas, como a parte de “desing, interação, ergonomia” foi desenvolvida por toda a equipe; no caso de ALFA este mecanismo ajudou na superação de “não conformidades”; em GAMA “é mantida uma rotina para solução de problemas” e em OMICRON o processo é usado como ferramenta de “educação da equipe com relação ao uso e construção de protocolos”. Estes mecanismos, conforme NONAKA *et al.* (2014), são essenciais para inovação já que estão baseados dinâmica de interação social e são criados e explorados simultaneamente.

A rotação de trabalho, a realização de trabalhos com equipes multidisciplinares e forças tarefa mostrou-se crescente ao longo do tempo, para o estudo de caso em ALFA entende-se que é fundamental para evitar gargalos produtivos, sendo assim “na área de produção são 2 ou 3 treinados para a mesma função”; em GAMA, o compromisso na formação de RH leva a configuração de trabalhar no laboratório com a rotação de trabalho; mas admite a possibilidade de rever tal configuração para o crescimento da produtividade. Em TAU e IOTA a equipe teve que ser multidisciplinar desde o começo. Em RHO os profissionais participantes da equipe são mais especialistas em sua área e em OMICRON as equipes são treinadas em diversas funções, no entanto as funções mais críticas são executadas pelos cientistas mais experientes, até por questões de segredo industrial.

4.2.1.4 Evolução das tecnologias de *spin-offs* acadêmicas e aprendizagem tecnológica na etapa de aplicação comercial do produto/serviço

No último nível da escala aplicação comercial do produto/ serviço os requisitos de desempenho, incluindo definição do ambiente operacional; o sistema real é abarcado e o produto é colocado em operação e são gerados relatórios da operação (ABNT, 2015). Apenas 2 processos de aquisição e conversão de conhecimento não são abarcados, 7 processos são utilizados pelos *spin-offs* em potencial de maneira diversa e 8 são utilizados de maneira moderada. Nesta etapa

destacam-se atividades como trabalho em equipe para solução de problemas, experimentação em pesquisa e desenvolvimento; convênio com a universidade; relatórios de visitas técnicas, de análise de anomalias e trabalhos científicos e a formação de ciclos de controle de qualidade.

Quanto aos relatórios de visitas técnicas, de análise de anomalias e trabalhos científicos mantiveram-se moderados ao longo do desenvolvimento tecnológico e chegaram ao ápice na última etapa de evolução da tecnologia. No estudo de caso de TAU para o desenvolvimento dos sistemas é necessário a análise e o controle de anomalias do sistema, por exemplo, do controle de temperatura dos tanques que passa por uma observação *in loco* por meio de um sensor de temperatura à prova d'água que foi inserido dentro do tanque que coleta informações por meio de um *software*; um atuador térmico que mantém a temperatura ideal para criação dos animais. Em IOTA tal acompanhamento se deu com a necessidade de prover relatórios para FINEP. Quanto a relatórios de visitas técnicas foram atividades exploradas, sobretudo nos eventos que as *spin-offs* em potencial de TI participaram. E os trabalhos científicos foram observados em geral pela maioria das organizações estudadas.

Quando observamos os mecanismos de aquisição e conversão do conhecimento percebemos que a atividade de pesquisa e desenvolvimento foi sempre bem explorada pelas organizações para promover a evolução tecnológica. No estudo de caso de ETA ocorreu bastante intensidade em pesquisa e desenvolvimento com a participação de profissionais de diversas áreas cooperando com a equipe desenvolvedora, eles eram de áreas como Física, Engenharia Elétrica, Programação e Tecnologias Embarcadas e o produto foi submetido a avaliações contínuas desde o “MPV mínimo do mínimo” e depois no programa Corredores Digitais e no CriarCE o que contribuiu bastante para o melhoramento da performance. Para a evolução da tecnologia QUI o produto foi testado desde os primeiros protótipos, “eram realizados testes de eficácia” com portadores de necessidades visuais com uma frequência máxima para o recebimento de *feedbacks* e o aprimoramento do produto. Além de o produto surgir a partir de “pesquisas bem intensas” também “os eventos e programas de avaliação”- mostras, encontros da profissão e feiras- em que a equipe se submeteu a participar foram cruciais para que o “projeto decolasse”, por causa dos “*feedbacks* recebidos”.

Na visão do cientista da TAU a pesquisa e desenvolvimento foram relevantes em todo o processo:

É muito importante em todo o processo, mas é mais relevante quando levamos o produto para o ambiente relevante que não tem em laboratório, porque aí o produto estará sobre influência de diversas variáveis. [TAU]

Na organização OMICRON o processo de experimentação em P&D foi lento no começo, mas foram levantamentos “fundamentais” e “com o passar do tempo tivemos ganhos relevantes, inclusive nos processos de trabalho o que permitiu ganhos quantitativos e qualitativos” para organização.

A formação de ciclos de controle de qualidade e reuniões técnicas tem o pico máximo na etapa de aplicação comercial do produto/ serviço tendo seu aumento diretamente ligado ao desenvolvimento tecnológico. Sendo observados, sobretudo na etapa em que os protótipos são testados em ambiente real, para as empresas de TI que utilizam a metodologia ágil, as companhias concordam que tais atividades são desenvolvidas constantemente a partir dos protótipos, da montagem do MVP e mais ainda quando o produto está mais desenvolvido. A experiência anterior na indústria é colocada pelo cientista de TAU como fundamental para desenvolver o produto com rigor de controle de qualidade. O especialista de GAMA aponta que todo produto biológico que é desenvolvido tanto para seres humanos como animais requer acentuado controle de qualidade e a observância de normas ABNT NBR ISO auxiliam neste processo. No estudo de caso na OMICRON foi observado que as reuniões técnicas ocorrem mais quando a empresa adota novos protocolos ou aparecem problemas.

Bell e Pavitt (1995), Figueiredo (2004) e Cortês (2005) advertem para o papel primordial da infraestrutura tecnológica e da inovação proporcionada por universidades e seus diversos departamentos, institutos públicos e privados de pesquisa, centros de formação e treinamento, consultorias e banco de dados como fomentadores do processo inovador em nível empresarial, notadamente no caso dos *spin-offs* acadêmicas. O convênio com a universidade apresenta-se como “fundamental” para as organizações. ETA e QUI convergem ao apontar o papel dos professores no auxílio do desenvolvimento da tecnologia e da incubadora da universidade

Porque os professores são da universidade, né? E eles apoiaram bastante o processo de pesquisa e desenvolvimento do produto e o Inove, incubadora da universidade, que promove cursos, palestras e workshops sobre empreendedorismo e inovação. [ETA]

A universidade auxilia com professores que auxiliam nossas dúvidas [...] são bem disponíveis. Tivemos muito ajuda dos professores, mas na aplicação comercial não é muito a praia deles. [...] Tivemos o Inove, que é um núcleo de inovação, que nos ajuda com espaço *coworking*, capacitação, *workshops*, estimulam o empreendedorismo e o desenvolvimento de projetos tecnológicos. [QUI]

O desenvolvedor de SIGMA destaca o apoio para participação de eventos com o custeio de viagens e hospedagem e cita as bolsas de extensão e o apoio dos professores.

A cientista de ALFA argumenta que a universidade colaborou bastante para o desenvolvimento tecnológico dentro do limite orçamentário e técnico, ressalta ainda o perfil de cursos da universidade de origem da potencial *spin-offs* acadêmica como fator limitante para uma maior contribuição e também fatores orçamentários. No entanto, coloca a cooperação informal realizada entre os diversos departamentos como um fator essencial e muito relevante que a universidade de maneira formal não exerce um controle, mas que a “boa vontade” dos componentes do ecossistema, como incubadora, departamentos, grupos de pesquisa, o NIT e a Redenit foram essências neste processo. Os achados em RHO seguem uma linha semelhante com destaque para infraestrutura de laboratórios e equipamentos, bem como o processo de incubação.

Em TAU é dado o destaque para todo o processo evolutivo, ponderando que “é diferente de quando o projeto nasce em uma empresa, aqui a universidade nos ajuda o tempo todo”. E em IOTA o processo de cooperação e colaboração foi “fantástico” e essencial para o projeto “sair do papel” com a construção do convênio com o órgão financiador e a anuência da administração de cada ICT.

4.2.2 Evolução das tecnologias de *spin-offs* acadêmicas e o mecanismo de funcionamento dos processos de aprendizagem tecnológica

No Quadro 10 veremos o *display* gerado conforme estabelecido na seção de metodologia e apresenta como se deu a variação dos processos de aquisição e conversão de conhecimento quanto ao seu funcionamento.

Quadro 9 – Display do funcionamento dos processos de aprendizagem usados pelas *spin-offs* em potencial baseado no Quadro 3

Funcionamento	PF	PA	DT	AC
Aquisição de conhecimento interno	moderado	bom	bom	bom
Aquisição de conhecimento exteno	moderado	moderado	bom	bom
Socialização do conhecimento	ruim	moderado	moderado	moderado
Codificação do conhecimento	moderado	moderado	bom	bom

Fonte: dados da pesquisa

O funcionamento dos processos foi avaliado conforme os critérios estabelecidos na seção de metodologia. Este indicador reflete a efetividade que cada mecanismo cooperou para a evolução das tecnologias estudadas. O que se percebe é que os mecanismos foram sendo mais efetivos como ferramentas para evolução tecnológica na medida em que as tecnologias aumentavam de nível na escala de prontidão tecnológica.

Os mecanismos de aquisição de conhecimento interno apresentaram-se como principais influenciadores da mudança técnica com a introdução de processos como o trabalho em equipe para solução de problemas que apresentou melhor *performance* entre os mecanismos avaliados, tendo conforme avaliação dos especialistas aproveitamento superior a 69% na fase de pesquisa fundamental e mais de 75% nas demais etapas. Outras atividades que merecem destaque são as de aprendizagem com a rotina que chegou a obter média de superior a 82% de aproveitamento na etapa de demonstração de tecnologias. Além destas a formação de equipes para padronização de processos e experimentação em pesquisa e desenvolvimento tiveram aproveitamentos superiores a 70% nas três últimas etapas de evolução da tecnologia.

Um exemplo de mecanismo de aquisição de conhecimento externo que contribui com média acima de 76% em todas as etapas da evolução tecnológica foi o convênio com a universidade, outro destaque foi a participação em treinamentos e capacitações externas no Brasil e no Exterior. Para as organizações ALFA, GAMA e RHO a dependência dos mecanismos supracitados foram fundamentais, incluindo a formação de parcerias via grupo de pesquisa com outros grupos de pesquisa de outras universidades no Brasil e no exterior, estas parcerias foram desenvolvidas para testar e validar achados dos produtos e processos e para realização de cursos no exterior para operação de equipamentos importados, por exemplo; estes mecanismos formam

a base de sustentação para o desenvolvimento de capacidades inovadoras nestas firmas, segundo Cohen e Levinthal (1990) na medida em que lidam com a nova informação disponível no ambiente externo, compreendem e aplicam na finalidade comercial das *spin-offs* acadêmicas em potencial.

Os mecanismos de socialização de conhecimento que se destacaram foram documentação de resultados dos grupos de pesquisa e relatórios de visitas técnicas, de análise de anomalias e trabalhos científicos. E entre os mecanismos de codificação do conhecimento o destaque foi para solução compartilhada de problemas internos que teve média de 64,5% nas etapas de aquisição de conhecimento e de 76% nos processos de conversão de conhecimento.

4.2.3 Evolução das tecnologias de *spin-offs* acadêmicas e o mecanismo de interação dos processos de aprendizagem tecnológica

O Quadro 11 apresenta o *display* gerado conforme o estabelecido na seção de metodologia e apresenta como se deu a variação dos processos de aquisição e conversão de conhecimento quanto à interação.

Quadro 10 – Display da interação dos processos de aprendizagem usados pelas *spin-offs* em potencial baseado no Quadro 3

Processos de aprendizagem	PF	PA	DT	AC
Aquisição de conhecimento				
Conhecimento interno	forte	forte	forte	forte
Conhecimento externo	média	média	forte	média
Conversão de conhecimento				
Socialização	fraca	fraca	fraca	fraca
Codificação	média	forte	forte	média

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os processos de interação dentro dos processos de aprendizagem seguiram os critérios apresentados na seção metodológica. Dentre os mecanismos de aquisição de conhecimento interno a experimentação em pesquisa e desenvolvimento foi fundamental para que os recursos humanos pudessem aprender mais com a rotina paulatinamente e conseguissem definir padrões para os produtos na medida em que eram desenvolvidos.

O convênio com a universidade desde a pesquisa fundamental viabilizou o desenvolvimento de produção acadêmica dos cientistas e foi elemento crucial para o bom funcionamento de outras atividades que cooperam para maturação da tecnologia, como a participação em congressos e seminários, participação dos grupos de pesquisa e no recrutamento de especialistas e estudantes para colaborar com as inovações produzidas pelas firmas.

Na demonstração de tecnologia a interação dos processos de aprendizagem aumentou em função do número e da natureza dos mecanismos usados para adquirir e converter conhecimentos, como a aquisição de tecnologias, fundamentalmente *softwares*, que funcionaram como elementos catalisadores dos processos de demonstração dos produtos em ambiente relevante.

Na etapa de aplicação comercial, o aumento na periodicidade da formação de círculos de controle de qualidade progrediu com a necessidade de acompanhamento de normas técnicas e a busca por obtenção de certificações, tais adaptações, segundo Kim (1997) e Takeuchi e Nonaka (2008), o processamento de informações advindas do ambiente externo com o intuito de se adaptarem a novas realidades apresentadas pelo ambiente são bons aceleradores do desenvolvimento tecnológico.

É possível pontuar que a intensidade e o funcionamento exercem influência positiva sobre o grau de interação entre os processos de aprendizagem e que a busca por novas competências, a exemplificar: a utilização de consultorias, a realização de cursos, as interações com clientes, com os grupos de pesquisa no exterior foram fundamentais para o acúmulo de competências nos níveis individuais para consolidar o processo evolutivo da organização, o que entra em acordo com o proposto por Nonaka e Takeuchi (1998) que consideram que acumular novas competências do nível individual para o organizacional tem a probabilidade maior de ser bem sucedida quando os mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento são multiplicados para que o conhecimento permeie todos os níveis da empresa.

4.3 EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DAS SPIN-OFFS ACADÊMICOS EM POTENCIAL A PARTIR DE SUA RELAÇÃO COEVOLUTIVA COM POLÍTICAS PÚBLICAS

Este tópico examina a relação coevolutiva entre a evolução das tecnologias das *spin-offs* acadêmicas em potencial e as políticas públicas. Optou-se por dividir a discussão dos resultados entre os setores das organizações estudadas. Esta opção derivou-se da dificuldade de acessar no campo *spin-offs* acadêmicas em potencial da área de TI que tenham acessado editais públicos de fomento, apenas IOTA acessou; e que tenham recebido incentivos fiscais ou tivessem uma percepção clara acerca das mudanças de legislação e/ou das sucessões governamentais e seus possíveis impactos no setor produtivo na qual se encontram.

O Quadro 12 mostra o *display* gerado conforme o estabelecido na seção de metodologia e apresenta como se ocorreu a relação entre as variáveis coevolutivas envolvimento, coerência e autonomia, bem como a percepção da relação da evolução das políticas públicas e a maturidade tecnológica das tecnologias *core* das *spin-offs* acadêmicas em potencial da área de biotecnologia.

Quadro 11 – Display analítico das *spin-offs* acadêmicas em potencial do setor de biotecnologia baseado no Quadro 1

BIOTECNOLOGIA							
Percepção de políticas públicas/ Indicadores Coevolutivos		Pesquisa Fundamental			Pesquisa Aplicada		
		Envolvimento	Coerência	Autonomia	Envolvimento	Coerência	Autonomia
Acesso ao crédito	I	FORTE	MÉDIA	MÉDIA	FORTE	FORTE	MÉDIA
	II	FRACA	MÉDIA	FORTE	FRACA	MÉDIA	FORTE
Incentivos fiscais, estruturação e regulação	I	FRACA	FRACA	FRACA	FRACA	FRACA	FRACA
	II	MÉDIA	FRACA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Colaboração e aprendizado	I	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	FORTE	FORTE	MÉDIA
	II	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
		Demonstração de Tecnologias			Aplicação Comercial Prod/Serv		
Acesso ao crédito	I	FORTE	FORTE	MÉDIA	FORTE	FORTE	MÉDIA
	II	MÉDIA	FORTE	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	FORTE
Incentivos fiscais, estruturação e regulação	I	FRACA	FRACA	MÉDIA	FRACA	FRACA	MÉDIA
	II	MÉDIA	MÉDIA	FORTE	MÉDIA	MÉDIA	FORTE
Colaboração e aprendizado	I	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	MÉDIA	FORTE
	II	MÉDIA	MÉDIA	FORTE	FORTE	MÉDIA	FORTE

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 13 exibe o *display* gerado conforme o estabelecido na seção de metodologia, apresentando a relação de políticas públicas e a evolução da tecnologia *core* das *spin-offs* acadêmicas em potencial da área de TI.

Quadro 12 – Display analítico das *spin-offs* acadêmicas em potencial do setor de TI baseado no Quadro 1

Percepção de políticas públicas/ Indicadores		TI					
		Pesquisa Fundamental			Pesquisa Aplicada		
		Envolvimento	Coerência	Autonomia	Envolvimento	Coerência	Autonomia
Colaboração e aprendizado	I	MÉDIA	FRACA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
	II	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
		Demonstração de Tecnologias			Aplicação Comercial Prod/Serv		
Colaboração e aprendizado	I	MÉDIA	FORTE	FORTE	MÉDIA	FORTE	MÉDIA
	II	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	MÉDIA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sobre o conhecimento de editais o desenvolvedor de ETA respondeu que a organização está se preparando para ter condições de participar de editais de fomento e que toma conhecimento dos editais via incubadora da universidade e afirma que a maioria dos editais que atendem seu setor são para capital de giro e de subvenção, situações semelhantes foram descritas por SIGMA e BETA para respostas relacionadas ao acesso de crédito por meio de políticas públicas. Cabe salientar que estas organizações demonstraram uma inclinação para buscar editais de institutos privados que muitas vezes são apoiados por órgãos governamentais.

O desenvolvedor de OMEGA acessou o edital de treinamentos de parceria público-privada chamado de Apple Developer Academy – IFCE; BETA e DELTA participaram do Campus Mobile promovido pelo Instituto NET-CLARO-EMBRATEL e é realizado em parceria com a Associação do Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC/USP), recebendo o apoio da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; outro evento citado pelas organizações de TI é o Campus Future organizado pela Campus Party Brasil com apoio da prefeitura de São Paulo e Patrocínio da Petrobras e do MCTIC.

No caso de OMEGA mesmo com o produto em operação no mercado a empresa não teve acesso a incentivos fiscais, mas cita que se beneficiou de legislações, no caso da condição de ter o MEI, quando a empresa conseguiu investimento privado para remunerar os funcionários, pois a empresa teve muitas

dificuldades com relação aos impostos. A organização, IOTA, que conseguiu obter recursos por meio de um edital lançado pela Finep relatou muitas dificuldades de ter acesso a incentivos fiscal.

O display analítico das *spin-offs* acadêmicas em potencial do setor de biotecnologia. Em todas as fases do desenvolvimento tecnológico os editais de fomento que as empresas tiveram acesso possuíam um processo que demonstravam envolvimento entre da instituição de fomento com os setores produtivos.

No caso de RHO “todas as pesquisas são desenvolvidas a partir de editais de fomento”, então os editais são muito importantes, sobretudo, no começo e servem principalmente para a “aquisição de equipamentos que são caríssimos”, para realização de treinamentos no exterior, por exemplo, “alguns alunos do pós-doutorado estão na França, realizando treinamento para manusear o equipamento, para tudo isso precisamos de recursos”, os editais tendem a ficarem mais acessíveis com a maturação das tecnologias e a melhoria dos processos de gestão da organização. Explicação semelhante é apresentada pela desenvolvedora de ALFA.

O próprio edital quando está sendo lançado ele faz exigências como o ter o produto viável mínimo, tem que atender a um tipo de área de produto, então todos têm que ter essa aproximação [...] Todos independentemente da instituição, como Banco do Nordeste [...] Todos hoje em dia estão solicitando pelo menos um modelo de negócios, como você vai fazer para desenvolver esse produto, geralmente estão sendo voltados a controle de qualidade ou validação dos produtos. Em todas as fases estiveram presentes, fases iniciais, de estudos de matérias-primas para padronização; depois do produto feito as etapas de enviar o produto para ser testado em laboratórios oficiais de tantos em tantos meses, [...] não são testes baratos e demoram a sair o resultado, um caso foi 9 meses para ter o resultado em um laboratório da ANVISA, forma importantes para adequação a legislações, atender normativas e a validação. [ALFA]

Assim como no caso do *spin-off* em potencial RHO e ALFA, GAMA foi “praticamente subvencionada, fomentada por editais” e seu gestor pontua que a escassez atual de editais está impactando o desenvolvimento da tecnologia, no entanto avalia que “o país está passando por uma crise [...] e que existe o interesse de fomentar”, apesar da diminuição da oferta de recursos. OMICRON conseguiu se desenvolver mais quando obteve a aprovação em um projeto de fomento que permitiu a empresa ter material de consumo e bons equipamentos.

Quanto aos editais serem discutidos e/ou apresentados aos setores produtivos, sanando possíveis dúvidas. As incubadoras são importantes aliadas das

empresas incubadas, sempre triando e encaminhando por correio eletrônico editais no perfil das empresas incubadas. Os resultados do *display* demonstram que os editais não tinham muita abertura para discussão com os setores produtivos na pesquisa fundamental e na pesquisa aplicada, mas têm coevoluído com o desenvolvimento tecnológico das empresas apresentando um desempenho moderado nas duas últimas fases. Na visão de OMICRON o edital no qual a empresa foi selecionada foi bem apresentado “desde a ideia dele até a submissão”, mas “poderia ter sido um processo melhor”, critica a forma de avaliação. O especialista de RHO coloca que “os editais são colocados e a empresa se busca adequar” as exigências, relatando que o processo de discussão pouco acontece. Para especialista de ALFA “não é muito comum isso acontecer”, a discussão dos editais e extinção de dúvidas, “mas se acontecem [...] deve ser nas comissões da FIEC”, por exemplo, eles –desenvolvedores de editais públicos de fomento- observam a ambiência de mercado e “lançam um edital para saúde, medicamento ou fitoterápicos”, por exemplo, conforme está análise [...] “Não apresentar em si os editais, porque é um produto inovador e o ecossistema sabe o que é necessário para se fazer a validação técnica”, alertando que os gestores públicos em grande parte o que deve vir nos editais, “talvez de forma indireta exista este envolvimento”. “O setor produtivo lança as metas, as tendências para o ano [...] eles (gestores públicos) vão seguindo os setores econômicos, realizam visitas nas empresas, mas não chegam diretamente e pedem opiniões”, “pode ser que ocorra uma ou outra reunião”.

Quanto aos editais serem realistas e permitem a participação plena da organização. No *display* o resultado aponta para uma média influência na pesquisa fundamental e uma forte influência para o desenvolvimento tecnológico nas últimas três fases da escala evolutiva da Embraer. As organizações concordam que sim, mas porque as empresas se adaptam as condições impostas pelos editais, segundo ALFA as empresas precisam se manter com “os sistemas de gestão operacional e financeira” em dias, porque os editais fazem exigências, e afirma que é necessário até o “adestramento do contador”, embora concorde que hoje os editais são mais realistas do que antes. No caso do pesquisador de GAMA, ele acredita que as regras são realistas e “têm oportunidade para todos, nada de impossível”. OMICRON pontua que os editais são bem coerentes, embora existam brechas para que, por exemplo, produtos que já estão consolidados ingressem como produtos inovadores, com “projetos já desenvolvidos”.

Com relação a variável coerência, no que tange ao acesso a crédito, as regras dos editais e condições dos editais são coerentes com os objetivos de fomento à inovação. No *display* a classificação dada pelas empresas foi intermediária, chegando a ter forte influência na etapa de demonstração de tecnologias. Para o cientista de RHO os editais são coerentes, porque a empresa seleciona de acordo com a tecnologia que desenvolve e afirma que “não são totalmente coerentes, porque muitas vezes temos que adaptar o projeto”; no caso de GAMA compreende-se que os editais tem total coerência; já para a cientista chefe de ALFA “quando você lança um edital é muito difícil abarcar todas as áreas” e “as áreas acabam se relacionando muito [...], por exemplo, você pode ter um projeto de “biotec” que conversa com outras áreas e leva muito mais TIC ou saúde”, “como muitas áreas econômicas que precisam ser contempladas do têxtil ao High-Tech, precisamos olhar o outro lado”, compreendendo que é necessário os pesquisadores buscarem alternativas para financiarem seus projetos.

No que tange a seleção dos editais de fomento com “total” isenção para os gestores o indicador permaneceu estagnado com média influência para o crescimento da tecnologia em toda a escala evolutiva. RHO, OMICRON, GAMA e ALFA não acreditam que exista total isenção na seleção dos editais e expressões, como “alguns têm endereço certo” ou “têm endereço certo” ou “metade isentos” confirmam a inferência. A cientista de ALFA tenta explicar o que ocorre, “tem uma empresa X que está desenvolvendo um alimento novo [...] aí os editais vão lançar linha para alcançar soluções para demanda daquela empresa, aí tem outros percentuais para ideias boas [...] discute-se previamente que se aquela empresa está bem e vou conseguir ajudar ela a crescer, estarei ajudando da mesma forma”, fazendo uma ilação sobre o que pensa o construtor da política.

Em relação aos editais atenderem as demandas dos setores produtivos o resultado do *display* apresenta como predominante forte este questionamento nas etapas de desenvolvimento do produto tecnológico. Para o cientista da OMICRON atendem e inclusive ajudou muito a sua formação profissional, em seu segundo pós-doutorado e para empresa; em RHO compreende-se que atendem bem as demandas dos setores produtivos. Para a organização ALFA pontua a pesquisadora que “não existe recurso para atender todo mundo”, “antes se tinha mais recursos do que projetos, hoje se têm mais demanda”, no entanto a responsabilidade fiscal influencia nos gastos, “se só tem 100 milhões para gastar [...] serão divididos entre os setores”

[...] “só não atendem mais, porque não tem mais dinheiro”, fazendo uma elucubração sobre o pensamento do gestor de políticas públicas. No caso de GAMA o pesquisador coloca que “para algumas áreas atendem, porque não dá para comparar”, por exemplo, “os investimentos em IoT você consegue fazer um projeto com 5 mil reais e no caso da biotecnologia você não consegue fazer um projeto grande com 5 milhões”, conclui dizendo que no Brasil nunca teve projetos que atendem as demandas em 100%”.

Na compreensão dos incentivos fiscais para comercialização da inovação; a preparação destes incentivos ouvindo os setores produtivos e a sua concessão de forma autônoma, sem viés de escolhas. A avaliação foi bastante negativa, como é perceptível no resultado do *display*. Com uma pequena melhora recentemente no ponto de vista dos entrevistados com relação à autonomia da concessão de incentivos fiscais. Conforme Zucoloto (2010), Calzolaio e Dathein (2012) e Lopes e Beuren (2016) normalmente grandes empresas se beneficiam destes incentivos fiscais no Brasil.

Quanto ao ambiente de estruturação do negócio que atende as necessidades dos setores produtivos. O impacto das políticas é médio em todas as fases do processo evolutivo. O pesquisador de GAMA adverte que realizar pesquisa em biotecnologia têm fatores complicadores como o pouco interesse do Estado em contemplar em suas políticas estratégias para aproximar os players do setor para evitar gargalos no suprimento da cadeia produtiva, o cientista admite que “é difícil para gente receber material, é necessário importar equipamentos e produtos, isso tudo leva tempo”. Para RHO as tecnologias que são desenvolvidas no setor são pouco aplicáveis, o que é um fator limitante na biotecnologia, salientando que se “parte muito da pesquisa básica”, deixando a desejar na aplicabilidade dos produtos para colocação no mercado. No caso da empresa ALFA a gestão acredita que o Estado tem se movimentado com iniciativas como Rota Ceará 2020 em discutir quais são as virtudes e potenciais a serem explorados no Estado e os ministérios da indústria e da agricultura têm se estruturado.

As mudanças de legislação que permitem a evolução tecnológica e inovadora de forma impactante sobre o setor produtivo é avaliada como fraca na pesquisa fundamental e moderada nas demais etapas de evolução tecnológica. Segundo o estudo de caso de ALFA “as mudanças de legislação chegam a impactar, mas não na velocidade” que as *spin-offs* acadêmicas em potencial necessitam; para

a empresa RHO as mudanças não tiveram efeitos práticos. Na visão do gestor de GAMA “vem melhorando cada vez mais”, no caso de OMICRON não impactam tanto, mas direcionam os processos produtivos.

No que se trata do ambiente regulatório que irá perdurar de forma independente das sucessões governamentais o indicador apresenta-se como positivo, evoluindo com o desenvolvimento da tecnologia, influenciando moderadamente nas duas primeiras etapas e fortemente nas duas últimas. Conforme o pesquisador de GAMA “não ocorreu modificações significativas” no ambiente regulatório com a sucessão governamental; esta variação é muito grande na opinião de entrevistado de RHO “quem trabalha com inovação depende de organizações governamentais para difundir, executar e oferecer tecnologias”. Para ALFA mudam os critérios na forma de gerenciar as políticas públicas industriais de inovação, por exemplo, se o governo vai priorizar mais a exportação do que incrementar o mercado interno, as políticas estão se tornando mais autônomas, “anda melhorando, mas muito pouco”. As mudanças para o gestor de OMICRON no ambiente regulatório com as sucessões governamentais podem criar ou extinguir nichos de mercado.

Quanto à oferta de curso sobre o empreendedorismo inovador o que se percebe é que para empresas de biotecnologia os cursos impactam positivamente de maneira moderada na primeira etapa da evolução tecnológica e de maneira forte nas três últimas e para as empresas de TI impacta de maneira moderada em todo o processo. Para as empresas de biotecnologia, como GAMA a incubadora, que também passou por processo de aprendizagem e foi melhorando suas entregas, foi um importante aliado para a oferta de cursos e treinamentos, em conjunto com a FIEC que tem oferecido cursos na área de gestão e um “ambiente de discussões” que tem ajudado bastante a empresa, no caso de RHO os cursos têm boa qualidade e são realizados periodicamente e ALFA coloca que a oferta sempre existiu e com a incubadora e o intermédio da universidade este processo tem melhorado progressivamente. Nas empresas de TI programas governamentais são as principais fontes de obtenção de cursos, com destaque para o programa Corredores Digitais e o CriarCe; além das incubadoras, como a Inove e a Redenit foram importantes para o desenvolvimento tecnológico, fortalecimento da cultura empreendedora nos campi.

A formação e conexões em tripla hélice voltadas para a evolução tecnológica e para a inovação são medianas nas três primeiras etapas e na última é forte a importância para evolução tecnológica e para as organizações de TI nas etapas

um e dois são moderadamente importantes, enquanto nas suas últimas são fortemente relevantes para o desenvolvimento da tecnologia. Na visão do cientista de GAMA os “players” tem se esforçado para que as conexões aconteçam, apesar das “dificuldades regionais, também cita o movimento por parte da FIEC, as rotas estratégicas setoriais 2025, como relevantes, uma vez que “foram convidados vários pesquisadores” para contribuir com discussões relacionadas aos “entraves existentes e ações resolutivas estratégicas no setor”, acredita também que o resultado desses processos “podem ser observado nos próximos anos”. A cientista de ALFA coloca que estas conexões existem, mas elas não estão “dialogando de forma correta”, cita os ambientes e que quatros eventos anuais ocorrem reunindo os atores interessados, mas critica os pesquisadores e considera que devem ouvir mais os setores produtivos para que seus produtos consigam mais conexões e cita que os editais lançados por empresas para solução de demandas pontuais são mais eficientes do que “conversas que muitas vezes não chegam a lugar nenhum”. O desenvolvedor de RHO coloca que não tem ligações fortes, mas que deseja que este processo se fortaleça. Para as de TI como TAU a incubadora tem ajudado com cursos importantes como de patentes que facilitam a formação de conexões futuras e o Sebrae e a Embrapii tem ajudado a formação de redes com “empresas associadas, promovendo processo de encadeamento tecnológico”. O criarCE é citado como uma organização que ajuda na montagem do negócio e normamente seus serviços são mais usados nas últimas etapas do desenvolvimento do produto e facilitam as interações com o mercado e as *spin-offs* em potencial de TI.

Os cursos e treinamentos relacionados à inovação que respeitem as necessidades do mercado e dos gestores e empresários têm importância forte nas etapas um e quatro e tem influência média nas etapas intermediárias para organizações de biotecnologia. Nas empresas de TI a importância aumenta de forma sensível, iniciando com fraca importância, seguida de média e nas duas últimas etapas têm máxima importância, estes resultados coincidem com a busca destas organizações por cursos voltados a gestão e o aprendizado de metodologias, uma vez que o desenvolvimento tecnológico é aperfeiçoado quando estes desenvolvedores compreendem como comunicar o seu produto para clientes. Para o cientista de OMICRON funcionaram para aperfeiçoar processos da empresa; em ALFA a cientista acredita que funcionaram atendendo a demandas geradas principalmente por mudanças de marcos regulatórias. Em GAMA esta coerência ocorre, sobretudo, na

opinião de seu gestor, porque as “empresas que estão surgindo no setor de biotecnologia são de pesquisadores que não têm preparo em gestão”.

No que se trata da formação de redes com níveis bons e/ou elevados níveis de colaboração as *spin-offs* em potencial de biotecnologia têm média importância em todas as etapas de evolução da tecnologia. Nas *spin-offs* em potencial de tecnologia da informação nas etapas de evolução um e dois são moderadamente importantes, enquanto nas suas últimas são fortemente relevantes para o desenvolvimento da tecnologia. Na biotecnologia, no caso RHO é preciso melhorar os níveis de colaboração das redes e apresenta sugestões como à realização de encontros tecnológicos, intermediado pelo Governo, pode gerar em uma maior aproximação das empresas com a indústria; na *spin-off* em potencial GAMA o Renorbio é citado como importante meio para criação de RH para indústria e as para universidades. No caso da empresa ALFA a cientista esclarece que é muito importante a empresa saber trabalhar suas redes, pois “existem pessoas chaves nos órgãos de governo para auxiliar nas demandas pontuais da organização” e cita que a Finep oferece a possibilidade de fazer orientações para o próximo lançamento de editais e que quando precisa, por exemplo, de uma análise de tendências setoriais o Banco do Nordeste do Brasil cede algumas horas de um economista, colocando que “saber onde estão as pessoas certas para te ajudarem é condição primordial” para o desempenho inovador da empresa. Em TI quando as tecnologias começam a ter níveis mais altos de maturidade surgem melhores possibilidades de acessar melhores contatos, na participação de eventos promovidos ou apoiados pela universidade, programas de aceleração, parcerias com empresas, promovidos pelo Sebrae e a Embrapi, e o processo de incubação ajudam na formação de redes de colaboração, e o que é considerado mais importante nas primeiras etapas de desenvolvimento é o apoio dos professores, grupos de pesquisa e outros colegas do campus.

No que tange a cursos e treinamentos ofertados pelo poder público, estes são oferecidos sem viés de atender somente grandes organizações. Em organizações de biotecnologia, na etapa de pesquisa fundamental tem importância média, assim como na etapa de pesquisa aplicada, e nas duas últimas é forte. Nas de TI é forte na demonstração de tecnologias e média nas demais. A diferença entre as *spin-offs* em potencial de TI e Biotecnologia é pouca, o que mais se relata é que os cursos são “voltados para pequenas e médias empresas”, por questões da falta de interesse de grandes empresas de participar de cursos ofertados pelo setor público. Outros

colocam que grandes empresas contratam os próprios cursos *in company* ou pagam para os funcionários fazerem os cursos, ou ainda contratam consultores.

A formação de redes do tipo distribuída sem níveis hierárquicos estimuladas pelo setor público e que estabelecem fluxo de conhecimento entre os atores para as organizações de biotecnologia teve média importância nas duas primeiras etapas e máxima importância nas duas últimas. Nas de TI é forte na demonstração de tecnologias e média nas demais. Na opinião do cientista de GAMA é que todos têm interesse em melhorar e estimular a criação de redes que tenderão a melhorar com a consolidação de novos atores no sistema regional de inovação.

A maioria da sociedade está bem empenhada em desenvolver inovações [...] a FIEC está preocupada em desenvolver o estado [...] a biotecnologia talvez venha a ganhar mais espaço no Estado com o estabelecimento da FIOCRUZ(Fundação Oswaldo Cruz) e da Bio-Manguinhos/Fiocruz [...] na área hospitalar uma representatividade maior. [GAMA]

Para o desenvolvedor de RHO os grandes laboratórios e pesquisadores dominam as grandes redes e existe certo monopólio, já a cientista de ALFA coloca que tudo varia conforme a demanda é apresentada.

Tudo é a forma como você vai conduzir, como é que você vai apresentar demanda se você vai apresentar demanda direcionada assim sem fazer os outros perderem tempo, tem os órgãos do governo, tem os setores de apoio com serviços de consultoria com preços reduzidos. [...] você tem que chegar com o problema, ser objetivo, buscar agendar as reuniões [...] sempre o chefe do setor analisa e vai indicar alguém que está apto a resolver o problema. [ALFA]

Para as empresas de TI é importante salientar que a cooperação de professores e alunos, mostrou-se fundamental para as ideias e projetos iniciarem. O gestor de sigma descreve essa relação –“nosso campus é pequeno aí os professores são muito próximos da gente, a cidade é pequena também, os professores passaram num concurso recentemente e estão sempre próximos cooperando com a gente”. Alguns acreditam que as dificuldades podem ser superadas “quando se sabe o que quer acessar nas redes de conexões”, argumenta o desenvolvedor de BETA, semelhante ao argumento de ALFA e também do caso de IOTA, o gestor chefe, coloca que é importante buscar conhecer os atores que vão te ajudar naquela demanda.

O cientista de TAU pondera que as redes dependem muito do pesquisador querer, a ICT pública na qual trabalha não exige a formação de redes, e adverte que

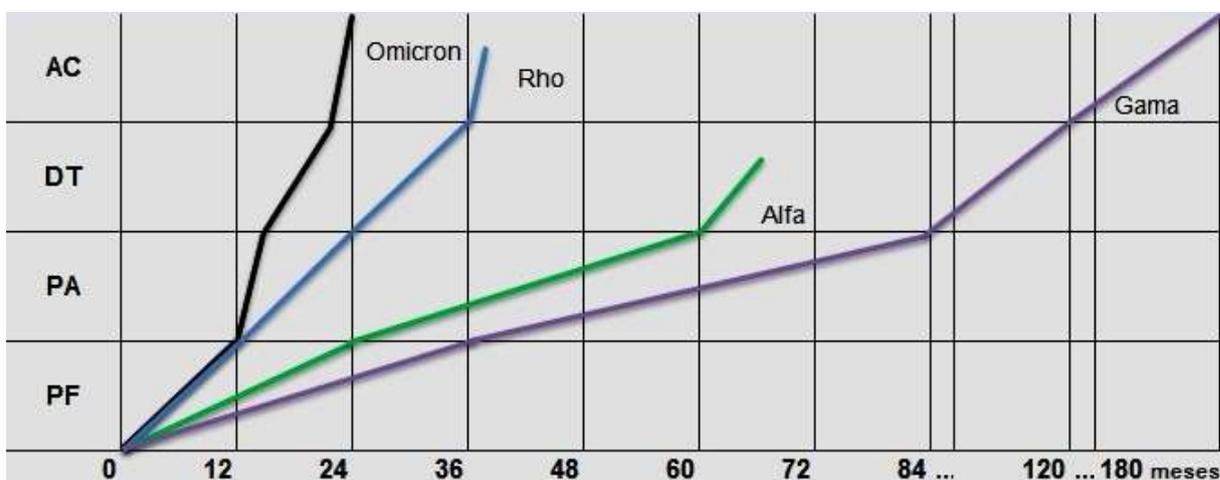
não se deve buscar formar parcerias por formar, deve se buscar traçar estratégias para sua composição e destaca o papel dos departamentos de pós-graduação da universidade no auxílio da formação destas conexões.

Nos programas de pós-graduação é mais fácil que nos outros cursos, cada dissertação, por exemplo, coleta informações e conhecimentos de um parceiro, os mestrados têm ajudado na inovação, formação de redes e empreendedorismo, os cursos de graduação também têm essa capacidade, mas são mais voltados para formação profissional. [TAU]

4.4 EVOLUÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA E SUAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO NAS POLÍTICAS PÚBLICAS E NA APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

A partir da análise das informações coletadas é possível inferir uma relação de coevolução entre as políticas públicas, aprendizagem e maturidade tecnológica das *spin-offs* acadêmicas em potencial estudadas. O Gráfico 1 apresenta a dinâmica de evolução das *spin-offs* em potencial das áreas de biotecnologia e TI, respectivamente, ao longo do tempo.

Gráfico 1 – Evolução das Tecnologias de Biotecnologia na linha do tempo

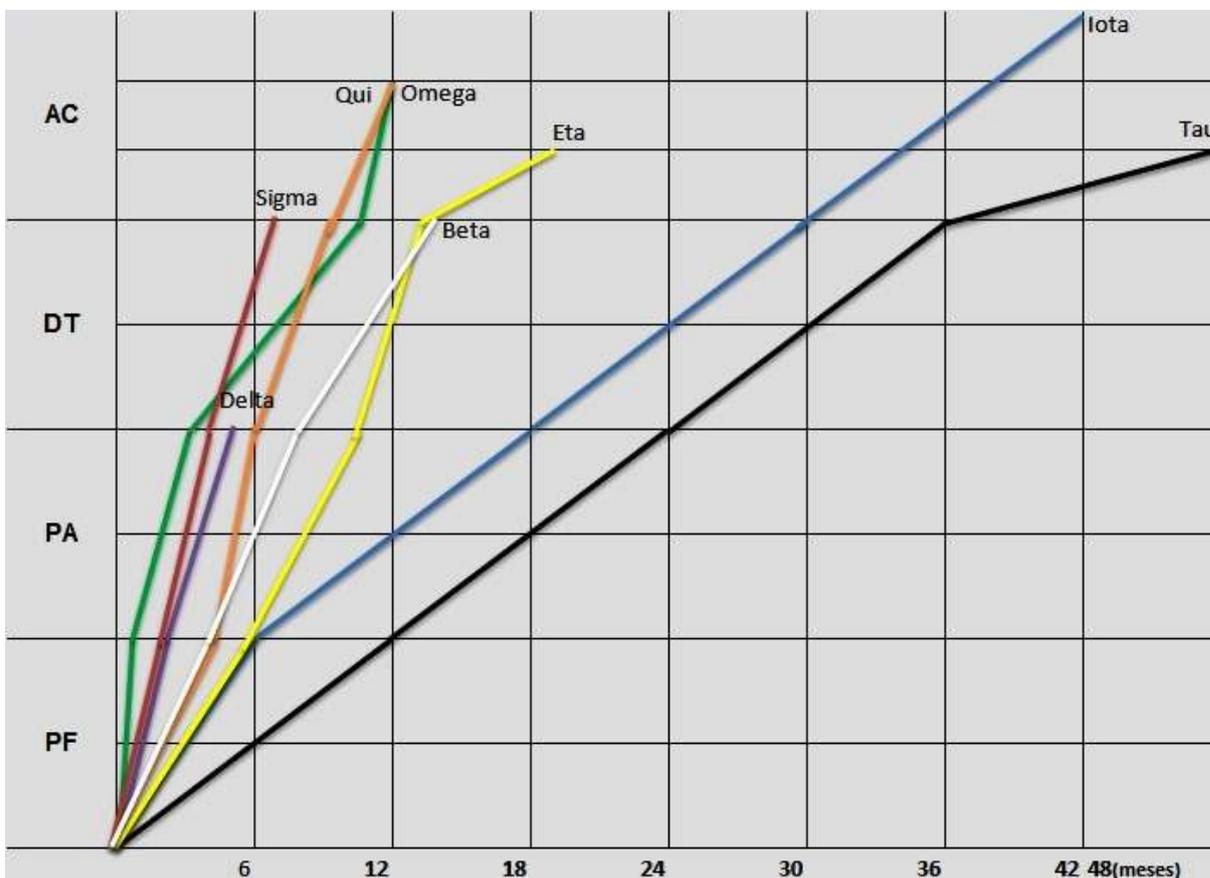


Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

As *spin-offs* acadêmicas em potencial da área de biotecnologia escalam os níveis de maturidade tecnológica de maneira mais lenta que as de TI. Algumas explicações levantadas pela pesquisa embasam tal argumentação. O que se percebe é que na biotecnologia o conteúdo tecnológico quanto ao conhecimento e qualificação das pessoas, sistemas técnicos físicos, sistema organizacional e produtos e serviços (e.g: LALL, 1992; BELL; PAVITT, 1995, 1997; FIGUEIREDO, 2004) em média

necessário para iniciar o desenvolvimento de uma tecnologia é maior do que na área de TI.

Gráfico 2 – Evolução das Tecnologias de TI na linha do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

A formação básica do capital humano dos cientistas que estão comandando as empresas de biotecnologia é o primeiro fator que justifica tal afirmativa, todos os entrevistados na área de biotecnologia que lideram as organizações tinham o título de doutor, os demais desenvolvedores principais da tecnologia ou sócios da organização também, além disso, ainda possuem vários anos de experiência com pesquisa aplicada, garantindo assim mais conhecimentos tácitos, habilidades e experiências; enquanto nas tecnologias de TI dois eram doutores, e que inclusive desenvolveram as tecnologias de maior complexidade envolvendo diversos projetos tecnológicos para desenvolver a tecnologia principal casos de IOTA, barco robótico, e TAU, sistema de automação para tanques de piscicultura, sendo no último caso um professor codesenvolvedor da tecnologia com um estudante de mestrado, dos seis restantes um era recém-graduado e os outros cinco estavam na graduação,

dependendo fortemente da orientação dos professores mestres e doutores, que contribuíram mesmo que de forma indireta, não liderando o projeto, para o progresso evolutivo das tecnologias, sobretudo na fase de pesquisa fundamental e aplicada. No caso de OMEGA, o recém-graduado, trabalhava no desenvolvimento de sua quarta tecnologia, com três empresas constituídas, o que lhe permitiu desenvolver esta tecnologia sem tanta dependência dos cientistas que o ajudaram mais em outros projetos tecnológicos, como na conquista da maratona de robótica realizado pela Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (Secitece) e a sua participação no Programa de Educação Brasileiro para Desenvolvimento em iOS, mais conhecido como Brazilian Education Program for iOS Development (BEPiD), programa desenvolvido pela Apple Developer Academy em parceria com o IFCE, este programa é composto de treinamentos em iOS, empreendedorismo, comunicação e marketing para estudantes e professores.

Além da tecnologia de OMEGA o que se percebe é uma forte relação coevolutiva entre políticas públicas de colaboração e aprendizado, no que tange as variáveis coevolutivas envolvimento, coerência e autonomia definidas por Rodrik (1993) e Evans (1995) e instrumentalizadas por Câmara e Brasil (2015) no auxílio à de formação e conexões em tripla hélice; a formação de redes de bons níveis de colaboração e a formação de redes sem níveis hierárquicos com fluxo de conhecimento entre os atores (ver: ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000), analisadas neste trabalho para as empresas de TI, justificando o resultado do *display* de percepção de políticas públicas e indicadores coevolutivos que apontam nos *spin-offs* em potencial de TI esta relação coevolutiva entre média e forte no que se trata do grau de importância para o desenvolvimento das tecnologias estudadas. Estes indicadores são sustentados pelo investimento e estímulo das ICTs e do Programa Corredores Digitais que apoiam a ida destes universitários a eventos e feiras tecnológicas, muitos destes também promovidos com parcerias público-privadas como o *Campus Mobile* e a *Campus Party*, e pela celebração de parcerias com empresas privadas com intermediação do polo Embrapii no Ceará, intermediário que facilita processos de transferência de tecnologia e ajuda na gestão e desenvolvimento de relacionamentos entre a indústria e a universidade, intermediando negociações de propriedade intelectual e relações contratuais (HOWELLS, 2006), instalado no IFCE que é especializado em sistemas embarcados e mobilidade digital. Nas empresas de biotecnologia na formação de conexões de hélice tripla a universidade é um

intermediador deste processo no apoio e divulgação da pesquisa científica que está atrelada a tecnologia, bem como a incubadora que apoiou a participação de eventos de inovação. Quanto à construção de redes com bons níveis de colaboração o grupo de pesquisa da universidade e o desenvolvimento da tecnologia acabam por credenciar as organizações nas grandes redes de colaboração em pesquisa e desenvolvimento nacionais e internacionais. Um importante ator identificado nas redes de colaboração o FIEC que tem promovido rodas de discussão para traçar estratégias para o setor e buscar o estreitamento dos laços entre os atores da área.

Vale aqui destacar que as todas entrevistadas são potenciais *spin-offs* de ICTs públicas, fato que contribuiu para que a atividade de aquisição de conhecimento externo, convênios com a universidade, fosse citada por todas as empresas como fundamentais em quase todo o processo de desenvolvimento da tecnologia. Embora as atividades de aquisição de conhecimento interno tenham sido predominantemente mais utilizadas pelas *spin-offs* em potencial estudadas, descoberta de acordo com Bell e Pavitt (1995) que citam a infraestrutura tecnológica e de inovação, promovida pelas ICTs, redes de pesquisa, NITs, programas de estímulo ao empreendedorismo, consultoria e banco de dados apresentaram-se como forte contribuidor do processo de aprendizagem tecnológica e inovação das *spin-offs* em potencial estudadas, semelhante ao que sugere Figueiredo (2004) que estes arranjos institucionais da infraestrutura tecnológica das ICTs cooperam para disseminação tecnológica.

As empresas de biotecnologia têm forte dependência da infraestrutura da universidade, no que se trata dos sistemas físicos das empresas, como maquinários, equipamentos, sistemas articulados por meio de tecnologia da informação, *softwares* e plantas de manufatura, sobretudo nas fases iniciais das empresas, apesar de recorrem a universidade em todo o processo evolutivo; o que explica essa diminuição progressiva de dependência da universidade é que com a possibilidade de acesso a crédito por meio de editais públicos de subvenção econômica estas organizações acabam adquirindo equipamentos próprios, mas ainda sim utilizam espaços cedidos pela universidade via incubadora, e participam ativamente de programas de extensão e pós-graduação cooperando com pesquisa de ponta para universidade e desenvolvimento de tecnologias. As de TI também dependem, mas as demandas destas organizações são mais flexíveis, necessitando de menos espaço para plantas de manufatura, maquinários e equipamentos, por exemplo.

A utilização da infraestrutura tecnológica contribui muito além do fornecimento de infraestrutura física, pautada na utilização do capital físico e humano, mas adentra aspectos relacionados a elementos institucionais e organizacionais que apoiam as atividades inovadoras destas empresas, uma das empresas de biotecnologia pesquisadas ajuda a manter o elevado nível de um programa de doutorado em rede de biotecnologia que engloba instituições de ensino superior em todos os Estados da Região Nordeste e o Estado do Espírito Santo com um protocolo firmado por todas as secretarias de ciência e tecnologia dos Estados do Nordeste, todo este patamar ajuda a pesquisa a ter parcerias como o John Wayne Cancer Institute nos EUA e o Instituto de Agronomia do Canadá. Outra possui uma planta-piloto fabril da universidade que tem apoio e cooperação de diversos departamentos de universidades nacionais e estrangeiras, bem como grupos de pesquisa de biotecnologia, medicina veterinária, recursos naturais, química, física e fora acordos de pesquisa e desenvolvimento com o Instituto Vital Brazil e empresas multinacionais.

As políticas públicas de aprendizagem foram fundamentais para o desenvolvimento tecnológico nas instituições pesquisadas, com forte relação coevolutiva constada entre estas políticas conduzidas por organizações públicas e as atividades de aquisição de conhecimento externo das tecnologias estudadas na oferta de cursos de empreendedorismo inovador, tecnológico e de gestão. As empresas de biotecnologia receberam capacitação, como cursos, palestras, treinamentos e *workshops* principalmente das incubadoras, da Redinit, do Sebrae e da FIEC, por exemplo, além destas fontes citadas as empresas de TI foram beneficiadas com os corredores Digitais, o Criarce e a Embrapii.

Outra explicação para diferença de velocidade da evolução tecnológica entre as empresas de TI e de biotecnologia é a necessidade do aporte de recursos financeiros, peça importante no dinamismo destas pesquisas; as de biotecnologia necessitam de muitos mais recursos para compra de material de consumo e equipamentos de alto custo, boa parte importados, e que são fundamentais para prosseguimento da pesquisa e desenvolvimento dos produtos. As empresas de biotecnologia entrevistadas se desenvolvem por meio da captação de recursos públicos, uma vez que encontrar investidores de risco para organizações da área de biotecnologia é difícil, configurando-se em uma clara falha de mercado que necessita de investimento público, segundo Edler e Fagerberg (2017), além da alta de

necessidade de financiamento que *spin-offs* acadêmicas têm nas etapas iniciais de seu desenvolvimento (WRIGHT; LOCKETT; BINKS, 2006).

A maioria das organizações estudadas nasceram recentemente dadas próprias mudanças de regulamentação promovidas pelo novo marco legal de inovação de 2004 e suas recentes alterações em 2016. As tecnologias das *spin-offs* acadêmicas em potencial de biotecnologia têm desenvolvimento mais lento em comparação as de TI, pois têm que se submeter e se adaptar a uma série de regulamentos necessários do setor, o que naturalmente é uma barreira de entrada para novas organizações, evocando a necessidade de mais tempo de utilização de mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento. Além disso, os testes para produtos e serviços em pessoas e animais naturalmente passam por uma série de controles de qualidade e etapas de validação até ter níveis estatisticamente confiáveis o que faz com que organização também necessite passar por mais aprendizagem tecnológica até chegar ao estágio de comercialização de seus produtos e serviços.

O ambiente de estruturação para negócios tem melhorado para ambos os setores no Ceará por meio de políticas públicas. Para o setor de biotecnologia a consolidação da Fundação Oswaldo Cruz e da Bio-manguinhos são fatores cruciais para o desenvolvimento de pesquisas e formação de recursos humanos para o setor. Estas organizações foram trazidas para o Estado num esforço conjunto de políticas públicas federais e estaduais, o que sem dúvida oxigena o ecossistema e o processo evolutivo de tecnologias no setor. No setor de TI as parceiras público-privadas desenvolvidas pelo governo local articulam um cenário promissor para o setor com o *South Atlantic Cable System*, a primeira rede de cabos submarinos de fibra óptica que ligará o continente africano ao Brasil, o que segundo os entrevistados vem a reforçar o papel do Ceará no cenário nacional de infraestrutura e comunicação de dados, já que o Estado tem um cinturão digital que integra o país aos Estados Unidos, à Europa e a alguns vizinhos da América do Sul.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho examinou a evolução da maturidade tecnológica das tecnologias core dos potenciais *spin-offs* acadêmicas no Ceará, por meio da relação entre a dinâmica coevolutiva e interativa da aprendizagem tecnológica e das políticas públicas e suas relações de causa e efeito. Munindo-se de questionários, entrevistas, visitas técnicas, análise documental e de técnicas qualitativas para análise de dados foi possível produzir inferências substanciais sobre a evolução tecnológica destas empresas para responder ao objetivo geral traçado nesta construção.

Quantos aos objetivos específicos o primeiro foi atendido por meio da busca de meios acadêmicos relacionados com este tipo de organização, como o contato com gestores de campus, com gerentes de incubadoras, ICTs e NITs, bem como líderes de grupos de pesquisa e de laboratórios, a partir daí foi possível identificar dois setores pujantes no lançamento de potenciais *spin-offs* no estado que são os de biotecnologia e tecnologia da informação. Os outros dois foram atendidos na operacionalização das variáveis presentes no *framework* analítico proposto relacionando o processo coevolutivo entre as políticas públicas, aprendizagem e maturidade tecnológica. Além disso, foi possível perceber o comportamento das variáveis estudados ao longo do tempo a partir do nascimento da tecnologia até o seu estágio atual de maturidade – guardado a proporção do recorte temporal da coleta de dados da pesquisa, revelando evidências empíricas detalhadas sobre os processos envolvidos na mudança tecnológica das *spin-offs* acadêmicas em potencial.

Este trabalho contribui para a redução da lacuna existente na literatura que se detinha a trabalhos que não fazem muita referência a maneira como ocorre a evolução das tecnologias que as *spin-offs* acadêmicas criam e adotam e quais fatores estão associados a esta evolução (e.g: ASTUTI *et al.*, 2014; BERBEGAL-MIRABENT; RIBEIRO-SORIANO; GARCÍA, 2015; CLARRYSSE, 2008; DIÁNEZ-GONZÁLEZ; CAMELO-ORDAZ, 2017; FESTEL 2013; HAN; NIOSI, 2016; HUYNH *et al.*, 2017; LEHOUX *et al.*, 2014; LEHOUX; MILLER; DAUDELIN, 2017; MARKMAN *et al.*, 2005; O'SHEA; CHUGH; ALLEN, 2008; SHANE, 2004; SUTOPO, 2015; THURSBY; JENSEN; THURSBY, 2001; WRIGHT; STERNBERG, 2014), sobretudo enquanto as mesmas se encontram instaladas em ambientes acadêmicos e por consequência qual seria a metodologia adequada para mensurar este processo evolutivo, aqui propomos a utilização da escala TRL (ABNT, 2015) com as subdivisões categorizadas setor de

P&D da Embraer, logo é apresentado neste documento como ocorre a interação entre as políticas públicas e os mecanismos de aprendizagem tecnológica, e ainda como esta simbiose coevolutiva contribui para a maturidade tecnológica das tecnologias core de *spin-offs* acadêmicas em potencial.

O documento mostrou de que forma a variedade, intensidade, funcionamento e interação de mecanismos de aprendizado empregados pelas firmas estudadas permitiu a evolução tecnológica dos produtos/ serviços desenvolvidos pelos *spin-offs* acadêmicas em potencial, sugerindo-se algumas relações importantes entre padrões e intensidades dos mecanismos de aquisição e conversão de conhecimento com o nível de maturidade das tecnologias estudadas.

Em particular, foi possível observar que os resultados mais significativos derivaram dos mecanismos de aquisição interna de conhecimento com a forte contribuição dos trabalhos realizados em equipes combinado com mecanismos externos com destaque para atuação de convênios com a universidade, outros grupos de pesquisa nacionais e estrangeiros, parcerias para interações de P&D com clientes e a participação em treinamentos, cursos, palestras, workshops e visitas técnicas que interagindo contribuíram para os avanços das tecnologias estudadas.

É importante ressaltar, no entanto, que as empresas necessitam ampliar suas relações com fornecedores e competidores, já que as *spin-offs* acadêmicas em potencial que o fizeram conseguiram ampliar seu portfólio de propriedade intelectual e desenvolver outras tecnologias em paralelo. A falta de disponibilidade de acesso a crédito foi um fator limitante identificado para o desenvolvimento de mais atividades de aprendizagem.

As implicações dos resultados achados de políticas públicas nos levam a conhecer que as mudanças de legislação voltadas à inovação tiveram efeitos incipientes, mas progredindo e colaborando com a evolução tecnológica, o que se percebe é que a insegurança jurídica por parte de quem se beneficia das legislações voltadas a ICTs são fortes inibidores da *performance* das *spin-offs* nas universidades, ainda mais na ocasião em que começam a explorar comercialmente suas invenções. Outro achado relevante é a não “obrigatoriedade” dos cientistas, na visão deles, em produzir pesquisa aplicada, o que parece bastante conflitante dada às movimentações de políticas públicas nacionais e regionais, ao que parece é que o estímulo não é dado pelas ICTs de maneira clara, refletindo em ações como redução de carga horária de sala de aula e outros tipos de estímulos para os pesquisadores que liderarem projetos

em *spin-offs* em potencial. No entanto, não se pode deixar de considerar que a estruturação do ecossistema para receber tecnologias advindas de empresas derivadas de pesquisas acadêmicas vem se consolidando com a presença dos NITs, incubadoras, parques tecnológicos e a modernização do ambiente de negócios com a vinda de institutos de P&D de biotecnologia para o Estado e os investimentos crescentes em Tecnologia da Informação no Ceará por meio de parcerias público-privadas.

Os incentivos fiscais apareceram como pouco relevantes para empresas que ainda não estão, na sua maioria, em fase de comercialização e que não adotam tributação por lucro real, o que deve ser revisto por parte dos formuladores de políticas públicas, com a criação de um regime diferente de tributação para estas firmas, sobretudo nas compras de equipamentos e produtos de consumo para experimentação tecnológica, uma vez que a pesquisa acadêmica aplicada, bem como suas soluções desenvolvidas e comercializadas em empresas têm potencial para criar empresas de fronteira tecnológica e inaugurar novos nichos de mercado (ver: FIGUEIREDO, 2010) o que fortaleceria a economia do país e o levaria a melhorar o nível de renda média da população.

É importante a formulação de estratégias de condução de políticas públicas num esforço conjunto para que as sucessões governamentais não impliquem em mudanças abruptas nas regulamentações comprometendo o foco de desenvolvimento dos sistemas locais de inovação, que cada vez mais enxergam nas universidades importante fonte de gerar inovações para o mercado.

Quanto à colaboração e o aprendizado fomentada por políticas públicas o que se constata na pesquisa é que são fundamentais para que as tecnologias escalem nos níveis de TRL de maneira mais acelerada. O que se percebeu nos dados da pesquisa é que as redes intermediadas pelo setor público facilitam as trocas entre diferentes tipos de organizações colaborando para o amadurecimento das tecnologias estudadas, as redes de conhecimento ajudaram as empresas se consolidarem nos níveis de maturidade em que se encontravam e a dar saltos em direção ao último nível de desenvolvimento. O próprio nível de maturidade da tecnologia foi relevante para ajudar na construção de redes de conhecimento o que acabou por moldar as redes de conhecimento das firmas. Já os cursos foram fundamentais para as os gestores destas empresas, destacadamente “tecnicistas” – termo cunhado por gestor de um programa de aceleração entrevistado - e necessitam de cursos de empreendedorismo

inovador e gestão para dar a tecnologia a aplicabilidade e comunicação necessárias para as tecnológicas serem aceitas no mercado. Fornecendo, assim, condições de tornar as tecnologias mais aplicáveis trazendo eficiência para aplicação dos recursos públicos de subvenção.

A alocação de recursos orçamentários para desenvolvimento de pesquisa deve buscar ser equilibrada para explorar o potencial destas empresas, uma vez que as *spin-offs* em potencial de biotecnologia necessitam de mais recursos para aplicar em P&D visando o amadurecimento das tecnologias do que as de TI, por exemplo. A divisão dos recursos nos editais deve ser cada vez mais planejada, reconhecendo os potenciais regionais e as necessidades destas organizações cooperando, assim, com o desenvolvimento tecnológico destas firmas, mas observando também aquelas que se voltam estrategicamente apenas para captação de recursos e não estão interessadas de fato em entregar produtos e serviços de alto valor agregado para sociedade.

As limitações enfrentadas pelo estudo referem-se ao tempo. Não foi possível identificar e realizar entrevistas em todas as *spin-offs* em potencial do Estado e nem foi possível entrevistar todos os atores do ecossistema que se relacionam com estas instituições.

Como sugestões para pesquisas futuras propõem-se, investigar a relação entre maturidade das tecnologias de *spin-offs* em potencial com relação a outras variáveis, como econômicas. Outra sugestão seria avaliar o nível de maturidade tecnológica de *spin-offs* acadêmicas em potencial de outros setores, ou ainda utilizando outras métricas para que sejam gerados novos conhecimentos sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, B. C. Políticas de apoio à inovação no Brasil: uma análise de sua evolução recente. **Texto para Discussão**, Brasília, 2012.
- ALTUNOK, T.; ÇAKMAK, T. A technology readiness levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool. **Advances in Engineering Software**, v. 41, n. 5, p. 769-778, 2010.
- ANDERSEN, E.; LUNDEVALL, B. Small national systems of innovation facing technological revolutions an analytical framework. In: FREEMAN, C.; LUNDEVALL, B-A. **Small countries facing the technological revolution**. London: Pinter, 1988.
- ANDRADE, H. S.; URBINA, L. M. S.; CHAGAS JR., M. F. ; SILVA, M. B. Processes proposal for the technology search, reception and analysis for the Intellectual Property management in a Technology Licensing Office from a Brazilian Scientific and Technological Institution. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 5, n.2, p. 1-9, 2018.
- AROCENA, R.; SUTZ, J. Looking at national systems of innovation from the South. **Industry and Innovation**, v. 7, n. 1, p. 55-75, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16290**: Sistemas espaciais – definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASTUTI, R. W.; YUNIARISTANTO, W. S; PURWANTO, A.; NIZAM, M. Timing model to launch spin-off company: the case study of mini manufacturing plant of 10kwh lithium batteries. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL MULTICONFERENCE OF ENGINEERS AND COMPUTER SCIENTISTS, 14., 2014, Hong Kong. **Anais...** Hong Kong: [s.n.], 2014.
- AVNIMELECH, G.; TEUBAL, M. Evolutionary targeting. **Journal of evolutionary economics**, v. 18, n. 2, p. 151-166, 2008.
- BADR, S.; YAP, J. Y.; TAN, J.; JANSSEN, M.; SVENSSON, E.; PAPANIKOLAOU, P. Combined basic and fine chemical biorefinery concepts with integration of processes at different technology readiness levels. In: **Computer Aided Chemical Engineering**. v. 43, n. 28, p. 1577-1582, 2018.
- BALDINI, N. Implementing Bayh–Dole-like laws: faculty problems and their impact on university patenting activity. **Research Policy**, v. 38, n. 8, p. 1217-1224, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 2004.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

BATHELT, H.; KOGLER, D. F.; MUNRO, A. K. Social foundations of regional innovation and the role of university *spin-offs*: The case of Canada's technology triangle. **Industry and Innovation**, v. 18, n. 5, p. 461-486, 2011.

BELL, M. Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. In: KING, K.; FRANSMAN, M. **Technological Capability in the Third World**. London: Macmillan, 1984.

_____. FIGUEIREDO, P. N. Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. **Canadian Journal of Development Studies**, v. 33, n. 1, p. 14-40, 2012.

_____. PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.

_____. PAVITT, K. The Development of Technological Capabilities. In: HAQUE, I. u. **Trade, Technology and International Competitiveness**. Washington: The World Bank, 1995.

_____; _____. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Technology, globalisation and economic performance**, v. 83137, p. 83-137, 1997.

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

BERGEK, A.; NORRMAN, C. Incubator best practice: A framework. **Technovation**, v. 28, n. 1-2, p. 20-28, 2008.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018.

_____. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005**. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica [...] e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11.196.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018.

_____. **Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano Plurianual**. Brasília, n.1, período 1º trimestre de 2016. Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/editoria/educacao-e-ciencia/2016/01/promocao-da-ciencia-tecnologia-e-inovacao-esta-no-plano-plurianual>>. Acesso em 23 jan. 2019

CALZOLAIO, A. E.; DATHEIN, R. Políticas fiscais de incentivo à inovação: uma avaliação da Lei do Bem. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 15, 2012. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PPGE; PUCRS, 2012.

CÂMARA, S. F.; BRASIL, A. A coevolução entre políticas públicas/instituições e o desenvolvimento tecnológico: o caso da Petrobras Biocombustível. **Revista de Administração Pública-RAP**, v. 49, n. 6, 2015.

_____; GONZALEZ, R. K.; PIANA, J. Velocidade da acumulação de capacidades tecnológicas em economias emergentes: evidências de empresas do Brasil. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 10, n. 1, p. 163-188, 2013.

CARMACK, W. J. Technology readiness levels for advanced nuclear fuels and materials development. **Nuclear Engineering and Design**, v. 313, p. 177-184, 2017.

CARREE, M.; DELLA-MALVA, A.; SANTARELLI, E. The contribution of universities to growth: empirical evidence for Italy. **The Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 3, p. 393-414, 2014.

CASH, D. W. "In order to aid in diffusing useful and practical information": agricultural extension and boundary organizations. **Science, Technology, & Human Values**, v. 26, n. 4, p. 431-453, 2001.

CAVALCANTE, L. R. M. T.; TEIXEIRA, F. L. C. Maturidade tecnológica e intensidade em Pesquisa e Desenvolvimento: o caso da indústria petroquímica no Brasil. **Organizações & Sociedade**, v. 5, n. 12, p. 121-144, 1998.

CEGARRA-NAVARRO, J. G.; SÁNCHEZ-POLO, M. T. Influence of the open-mindedness culture on organizational memory: an empirical investigation of Spanish SMEs. **The International Journal of Human Resource Management**, v. 22, n. 01, p. 1-18, 2011.

CLARYSSE, B; MORAY, N. A process study of entrepreneurial team formation: the case of a research-based *spin-off*. **Journal of Business Venturing**, v. 19, n. 1, p. 55-79, 2004.

_____; WRIGHT, M.; LOCKETT, A.; VAN -DE- VELDE, E.; VOHORA, A. Spinning out new ventures: a typology of incubation strategies from European research institutions. **Journal of Business venturing**, v. 20, n. 2, p. 183-216, 2005.

_____; _____; _____; A.; MUSTAR, P.;KNOCKAERT, M. Academic *spin-offs*, formal technology transfer and capital raising. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 609-640, 2007.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive Capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.

COLLARINO, R. L. X; TORKOMIAN, A. L. V. O Papel dos Parques Tecnológicos no Estímulo à Criação de *Spin-offs* Acadêmicas. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 5, n. 2, p. 201-225, 2015.

CÔRTEZ, M. R.; PINHO, M; FERNANDES, A. C.; SMOLKA, R. B; BARRETO, A. L. Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 85-94, 2005.

COSTA, L. B. da.; TORKOMIAN, A. L. V. Um estudo exploratório sobre um novo tipo de empreendimento: os *spin-offs* acadêmicos. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 2, 2008.

COSTA, A. C.; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. E. Análise da Operação do Instrumento de Subvenção Econômica à Inovação no Brasil. **LALICS**, v. 5, n. 2, 2013.

DA CRUZ, H. N.; DE SOUZA, R. F. Sistema nacional de inovação e a lei da inovação: análise comparativa entre o bahy-dole act e a lei da inovação tecnológica. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 4, p. 329-354, 2015.

DA LUZ, A. A. KOVALESKI, J. L.; de ANDRADE J. P. P.; BETIM, M. T. Perfil dos *spin-offs* acadêmicos: um estudo em uma incubadora de empresas de base tecnológica de Ponta Grossa, PR. **REBRAE**, v. 3, n. 3, 2017.

DAHLMAN, C. J.; ROSS-LARSON, B.; WESTPHAL, L. E. Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. **World development**, v. 15, n. 6, p. 759-775, 1987.

DANTAS, E.; BELL, M.. Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 829-844, 2009.

DANTAS, E; BELL, M. The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil. **World Development**, v. 39, n. 9, p. 1570-1591, 2011.

DE-MOURA-FERRAZ, J.; TEIXEIRA, R. M. A criação de *spin-offs* corporativos: relação com a organização-mãe na perspectiva dos recursos. **Revista Alcance**, v. 22, n. 2, p. 243-261, 2015.

DIÁNEZ-GONZÁLEZ, J. P.; CAMELO-ORDAZ, C. The influence of the structure of social networks on academic spin-offs entrepreneurial orientation. **Industrial Marketing Management**, v. 68, n 12, p 85-125, 2017.

DIEGUES, A. C.; ROSELINO, J. E. Interação, Aprendizado Tecnológico e Inovativo no Pólo de TIC da Região de Campinas: uma caracterização com ênfase nas atividades tecnológicas desenvolvidas pelas empresas beneficiárias da Lei de Informática. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 2, p. 373-402, 2006.

DIELEMAN, M.; SACHS, W. M. Coevolution of institutions and corporations in emerging economies: how the Salim group morphed into an institution of Suharto's crony regime. **Journal of Management Studies**, v. 45, n. 7, p. 1274-1300, 2008.

DUTRÈNIT, G. **Learning and Knowledge Management in the Firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities**. Northampton: Edward Elgar, 2000.

DRUILHE, C.; GARNSEY, E. Do academic spin-outs differ and does it matter? **The Journal of technology transfer**, v. 29, n. 3-4, p. 269-285, 2004.

EISENHARDT, Kathleen M.; GRAEBNER, Melissa E. Theory building from cases: opportunities and challenges. **Academy of management journal**, v. 50, n. 1, p. 25-32, 2007.

EUROPEAN ASSOCIATION OF RESEARCH IN TECHNOLOGY ORGANIZATIONS. **The TRL Scale as a Research and Innovation Policy Tool: EARTO Recommendations**, 2014. Disponível em: <http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf>. Acesso em: 23 junho. 2018.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

EVANS, P. B. **Embedded autonomy: states and industrial transformation**. Princeton: University Press, 2012.

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

FELDMAN, J. M.; KLOFSTEN, M. Medium-sized firms and the limits to growth: a case study in the evolution of a *spin-off* firm. **European Planning Studies**, v. 8, n. 5, p. 631-650, 2000.

FESTEL, Gunter. Academic *spin-offs*, corporate spin-outs and company internal start-ups as technology transfer approach. **The Journal of Technology Transfer**, v. 38, n. 4, p. 454-470, 2013.

FIGUEIREDO, P. N. Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 7, p. 1090-1108, 2010.

_____. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. **Revista Brasileira de inovação**, v. 3, n. 2, p. 323-361, 2004.

_____. **Technological Learning and Competitive Performance**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2001.

_____. Learning processes features and technological capability accumulation: explaining inter-firm differences. **Technovation**, v 22, n.11, p. 685-698, 2002a.

_____. Does technological learning pay off? inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. **Research Policy**, v.31, n. 1, p. 73-94, 2002b

_____. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. **Industrial and Corporate Change**, v. 12, n. 3, p. 607-643, 2003.

FREITAS, J. S; GONÇALVES, C.A; CHENG, L.C.; MUNIZ, R.M. O fenômeno das *spin-offs* acadêmicas: estruturando um novo campo de pesquisa no brasil. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 8, n. 4, p. 67-87, 2011.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. Cambridge: The MIT Press, 1982.

_____. The National System of Innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

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

GOMES, L. A. D. V.; SALERNO, M. S. Modelo que integra processo de desenvolvimento de produto e planejamento inicial de *spin-offs* acadêmicos. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 245-255, 2010.

GRANT, R. M. Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. **Organization science**, v. 7, n. 4, p. 375-387, 1996.

GREGORY, B. T.; RUTHERFORD, M. W.; OSWALD, S.; GARDINER, L. An empirical investigation of the growth cycle theory of small firm financing. **Journal of Small Business Management**, v. 43, n. 4, p. 382-392, 2005.

HAN, X.; NIOSI, J. Star scientists in PV technology and the limits of academic entrepreneurship. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 5, p. 1707-1711, 2016.

HAYTER, C. S. Harnessing university entrepreneurship for economic growth: Factors of success among university *spin-offs*. **Economic Development Quarterly**, v. 27, n. 1, p. 18-28, 2013.

HEIRMAN, A.; CLARYSSE, B. Which tangible and intangible assets matter for innovation speed in start-ups? **Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 4, p. 303-315, 2007.

HELM, R.; MAURONER, O. Success of research-based *spin-offs*. State-of-the-art and guidelines for further research. **Review of Managerial Science**, v. 1, n. 3, p. 237-270, 2007.

HOBDAY, M. East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics. **World development**, v. 23, n. 7, p. 1171-1193, 1995.

HOEKMAN, B.; JAVORCIK, B. S. Lessons from empirical research on international technology diffusion through trade and foreign direct investment. **Global integration and technology transfer**, p. 1-28, 2006.

HOWELLS, J. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. **Research policy**, v. 35, n. 5, p. 715-728, 2006.

HUYNH, T.; PATTON, D.; ARIAS-ARANDA, D.; MOLINA-FERNÁNDEZ, L. M. University *spin-offs* performance: Capabilities and networks of founding teams at creation phase. **Journal of Business Research**, v. 78, p. 10-22, 2017.

IACOBUCCI, D.; MICOZZI, A. How to evaluate the impact of academic *spin-offs* on local development: an empirical analysis of the Italian case. **The Journal of Technology Transfer**, v. 40, n. 3, p. 434-452, 2015.

IANSITI, M.; CLARK, K. B. Integration and dynamic capability: evidence from product development in automobiles and mainframe computers. **Industrial and corporate change**, v. 3, n. 3, p. 557-605, 1994.

IPIRANGA, A. S. R. Estratégias de inovação de catching-up: as ligações de aprendizagem entre um instituto de P&D e pequenas empresas. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 3, p. 677-700, jun. 2012.

JACOB, M.; LUNDQVIST, M.; HELLSMARK, H. Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: the case of Chalmers University of Technology. **Research Policy**, v. 32, n. 9, p. 1555-1568, 2003.

JAVED, K.; GOURIVEAU, R.; ZERHOUNI, N. State of the art and taxonomy of prognostics approaches, trends of prognostics applications and open issues towards maturity at different technology readiness levels. **Mechanical Systems and Signal Processing**, v. 94, p. 214-236, 2017.

KATZ, J. M. Domestic technological innovations and dynamic comparative advantage: further reflections on a comparative case-study program. **Journal of Development Economics**, v. 16, n. 1-2, p. 13-37, 1984.

KELLY, S. E. Public bioethics and publics: consensus, boundaries, and participation in biomedical science policy. **Science, Technology, & Human Values**, v. 28, n. 3, p. 339-364, 2003.

KIM, L. The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. **California Management Review**, v. 39, n. 3, p. 142-155, 1997.

KIM, Linsu; NELSON, R. **Tecnologia, Aprendizado e Inovação**: as experiências das economias de industrialização recente. Campinas: Unicamp, 2005

KRUGLIANSKAS, I.; MATIAS-PEREIRA, J. Um enfoque sobre a Lei de Inovação Tecnológica do Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 39, n. 5, p. 1011-1029, 2005.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165–186, 1992.

_____. Reinventing industrial strategy: the role of government policy in building industrial competitiveness. **Annals of Economics and Finance**, v. 14, n. 2, p. 785-829, 2013.

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

LEHOUX, P.; DAUDELIN, G.; WILLIAMS-JONES, B.; DENIS, J. L.; LONGO, C.. How do business model and health technology design influence each other? insights from a longitudinal case study of three academic *spin-offs*. **Research Policy**, v. 43, n. 6, p. 1025-1038, 2014.

_____.; MILLER, F. A.; DAUDELIN, G. Converting clinical risks into economic value: the role of expectations and institutions in health technology development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 117, p. 206-216, 2017.

LEWIN, A. Y.; VOLBERDA, H. W. Prolegomena on coevolution: a framework for research on strategy and new organizational forms. **Organization Science**, v. 10, n. 5, p. 519-534, 1999.

_____.; LONG, C. P.; CARROLL, T. N. The coevolution of new organizational forms. **Organization science**, v. 10, n. 5, p. 535-550, 1999.

LÖFSTEN, H.; LINDELÖF, P. R&D networks and product innovation patterns—academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks. **Technovation**, v. 25, n. 9, p. 1025-1037, 2005.

LOPES, I. F.; BEUREN, I. M. Evidenciação da Inovação no Relatório da Administração: uma análise na perspectiva da Lei do Bem (Lei Nº. 11.196/2005). **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 6, n. 1, p. 109-127, 2016.

LOURDES, C. S.; FIGUEIREDO, P. N. Mensuração de capacidades tecnológicas inovadoras em empresas de economias emergentes: méritos limitações e complementaridades de abordagens existentes. **Revista Produção Online**, v. 9, n. 1, 2009.

LUNDEVALL, B. A; JOHNSON, B. The Learning Economy. **Journal of industry studies**, v. 1, n. 2, p. 23-42 , 1994.

_____. National innovation systems—analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007.

LUUKKONEN, T. Variability in organizational forms of biotechnology firms. **Research Policy**, v. 34, n. 4, p. 555-570, 2005.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MANKINS, John C. Technology readiness and risk assessments: a new approach. **Acta Astronautica**, v. 65, n. 9-10, p. 1208-1215, 2009.

MARKMAN, G. D.; PHAN, P. H; BALKIN, D. B; GIANIODIS, P. T. Entrepreneurship and university-based technology transfer. **Journal of business venturing**, v. 20, n. 2, p. 241-263, 2005.

MATHEWS, J. China, India and Brazil: Tiger technologies, dragon multinationals and the building of national systems of economic learning. **Asian Business & Management**, v. 8, n. 1, p. 5-32, 2009.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**, v. 4, n. 2, 2005.

MORAIS, J. M. Programas especiais de crédito para micro, pequenas e médias empresas: BNDES, Proger e Fundos Constitucionais de Financiamento. In: NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. **Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MOWERY, D.C; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N; ZIEDONIS, A. Al. The growth of patenting and licensing by US universities: an assessment of the effects of the Bayh–Dole act of 1980. **Research policy**, v. 30, n. 1, p. 99-119, 2001.

MULATU, A. On the concept of competitiveness and its usefulness for policy. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 36, p. 50-62, 2016.

MUSTAR, Philippe; WRIGHT, Mike; CLARYSSE, Bart. University spin-off firms: lessons from ten years of experience in Europe. **Science and Public Policy**, v. 35, n. 2, p. 67-80, 2008.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Systems Engineering Handbook**. Washington D.C.: [s.n.], 2007. 360 p. Disponível em: <<http://www.acq.osd.mil/se/docs/NASA-SP-2007-6105-Rev-1-Final-31Dec2007.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

NAZARENO, C. As mudanças promovidas pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação) e seus impactos no setor. **Estudo Técnico**. Brasília: CÂMARA DE DEPUTADOS, 2016.

NICOLAOU, N.; BIRLEY, S. Academic networks in a trichotomous categorisation of university spinouts. **Journal of business venturing**, v. 18, n. 3, p. 333-359, 2003.

NIOSI, J. Rethinking science, technology and innovation (STI) institutions in developing countries. **Innovation**, v. 12, n. 3, p. 250-268, 2010.

NONAKA, I., KODAMA, M.; HIROSE, A; KOHLBACHER, F. Dynamic fractal organizations for promoting knowledge-based transformation: a new paradigm for organizational theory. **European Management Journal**, v. 32, n. 1, p. 137-146, 2014.

NONAKA, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organization science**, v. 5, n. 1, p. 14-37, 1994.

NONAKA, I.; TOYAMA, R.; KONNO, N. SECI, Ba and Leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Long Range Planning**, v. 33, p. 5-34, 2000.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.; UMEMOTO, K. A theory of organizational knowledge creation. **International Journal of Technology Management**, v. 11, n. 7-8, p. 833-845, 1996.

O'SHEA, R. P.; ALLEN, T. J., CHEVALIER, A.; ROCHE, F. Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities. **Research policy**, v. 34, n. 7, p. 994-1009, 2005.

_____.; CHUGH, H; ALLEN, T. J. Determinants and consequences of university spinoff activity: a conceptual framework. **The Journal of Technology Transfer**, v. 33, n. 6, p. 653-666, 2008.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PEREZ, M.P.; SÁNCHEZ, A. M. The development of university spin-offs: early dynamics of technology transfer and networking. **Technovation**, v. 23, n. 10, p. 823-831, 2003.

RODRIGUES, S. B.; CHILD, J. **Corporate co-evolution: a political perspective**. John Wiley & Sons, 2009.

RODRIK, D. **Taking trade policy seriously: export subsidization as a case study in policy effectiveness**. Chichester: National Bureau of Economic Research, 1993.

ROSENKOPF, L; NERKAR, A. **On the complexity of technological evolution**. New York: Sage, 1999.

ROTHAERMEL, F. T.; AGUNG, S. D.; JIANG, L. University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. **Industrial and corporate change**, v. 16, n. 4, p. 691-791, 2007.

RASMUSSEN, E; BORCH, O. J. University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin-off ventures at mid-range universities. **Research policy**, v. 39, n. 5, p. 602-612, 2010.

_____; MOSEY, S. WRIGHT, M. The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. **Research Policy**, v. 43, n. 1, p. 92-106, 2014.

_____; _____. How can universities facilitate academic *spin-offs*? An entrepreneurial competency perspective. **The Journal of Technology Transfer**, v. 40, n. 5, p. 782-799, 2015.

ROBERTS, E.; MALONET, D Policies and structures for spinning off new companies from research and development organizations. **R&D Management**, v. 26, n. 1, p. 17-48, 1996.

RYBICKA, J; TIWARI, A; LEEKE, G. A. Technology readiness level assessment of composites recycling technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 1001-1012, 2016.

SAVIOTTI, P. P.; PYKA, A. Economic development by the creation of new sectors. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 14, n. 1, p. 1-35, 2004

SCHUMPETER, J.A. **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harper, 1942.

SHANE, S. A. **Academic entrepreneurship**: University spinoffs and wealth creation. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2004.

SHARIF, N. Emergence and development of the National Innovation Systems concept. **Research policy**, v. 35, n. 5, p. 745-766, 2006.

SOETANTO, D.; JACK, S. The impact of university-based incubation support on the innovation strategy of academic *spin-offs*. **Technovation**, v. 50, p. 25-40, 2016.

SOHN, D. W.; KENNEY, M. Universities, clusters, and innovation systems: the case of Seoul, Korea. **World Development**, v. 35, n. 6, p. 991-1004, 2007.

STERNBERG, R. Success factors of university-spin-offs: regional government support programs versus regional environment. **Technovation**, v. 34, n. 3, p. 137-148, 2014.

STOKES, D. E. **O Quadrante de Pasteur**: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Unicamp, 2005.

SUTOPO, W.; ASTUTI, R. W.; YUNIARISTANTO; PURWANTO, A.; NIZAM, M. Model to measure university's readiness for establishing spin-offs: comparison study. In: IAENG TRANSACTIONS ON ENGINEERING SCIENCES, 15., 2015, [S.l.]. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2015.

TAKEUCHI, H. NONAKA, I. **Gestão do Conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic management journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

THURSBY, Jerry G.; JENSEN, Richard; THURSBY, Marie C. Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: A survey of major US universities. **The journal of Technology transfer**, v. 26, n. 1-2, p. 59-72, 2001.

TREIBICH, T.; KONRAD, K.; TRUFFER, B. A dynamic view on interactions between academic *spin-offs* and their parent organizations. **Technovation**, v. 33, n. 12, p. 450-462, 2013.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

URBANO, D.; GUERRERO, M. Entrepreneurial universities: Socioeconomic impacts of academic entrepreneurship in a european region. **Economic Development Quarterly**, v. 27, n. 1, p. 40-55, 2013.

VAN GEENHUIZEN, M.; SOETANTO, D. P. Academic *spin-offs* at different ages: a case study in search of key obstacles to growth. **Technovation**, v. 29, n. 10, p. 671-681, 2009.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2014.

_____. **Métodos de pesquisa em Administração**. Atlas: São Paulo, 2012.

VIOTTI, E. B. National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 7, p. 653-680, 2002.

VISINTIN, F.; PITTINO, D. Founding team composition and early performance of university: based spin-off companies. **Technovation**, v. 34, n. 1, p. 31-43, 2014.

WERNERFELT, B. A resource based view of the firm. **Strategic management journal**, v. 5, n. 2, p. 171-180, 1984.

WATKINS, A.; PAPAIOANNOU, T.; MUGWAGWA, J.; KALE, D. National innovation systems and the intermediary role of industry associations in building institutional capacities for innovation in developing countries: A critical review of the literature. **Research Policy**, v. 44, n. 8, p. 1407-1418, 2015.

WHYTE, J.; SEXTON, M. Motivations for innovation in the built environment: new directions for research. **Building Research & Information**, v. 39, n. 5, p. 473-482, 2011.

WRIGHT; LOCKETT; BINKS. University spin-out companies and venture capital. **Research policy**, v. 35, n. 4, p. 481-501, 2006.

YANG, C.W.; FANG, S.C.; LIN, J. L. Organisational knowledge creation strategies: A conceptual framework. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 3, p. 231-238, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZAHRA, S. A.; VAN DE VELDE, E.; LARRANETA, B. Knowledge conversion capability and the performance of corporate and university spin-offs. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 569-608, 2007.

ZOLLO, M.; WINTER, S. G. Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. **Organization science**, v. 13, n. 3, p. 339-351, 2002.

APÉNDICE

APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS (QUESTIONÁRIO)

- 1) Quando a *Spin-off* começou a desenvolver a tecnologia? Quanto tempo a sua tecnologia *core* permaneceu em cada nível agregado de TRL?

Quadro 12 – Quadro de TRLs agrupadas com modelo da Embraer

TRLs 1 e 2	Pesquisa Fundamental	Englobam os princípios básicos observados e reportados e os conceitos e/ou aplicação tecnológica identificada ou formulada	
TRLs 3 e 4	Pesquisa Aplicada	Abrangem a função crítica e experimental e/ou prova de conceito característica e componente e/ou protótipo rústico validado em ambiente de laboratório	
TRLs 5 e 6	Demonstração de tecnologias	Abarcam o componente e/ou protótipo rústico validado em ambiente relevante e modelos de sistema/subsistema ou protótipo demonstrado em ambiente relevante	
TRLs 7, 8, e 9	Aplicação Comercial produto/ serviço	O protótipo de sistema é demonstrado em ambiente operacional, o sistema real é completado e qualificado através de testes e demonstrações e o sistema real é provado com sucesso de operação em missão.	

- 2) Responda às questões referentes aos mecanismos de aprendizagem e a relação com a TRL de que a sua empresa possuía na época em que a sua tecnologia *core* estava no nível de maturidade correspondente.

Assinale a frequência dessas práticas na empresa. Isto é, o quanto esta atividade é ou foi desenvolvida pela empresa, baseando-se na seguinte referência:

Quadro 13 – Frequência da utilização de processos de aprendizagem

1	Nunca realizou (ausente)	Nunca foi utilizado pela empresa.
2	Apenas uma vez (limitada)	Utilização do processo ou mecanismo em uma única oportunidade ou por um curto período de tempo. (ex.: contratação de uma consultoria para certificação apenas uma vez por um curto período de tempo)
3	Intermitente (moderada)	Utilização do processo ou mecanismo de forma descontínua ou intermitente. (ex.: realização de reuniões durante um período,

		<i>depois abandonar a ideia. Algum tempo depois retomá-la, podendo repetir o mesmo ciclo)</i>
4	Contínuo (diversa)	Utilização do processo ou mecanismo de forma contínua ou, dependendo da natureza do processo, em diversas ocasiões. <i>(ex.: sempre realizar um treinamento técnico quando estiver disponível)</i>

Quanto ao funcionamento, este ponto deve ter uma nota de 0 a 10, podendo tomar como base uma escala percentual, sendo "0", 0% efetivo (o mecanismo não serviu para a empresa, foi um fracasso) até "10", 100% efetivo (o mecanismo cumpriu plenamente seu papel dentro do seu escopo, foi um sucesso. ex.: o treinamento conseguiu repassar plenamente novos conhecimentos acerca de uma nova tecnologia).

3) Comente suas respostas acima voltadas aos dos Mecanismos de aprendizagem:

a) De aquisição de conhecimento

b) De socialização e codificação de conhecimento

4) Responda qual o nível de importância (de 1 a 5) para o desenvolvimento de sua tecnologia das políticas públicas e seus aspectos em cada nível de TRL que você esteja ou tenha passado

a) Percepção das Políticas Públicas	PF	PA	DT	AC
I - Acesso ao Crédito				
Envolvimento				
I- Editais de fomento que teve acesso possui um processo que demonstra o grau de envolvimento da instituição de fomento e os setores produtivos				
II- Os editais de fomento foram discutidos e/ou apresentados aos setores produtivos, sanando duvida sobre o mesmo				
Coerência				
I- As regras dos editais são realista e permitem a participação a sua participação plena				
II- As regras e condições dos editais são coerentes com os objetivos de fomento à inovação				
Autonomia				
I- Os Editais possuem seleção com isenção total				
II- Os Editais atendem demandas dos setores produtivos				

b) Comente suas respostas acima para cada um dos tipos (I, II e III) de instrumentos de políticas públicas voltadas à inovação:

b.1) Acesso ao Crédito:

c) Percepção das Políticas Públicas	PF	PA	DT	AC
II - Incentivos Fiscais , Estruturação e Regulação				
Envolvimento				
I- Possui incentivos fiscais para comercializar a inovação e reconhece que estes foram preparados ouvindo os setores produtivos				
II- Possui ambiente de estruturação do negócio que atende a evolução das necessidades dos setores produtivos				
Coerência				

I- Incentivos fiscais que atendem as necessidades dos empreendedores				
II- Mudanças da legislação que permita evolução tecnológica e inovadora de forma impactante sobre setor produtivo				
Autonomia				
I- Incentivos fiscais concedidos de forma autônoma, sem viés de escolhas				
II- Ambiente regulatório que irão perdurar independente das sucessões governamentais				

d) Comente suas respostas acima para cada um dos tipos (I, II e III) de instrumentos de políticas públicas voltadas à inovação:

d.1) Incentivos Fiscais e Estruturação Regulação:

e) Percepção das Políticas Públicas	PF	PA	DT	AC
III - Colaboração e Aprendizado				
Envolvimento				
I- Oferta de cursos sobre empreendedorismo inovador, gestão, tecnológico. de forma relacional com os atores que a empresa se relaciona				
II- Formação e conexões em tríplice hélice voltados para a evolução tecnológica e para a inovação				
Coerência				
I- Cursos e treinamentos relacionados à Inovação que respeitem as necessidades do mercado e dos gestores e empresários				
II- Formação de redes com níveis bons e/ou elevados de colaboração				
Autonomia				
I- Cursos e Treinamento ofertados pelo poder público sem o viés de atender somente às grandes organizações				
II- Formação de redes estimuladas pelo setor público do tipo distribuída sem níveis hierárquicos e que estabeleçam fluxo de conhecimento entre atores				

f) Comente suas respostas acima para cada um dos tipos (I, II e III) de instrumentos de políticas públicas voltadas à inovação:

f.1) Colaboração e Aprendizado: