

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA PROPRIEDADE
INTELECUTAL - PPGPI

JOSÉ NILTON DE MELO

DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O FORTALECIMENTO DAS
INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS INSTITUTOS FEDERAIS: ANÁLISE
EMPÍRICA E PROPOSIÇÃO DE MODELO

São Cristóvão (SE)

2019

JOSÉ NILTON DE MELO

**DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O FORTALECIMENTO DAS
INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS INSTITUTOS FEDERAIS: ANÁLISE
EMPÍRICA E PROPOSIÇÃO DE MODELO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva.

São Cristóvão (SE)
(2019)

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M528d Melo, José Nilton de
Diretrizes estratégicas para o fortalecimento das infraestruturas
de pesquisa dos Institutos Federais: análise empírica e proposição
de modelo / José Nilton de Melo ; orientador Gabriel Francisco da
Silva. – São Cristóvão, SE, 2019.
201 f. : il.

Tese (doutorado em Ciência da Propriedade Intelectual) –
Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Propriedade intelectual. 2. Pesquisa. 3. Inovações
tecnológicas. 4. Colaboração acadêmico-industrial. 5. Institutos
federais de educação, ciência e tecnologia – Brasil – Pesquisa. I.
Silva, Gabriel Francisco da, orient. II. Título.

CDU 347.77(81)

JOSÉ NILTON DE MELO

**DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O FORTALECIMENTO DAS
INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS INSTITUTOS FEDERAIS: ANÁLISE
EMPÍRICA E PROPOSIÇÃO DE MODELO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual. Esta tese foi julgada e aprovada pela comissão abaixo assinada em 20 de fevereiro de 2019.

São Cristóvão, Sergipe, Brasil

Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva – Orientador
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Jaime José da Silveira Barros Neto – Examinador Externo ao Programa
Instituto Federal de Sergipe

Prof. Dr. Silvanito Alves Barbosa – Examinador Externo ao Programa
Instituto Federal de Sergipe

Prof^a Dr^a Iracema Machado de Aragão Gomes – Examinadora Interna ao Programa
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Joao Antônio Belmino dos Santos – Examinador Interno ao Programa
Universidade Federal de Sergipe

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e a toda minha família.

AGRADECIMENTO

Agradecer é sempre um desafio, visto que posso ser de alguma forma injusto. Contudo, mesmo assumindo esse risco, desejo brevemente externar minha gratidão às seguintes pessoas e instituições:

- a) primeiramente ao trino Deus: Pai, Filho e Espírito, em quem tenho não somente a paz, mas também comunhão e vida eterna. Nesses quatro anos, Deus iluminou-me e guiou-me durante toda a jornada. Com toda a confiança posso parafrasear o Salmo 23.1 e dizer: O Senhor é o meu orientador e nada me faltará. Pai, muito obrigado!;
- b) à minha amada esposa, Carlinha, com quem tenho o prazer de dividir a vida, sonhos, ministérios, desafios e lutas. Ela é minha principal motivadora (e fiscalizadora). Essa conquista também é dela;
- c) à minha amada mãe, que sempre desejou ter um filho “doutor” e que nunca mediu esforços para, do pouco que tinha, proporcionar-me algum tipo de conforto. Sou devedor dela muito mais do que posso pagar. Ela sempre acreditou em mim e sempre me motivou a estudar, mesmo estando tão distante do mundo acadêmico. Ela me ensinou apenas as letras e, com elas, tenho escrito uma história de sonhos e realizações;
- d) à minha família, com destaque especial para minha querida Tia Fátima (*in memoriam*), e a todos os meus primãos, com os quais tenho o prazer de compartilhar momentos agradáveis como este;
- e) aos meus queridos irmãos em Cristo, em especial da 1ª Igreja Batista em Augusto Franco, pela alegria de congregarmos e servirmos a Deus juntos;
- f) ao meu orientador, Prof. Gabriel, pela sabedoria e paciência em lidar com as agendas e calendários sempre corridos. Também agradeço aos professores Ricardo Santana e Iracema pelas coorientações e aos professores João, Silvanito, Ruth e Jaime em participar da banca examinadora;
- g) ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe pelo incentivo ao doutorado, bem como aos meus colegas das coordenações de turismo do campus Aracaju;
- h) aos professores e colegas do PPGPI;
- i) à Universidade Federal de Sergipe, que tem sido meu reduto acadêmico desde à graduação;
- j) enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração e conclusão deste trabalho, o meu muito obrigado.

O SENHOR Deus criou os céus e os estendeu; formou a terra e tudo o que nela existe e deu vida e fôlego a todos os seus moradores.

(Isaías 42.5)

RESUMO

O que torna uma infraestrutura de pesquisa mais adequada para produzir propriedade intelectual? Certamente essa é uma pergunta desafiadora, uma vez que diversas variáveis estão em jogo, tais como: a capacidade individual do coordenador, a quantidade e a especialização dos bolsistas de pesquisa, os recursos financeiros disponíveis, a cooperação com outras infraestruturas e com o mercado, o valor e a modernização dos equipamentos, dentre outras. Essas possibilidades apontam que as infraestruturas de pesquisa precisam estar no centro das políticas de incentivo à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), uma vez que é no laboratório, através do uso dos equipamentos e com os recursos humanos e financeiros envolvidos, que ocorre tanto a pesquisa quanto a inovação. Diante desse contexto, o presente trabalho busca responder à seguinte questão: como fortalecer as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil (IFs) a fim de atender à nova missão institucional que lhes foi atribuída pela lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, isto é, além de promover a educação, gerar CT&I no país? Parte-se da hipótese de que em comparação com outras instituições similares no Brasil, sobretudo as universidades, as infraestruturas de pesquisa dos IFs, devido a sua recente formação e formatação, ainda não possuem um perfil adequado para atender a essa sua nova missão. Portanto, este estudo tem como objetivo elaborar diretrizes estratégicas para o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs com foco na geração de propriedade intelectual, no intuito de apontar caminhos de superação e adequação à sua nova missão institucional. O trabalho enquadra-se, metodologicamente, como pesquisa aplicada do tipo descritivo-comparativa, com proposição de modelo de gestão estratégica. Utilizou-se dados secundários oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA e de outras agências governamentais. A fim de buscar a validação do modelo proposto, foi enviado um questionário com perguntas semiestruturadas com escala do tipo Likert de 5 pontos aos 38 Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs, dos quais 14 responderam ao questionário. Dentre os resultados alcançados, destacam-se os seguintes: 1) as regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, em comparação com as regiões Sul e Sudeste, possuem uma capacidade inferior de transformar recursos de PD&I em resultados científicos e tecnológicos, principalmente no quesito inovação; 2) os IFs possuem uma forte associação com as áreas de ciências exatas, da terra e engenharias, demonstrando um grande potencial de aproximação das atividades de ensino e pesquisa com as demandas tecnológicas do mercado; 3) há uma forte vocação dos IFs com o setor privado, sobretudo com a indústria de transformação, ainda que as ações efetivas de cooperação com as empresas estejam incipientes e haja pouca interação com instituições e empresas estrangeiras, demonstrando uma fraca internacionalização; 4) o modelo BSC-Lab, a partir da avaliação dos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs, tem potencial de contribuir para o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs, tanto como ferramenta de gestão estratégica, quanto como instrumento adicional de seleção de projetos de natureza tecnológica.

PALAVRAS-CHAVE: Propriedade Intelectual. Infraestrutura de Pesquisa. Ciência, Tecnologia e Inovação. Relação Universidade-Empresa-Governo. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

ABSTRACT

What makes a research infrastructure more adequate to produce intellectual property? This is certainly a challenging question, given that many variables are in play, such as: the coordinator's individual capabilities, the quantity and specializations of the research fellows, the available financial resources, the cooperation with other infrastructures and the market, the value and modernization of the equipments, and others. These possibilities show that the research infrastructures need to be at the center of the policies of incentive to Science, Technology and Innovation (CT&I), since it's in the laboratory, by using the equipments and the available human and financial resources, that both research and innovation happen. Given this context, this work aims to answer the following question: how to improve the research infrastructures of the Federal Institutes of Education, Science and Technology of Brazil (IFs) in order to fulfill their new institutional missions established by the law number 11.892, from 29 December, 2008, that is, besides providing education, generating CT&I in the country? We start with the hypothesis that, in comparison with other similar institutions from Brazil, especially the universities, the research infrastructures of the IFs, due to their recent formation and configuration, still do not have an adequate design to fulfill its new mission. Therefore, this study aims to elaborate strategic guidelines to improve the research infrastructures of the IFs with a focus on the generation of intellectual property, with the objective of pointing ways to overcome and adequate to its new institutional mission. This work, methodologically, is an applied research of the descriptive-comparative kind, with a proposition of a model of strategic management. We used secondary data present in the new mapping done by MCTI/CNPq/IPEA and other government agencies. To validate the proposed model, we sent a questionnaire with semistructured questions with a Likert scale of 5 points to the 38 Prorectors of Research of the IFs, of which 14 answered. Among the obtained results, the following are highlighted: 1) the Northeast, North and Midwest regions, in comparison with the South and Southeast, show an inferior ability to convert R&D resources into scientific and technological results, especially when it comes to innovation; 2) the IFs show a strong association with the areas of the exact sciences, earth sciences, and engineering, showing a great potential of approximation between the teaching and research activities and the technological demands of the market; 3) there is a strong disposition of the IFs toward the private sector, especially the manufacturing industry, even if the effective actions of cooperation with companies are still incipient and there is little interaction with foreign institutions and companies, showing weak internationalization; 4) the BSC-Lab model, by the evaluation from the Prorectors of Research of the IFs, has the potential to contribute to the improvement of the research infrastructures of the IFs, both as a tool for strategic management and as an additional instrument for selecting projects of a technological nature.

KEYWORDS: Intellectual Property. Research Infrastructure. Science, Technology and Innovation. University-Company-Government Relations. Federal Institutes of Education, Science and Technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Nome da figura	Página
Tipos de inovação, segundo Manual de Oslo	24
Modelo Linear de Inovação	26
Gerações do processo de inovação	26
Modelo Sistêmico de Inovação	29
Quadrante de Pasteur	31
Triângulo de Sábato	40
Descrição dos vértices do Triângulo de Sábato	41
Modelo estático de universidade-indústria-governo (Hélice Tríplice I)	46
Modelo laissez-faire de universidade-indústria-governo (Hélice Tríplice II)	47
Modelo da Hélice Tríplice III	48
Diferenças dos SNIs do Leste Asiático e América Latina	53
Principais atores do SNCTI Brasileiro	61
Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação	73
Indicadores Propostos	73
Correlação entre número de artigos de circulação internacional e investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa	82
Número e tipo de infraestruturas dos IFs que participaram do levantamento	90
Síntese do histórico da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil	97
Mapa da Rede Federal no Brasil	99
Número de pesquisadores atuando nas infraestruturas de pesquisa segundo titulação	101
Número de pesquisadores nas infraestruturas de pesquisa, por tempo de dedicação à infraestrutura	103
Custos operacionais anuais das infraestruturas estimados pelos seus coordenadores para o ano de 2012	104
Receitas anuais das infraestruturas estimadas pelos seus coordenadores para o ano de 2012	106
Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa disponíveis na infraestrutura	107
Prestação de serviços tecnológicos pelas infraestruturas de pesquisa, segundo tipo de clientes	116
Setores de atividade econômica (CNAE) mais frequentemente citados como potenciais usuários das pesquisas realizadas pelas infraestruturas (%)	117
Número de infraestruturas de pesquisa que atenderam usuários externos, segundo vínculo com a instituição de origem	118
Atividade de cooperação realizadas pelas infraestruturas por grau de importância	119
Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura (em %)	120
Avaliação das condições gerais da infraestrutura (em %)	121
Número de infraestruturas segundo período de realização do último investimento significativo em modernização ou ampliação (em %)	122
Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa disponíveis na infraestrutura (em %)	124
Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura	125

Perspectivas do Balanced Scorecard	133
Relação de causa e efeito e sinergias entre as perspectivas do BSC	135
As diferentes funções do mapa estratégico	136
Modelo de mapa estratégico do Balanced Scorecard	138
O BSC para instituições do setor público e sem fins lucrativos	139
Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura (em %)	146
Resumo dos indicadores das infraestruturas de pesquisa dos IFs vis-à-vis às ICTs do Brasil	147
Perspectivas e questões norteadoras do modelo BSC-Lab	148
Perspectivas do modelo BSC-Lab e suas inter-relações	149
Perspectiva Financeira	150
Perspectiva Cultura Organizacional	151
Perspectiva Ensino e Aprendizagem	152
Perspectiva: Cooperação e Transferência de Tecnologia	153
Perspectiva Propriedade Intelectual	155
O mapa estratégico do modelo BSC-Lab	157
Exemplo de painel de medição de desempenho e acompanhamento das ações	159
Métodos de seleção de projetos PIBITI nos Institutos Federais	160
Proposta de seleção de projetos para fins de financiamento público institucional de PD&I com foco em inovação nos Institutos Federais	161
Barema de Avaliação dos Laboratórios de Pesquisa	162
Peso das perspectivas na pontuação total (%)	163
Tempo de serviço no Instituto Federal	164
Avaliação das perspectivas do modelo	165
Inclusão do modelo e laboratórios de pesquisa nos editais tecnológicos dos IFs	166
Avaliação do Barema de avaliação dos laboratórios de pesquisa	167
Avaliação do mapa estratégico sugerido para os laboratórios de pesquisa dos IFs	168
Avaliação geral do modelo	169

LISTA DE TABELAS

Nº	Nome da tabela	Página
Seção 3		
1	CNPq - Bolsas totais no país: número de bolsas-ano segundo região (2001-2014)	74
2	Total dos investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa por região (2000-2014)	75
3	Número de instituições e de grupos de pesquisa segundo regiões (2000 - 2010)	76
4	Participação das instituições e de grupos de pesquisa segundo regiões (2000 – 2010)	76
5	Recursos humanos, segundo região (2000 - 2010)	77
6	Participação % dos recursos humanos, segundo região (2000 - 2010)	77
7	Relação entre as principais dimensões segundo região (2000 – 2010)	78
8	Cursos de Pós-graduação stricto Senso Reconhecidos pela CAPES por região, 2014	78
9	Número de doutores por habitantes segundo região (2000-2014)	79
10	Número de autores e da produção científica dos pesquisadores doutores segundo região (2000-2003; 2007-2010)	80
11	Pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI) depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) residentes, 2000-2013	81
12	Produtividade científica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa no Brasil e regiões (2007- 2010)	82
13	Produtividade tecnológica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa no Brasil e regiões, 2010	83
14	Produtividade científica dos doutores, 2007 a 2010	84
15	Produtividade tecnológica dos doutores, 2010	84
Seção 4		
1	Número de infraestruturas e área física total por região geográfica	100
2	Distribuição das infraestruturas por grande área do conhecimento	101
3	Número de pesquisadores nas infraestruturas de pesquisa por tipo de vínculo com a instituição	102
Seção 5		
1	Principais fontes de receita das infraestruturas de pesquisa segundo a entidade financiadora e o valor dos recursos obtidos em 2012	123
Seção 6		
1	Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura (em %)	144
2	Avaliação das condições gerais da infraestrutura (em %)	145
3	Avaliação dos objetivos estratégicos	165

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED	Análise Exploratória dos Dados
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRICS	Brasil, Índia, Rússia, China e África do Sul
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
BSClab	<i>Balanced Scorecard</i> adaptado às infraestruturas de pesquisa dos IFs
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONFAP	Conselho Nacional de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
CONSECTI	Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DISET	Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
EUA	Estados Unidos da América
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
FAPs	Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
FCC	Função de Coordenação de Curso
FCL	Função de Coordenação de Laboratório
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTs	Instituições de Ciência e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IFs	Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
ISI	<i>International Scientific Indexing</i>
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NFP	Nota Final do Projeto
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PBDCT	Plano Básico de Desenvolvimento Científico Tecnológico
PIBIC	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica
PIBITI	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
PRONATEC	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
RFEPCT	Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
USPTO	<i>United States Patent and Trademark Office</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Procedimentos metodológicos	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Ciência, Tecnologia e Inovação em debate	23
2.1.1	Inovação e ciência: diálogos e divergências na gênese da discussão	23
2.1.2	A importância das políticas de CT&I no contexto atual	33
2.1.3	O papel do Estado no estímulo às atividades de CT&I	35
2.2	Modelos da relação universidade-empresa-governo	39
2.2.1	O Triângulo de Sábato	39
2.2.2	O modelo de hélice tríplice	44
2.2.3	Sistema Nacional de Inovação (SNI)	51
2.2.4	Sistema Nacional de Inovação no Brasil	57
2.3	O papel da infraestrutura de pesquisa no processo inovativo	62
3	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE INTER-REGIONAL POR MEIO DE INDICADORES	67
4	OS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: A INFRAESTRUTURA ACADÊMICA DE PESQUISA COMO CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE INOVAÇÃO NACIONAL	88
5	INFRAESTRUTURA ACADÊMICA DE PESQUISA E INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NO CONTEXTO DOS INSTITUTOS FEDERAIS DO BRASIL	110
6	GESTÃO ESTRATÉGICA COM FOCO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL DAS INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS INSTITUTOS FEDERAIS: PROPOSIÇÃO DE MODELO ADAPTADO DO BSC	130
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	175
	REFERÊNCIAS	179
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	191
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRÓ-REITORES DE PESQUISA DOS IFs	193

1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade global em que os países são expostos tem incentivado uma corrida exponencial na área de propriedade intelectual. Estar na fronteira do conhecimento científico e tecnológico é estar na vanguarda do desenvolvimento socioeconômico. Nações que geram tecnologia – e não são apenas usuárias – são países desenvolvidos, cujo dinamismo e crescimento da economia depende cada vez mais da quantidade e qualidade das inovações que geram, apontando para uma mudança recente e significativa nas políticas de incentivo à CT&I: o desenvolvimento científico e tecnológico não é mais uma agenda de uma área específica de um governo, mas uma estratégia de Estado.

Promover o desenvolvimento científico e tecnológico é incentivar, prioritariamente, as infraestruturas de pesquisa, sejam elas públicas ou privadas. Isso exige uma série de medidas, tais como: a) capacitação em mão-de-obra por meio de oferta de cursos de pós-graduação; b) políticas de retenção de talentos; c) incentivos financeiros em bolsas de pesquisa e inovação; d) investimentos em máquinas e equipamentos visando a atualização e modernização dos laboratórios; e) apoio institucional aos pesquisadores; e f) incentivos financeiros para divulgação científica.

Nesse sentido, é de vital importância para o desenvolvimento dos países, sobretudo nos emergentes, o investimento em pesquisa e a apropriação, pelo setor privado, do conhecimento gerado pelas universidades e instituições de pesquisa, uma vez que há relação direta entre PD&I e desenvolvimento econômico (ALBUQUERQUE, 2001; SHERWOOD; COVIN, 2008).

Desta forma, tem sido grande o desejo dos países em compreender o processo de produção e difusão dos conhecimentos científicos e inovações e, particularmente, em estabelecer políticas de apoio apropriadas às atividades CT& I. O impacto dos investimentos públicos em CT&I tem repercussões em todos os setores da economia, tornando as infraestruturas de pesquisa peça fundamental nesse processo.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para uma melhor compreensão dessa temática por meio da resolução da seguinte questão: como fortalecer as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil a fim de atender a nova vocação institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008¹, isto é, além de promover a educação, gerar ciência, tecnologia e

¹ Em 29 de dezembro de 2008, os 31 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), as 75 unidades descentralizadas de ensino (Uneds), juntamente com 39 escolas agrotécnicas e 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a universidades, deixaram de existir para formar os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, o qual integra a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

inovação no país? O trabalho parte da hipótese de que em comparação com outras instituições similares no Brasil, sobretudo as universidades, as infraestruturas de pesquisa dos institutos federais, devido a sua recente formação e formatação, ainda não possuem um perfil adequado para atender a sua nova vocação. Além disso, conforme lembram Moraes e Kipnis (2017), o modelo de pesquisa universitária, baseado na formação de grupos de pesquisa que se articulam em torno dos programas de pós-graduação, tem se mostrado impróprio à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPECT), na qual os IFs fazem parte. Esse desafio aponta que são necessárias medidas de adequação, ampliação e modernização dos laboratórios de pesquisa dos IFs, orientações estas que o presente trabalho visa contribuir.

Este trabalho está dividido em seis seções, incluindo esta introdução. A seção 2 traz o referencial teórico utilizado na pesquisa, onde são discutidos os principais modelos da relação universidade-empresa-governo. Tal discussão é pertinente porque apesar das universidades terem seu foco tão somente na educação superior, enquanto que os IFs atuam na formação básica, técnica e tecnológica, oferecendo cursos que vão desde a qualificação profissional até a pós-graduação, ambas instituições são chamadas a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico das localidades onde estão inseridas, ultrapassando suas funções clássicas de ensino e pesquisa.

A partir da seção 3 são disponibilizados os resultados e suas discussões, divididos em artigos. O primeiro discute a capacidade das regiões brasileiras de transformar recursos públicos de PD&I em inovação tecnológica. Mostra-se que não basta apenas investir financeiramente nos laboratórios, mas é preciso produtividade e capacidade técnica para aproveitar os estímulos de financiamento público.

A seção quatro apresenta um levantamento exploratório sobre as características físicas e humanas das infraestruturas de pesquisa dos IFs, tendo em vista que a recente transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) e das Escolas Agrotécnicas Federais em IFs trouxe alguns desafios, dentre eles a necessidade de adequar a infraestrutura de pesquisa herdada ao novo arranjo institucional. Esta seção permite uma contextualização da condição atual das infraestruturas, ainda que feito de maneira amostral.

Tendo em vista que a relação entre as instituições de ciência e tecnologia com o setor produtivo tem sido encarada como uma nova revolução acadêmica, a quinta seção analisa a relação dos IFs, especificamente os laboratórios de pesquisa, com outros atores institucionais, sobretudo as empresas. Discute-se em que áreas os IFs possuem forte vocação para o mercado e quais os principais entraves de cooperação e internacionalização das unidades de pesquisa.

A sexta seção apresenta um modelo de gestão estratégica adaptado do *Balanced Scorecard* (BSC), intitulado BSC-Lab, voltado para os laboratórios de pesquisa dos IFs. Também apresenta as impressões que os Pró-Reitores de Pesquisa de 14 IFs tiveram do modelo. Por fim, a sétima seção traz as considerações finais e as sugestões para trabalhos futuros.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral:

Elaborar diretrizes estratégicas para o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs com foco na geração de propriedade intelectual, no intuito de apontar caminhos de superação e adequação à nova missão institucional.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- a) analisar a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos;
- b) realizar um levantamento exploratório sobre as características físicas e humanas das infraestruturas de pesquisa dos IFs;
- c) verificar as principais interações existentes entre as infraestruturas de pesquisa dos IFs com outros atores institucionais, sobretudo as empresas;
- d) desenvolver um modelo de gestão estratégica adaptado do *Balanced Scorecard* com foco na geração de propriedade intelectual para as infraestruturas de pesquisa dos IFs, a fim de auxiliar no fortalecimento dessas instituições no que diz respeito ao ensino, pesquisa, extensão e inovação, em face da nova missão institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

1.2. Justificativa e relevância

O Brasil, juntamente com suas regiões, tem conseguido transformar os recursos destinados à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em resultados científicos e tecnológicos? Quais as principais características das infraestruturas de pesquisa dos IFs e qual o perfil dos recursos humanos existente nelas? Em que medida as infraestruturas de pesquisa dos IFs possuem recursos técnicos, financeiros e humanos adequados às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e como elas se relacionam com o setor privado? Como gerenciar estrategicamente as infraestruturas de pesquisa IFs e como elas podem contribuir para o cumprimento da missão e visão institucional? Até o presente momento não existem trabalhos que respondam a essas questões norteadoras relacionadas às infraestruturas científico-tecnológicas dos IFs.

Em 2013, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) e com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) desenvolveram um amplo e inédito trabalho que durou cerca de dois anos intitulado *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil* (DE NEGRI; SQUEFF, 2016), o qual se constitui como o primeiro mapeamento das infraestruturas de pesquisa do Brasil. A presente pesquisa tomará como base esses dados primários, os quais foram cedidos pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA).

O projeto do MCTI teve como foco as infraestruturas de pesquisa sediadas no país, em universidades e instituições de pesquisa, públicas e privadas, o que também inclui as unidades de pesquisa vinculadas ao MCTI. As áreas contempladas na pesquisa foram ciências exatas e da terra, ciências biológicas, engenharias, ciências da saúde e ciências agrárias. Foram identificadas e convidadas a participar do projeto cerca de 4.857 infraestruturas, sendo que 2.119 responderam ao questionário, 43,6% do total. Após a aplicação de alguns filtros (tipo de infraestrutura, áreas de atuação), participaram desse projeto 1760 infraestruturas de pesquisa caracterizadas como laboratórios (correspondente a 84,2% do total das infraestruturas que responderam ao questionário), ficando de fora outros tipos de infraestruturas, tais como laboratórios de informática para uso didático, estação ou rede de monitoramento, navio de pesquisa ou laboratório flutuante e planta ou usina piloto, entre outros. Participaram do projeto 185 instituições de pesquisa, em sua maioria universidades públicas e privadas, sendo que desse total, 130 participaram do levantamento, o que significa uma taxa de resposta de 70,27% entre as instituições (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

Com os resultados, o IPEA publicou em 2016 o livro *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil*, o qual contém 637 páginas, divididas em 15 capítulos, versando sobre as infraestruturas de pesquisa no Brasil a partir de vários sistemas de inovação, tais como defesa, saúde, construção civil, energia, comunicação e petróleo e gás. Contudo, apesar de ter sido um trabalho de grande alcance e de ter contado com uma grande equipe de profissionais, o IPEA e as demais instituições parceiras não publicaram os resultados por grupos ou tipos de instituições, tendo em vista que o objetivo foi de mapeamento geral e setorial, o que abriu a oportunidade para buscar os dados referentes aos institutos federais e compará-los com as demais instituições participantes da pesquisa.

Nesse sentido, esse trabalho irá contribuir, de forma inédita, para o conhecimento das infraestruturas dos IFs, identificando suas principais lacunas e necessidades de investimento *vis à vis* as demais instituições de ciência e tecnologia do país, sobretudo as universidades. Também

contribuirá com a elaboração e validação de um modelo de gestão estratégica com foco em propriedade intelectual para as infraestruturas de pesquisa dos IFs, o qual poderá ser utilizado tanto como instrumento de gestão estratégica, por meio da inclusão do modelo ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), quanto como metodologia adicional de seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo do editais do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

Trabalhos similares foram desenvolvidos por Almeida et al. (2011) e Rapini et al. (2009), intitulados, respectivamente, A importância das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação da Região Norte e A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileiro. No entanto, o foco desses trabalhos foi analisar a contribuição conjunta dessas instituições para o Sistema Nacional de Inovação (SNI) brasileiro e não elaborar diretrizes estratégicas para o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs. Há também trabalhos comparativos entre os institutos federais e as universidades, como os desenvolvidos por Rodrigues e Gava (2016), intitulado Capacidade de apoio à inovação dos institutos federais e das universidades federais no Estado de Minas Gerais: um estudo comparativo, onde os autores analisaram, comparativamente, o apoio à inovação e à transferência de tecnologia dos IFs e das UFs situadas no Estado de Minas Gerais. Nesse trabalho, o objeto de estudo foi o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) dessas instituições, a partir de entrevistas que foram feitas aos seus coordenadores. Souza (2014) fez um estudo denominado Institutos federais e *community colleges* americanos: o fomento à pesquisa científica como caminho para o sucesso, onde fez um estudo comparativo e exploratório sobre os IFs e as faculdades comunitárias americanas, a partir dos modelos de desenvolvimento de atividades de pesquisa científica praticados por essas instituições. Há ainda vários outros trabalhos sobre os IFs cujos objetos de estudo são os NITs e os grupos de pesquisa vinculados ao CNPq, ficando as infraestruturas de pesquisa de fora da análise, lacuna esta que o presente trabalho pretende diminuir.

1.3. Procedimentos metodológicos

Os Institutos Federais (IFs) e as universidades (públicas e privadas) são chamados no tempo presente a exercerem um novo protagonismo histórico, isto é, o de serem corresponsáveis pelo desenvolvimento regional e local, além de cumprirem as atividades clássicas de ensino e pesquisa. Nesse sentido, o presente trabalho utilizou como referencial teórico os modelos da relação universidade-empresa-governo, protagonizados por autores como Sábato e Botana (1975), Freeman (1988), Dosi (1988), Nelson (1993), Etzkowitz e Leydesdorff (2000) e

Lundvall (2007), além de discutir as questões teóricas relacionadas a ciência, tecnologia, inovação e infraestrutura de pesquisa, que é o objeto de análise do trabalho.

Por infraestrutura de pesquisa, entende-se como o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013; MAZZOLENI; NELSON, 2005). A infraestrutura de pesquisa envolve os seguintes equipamentos e recursos: Instalações físicas (como imóveis, equipamentos e instrumentos usados nas atividades de PD&I); recursos baseados em conhecimento (como bibliotecas, coleções, arquivos e base de dados) utilizados em pesquisas científicas; recursos de tecnologia da informação e comunicação (como softwares e bancos de dados) (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Este trabalho enquadra-se, metodologicamente, como pesquisa aplicada do tipo descritivo-comparativa, com proposição de modelo de gestão estratégica. Para atender aos objetivos específicos da pesquisa, foram feitos quatro artigos, cujos procedimentos metodológicos encontram-se elencados a seguir.

1.3.1. Procedimentos metodológicos da seção ‘Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: uma análise inter-regional por meio de indicadores’.²

Este artigo consiste de uma pesquisa do tipo descritiva, cujo objetivo foi analisar a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos.

O trabalho utilizou dados secundários a partir dos seguintes órgãos estatais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Utilizou-se como ferramenta de análise os indicadores de *input/output*, proposto por Sink e Tuttle (1989), uma vez que o mesmo permite uma rápida e ampla visão do sistema em que se está analisando, seja uma organização ou mesmo uma região ou país, como foi o caso do trabalho em questão.

² Os procedimentos metodológicos detalhados estão inseridos na subseção “metodologia” de cada seção (artigo).

1.3.2. Procedimentos metodológicos da seção ‘Os Institutos Federais de Educação e o Sistema Nacional de Inovação: a infraestrutura acadêmica de pesquisa como contribuição ao processo de inovação nacional’.

Para a construção desse artigo foram utilizados os dados primários oriundos da pesquisa do MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Foram entrevistadas 1760 infraestruturas de pesquisa de 130 instituições de ciência e tecnologia do Brasil, em sua maioria composta por universidades (públicas e privadas). Desse total, 61 infraestruturas pertencem aos Institutos Federais (IFs) dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, ficando de fora apenas a região Norte, o que permitirá a generalização dos resultados. Importante salientar que alguns estados possuem mais de um instituto, como é o caso da Bahia, Santa Catarina, Goiás, Rio Grande do Sul e de Pernambuco. Contudo, como não foi disponibilizada a relação nominal das infraestruturas de pesquisa por parte do IPEA, em virtude do sigilo dos participantes, e como essa informação não altera os objetivos do trabalho, os dados serão analisados de forma agregada, isto é, a base de dados será toda a infraestrutura de pesquisa dos IFs como um todo.

O trabalho caracteriza-se como sendo um levantamento exploratório, com abordagem quantitativa e qualitativa. Gil (2009) comenta que pesquisas exploratórias objetivam proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo e com o problema investigado, tornando-os mais explícitos, adequando-se, desta forma, ao escopo do presente estudo. Quanto ao procedimento de pesquisa denominado levantamento, Yin (2015) aponta que este tipo de pesquisa é adequado para estudos do tipo exploratório e descritivo, onde o esquema básico de categorização para os tipos de questão pode ser representado pela série: quem, o que, onde, quantos e quanto.

A análise das informações será feita por meio da Análise Exploratória dos Dados (AED), proposta por Tukey (1977)³. O objetivo da AED é explorar os dados previamente a qualquer outra aplicação de uma técnica estatística, possibilitando um entendimento básico dos dados e também as relações existentes entre as variáveis analisadas. O uso de gráficos e tabelas desempenham um importante papel nesta forma de abordagem (FIELD, 2009). Na AED não há a utilização prévia de um modelo estatístico aos dados, o que ocorre é um trabalho de mineração

³ John Wilder Tukey (1915 – 2000), em sua obra “*Exploratory Data Analysis*” (EDA, sigla em inglês), de 1977.

dos dados que pode eventualmente indicar qual o melhor modelo que pode ser utilizado (FIELD, 2009).

No uso da AED, o passo seguinte após a coleta e formação do banco de dados é a análise descritiva. Nesta etapa, o pesquisador irá se familiarizar com os dados coletados, além de organizá-los e sintetizá-los no intuito de obter as informações necessárias sobre o objeto em análise (SICSÚ; DANA, 2012).

Na estatística descritiva, utiliza-se tabelas, gráficos e medidas estatísticas (tendência central, dispersão, etc) para compreender quais são as estruturas fundamentais dos dados analisados - identificando a presença de possíveis casos atípicos (os chamados *outliers*) - e como eles se relacionam entre si (SICSÚ; DANA, 2012).

1.3.3 Procedimentos metodológicos da seção ‘Infraestrutura acadêmica de pesquisa e interação universidade-empresa no contexto dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil’.

O trabalho caracteriza-se como sendo uma pesquisa exploratória com levantamento e análise documental, a partir dos dados do MCTI/CNPq/IPEA, com abordagem mista – quantitativa e qualitativa. As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar uma visão geral acerca do problema proposto, sendo bastante útil quando o tema escolhido é pouco conhecido ou pouco explorado (GIL, 2009), adequando-se, desta forma, ao objeto e objetivo do presente estudo.

1.3.4 Procedimentos metodológicos da seção ‘Gestão estratégica com foco em propriedade intelectual das infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais: proposição de modelo adaptado do BSC’.

O trabalho dessa seção enquadra-se como uma pesquisa aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, e como descritiva-comparativa, uma vez que utiliza dados secundários do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA para comparar os IFs com as demais ICTs do Brasil.

Sobre a comparação dos IFs com as demais ICTs do Brasil, importante ressaltar que apesar da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPT) ter seu

início ainda em 1909, enquanto que a primeira universidade surgiu no Brasil apenas em 1920⁴, as universidades já nasceram com o perfil voltado para o desenvolvimento científico e tecnológico, ainda que de maneira acanhada (FAVERO, 2006), ao passo que RFEPECT universalizou esse propósito apenas com a criação dos IFs; antes disso, havia ações isoladas por meio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFFP) e também de alguns CEFETs.

Portanto, é coerente e relevante (ainda que não de maneira exaustiva) utilizar as universidades brasileiras para avaliar se as infraestruturas de pesquisa dos IFs estão atualizadas e competitivas no contexto nacional. Com o desenvolvimento dessa pesquisa será possível, dentre outras informações, conhecer as principais semelhanças e diferenças relacionadas aos fatores que influenciam diretamente o desenvolvimento das atividades de ciência e tecnologia dos IFs, particularmente de suas infraestruturas.

Sobre o método comparativo, Gil (2009) comenta que esse método tem o objetivo de ressaltar as diferenças e similaridades entre dois grupos de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos. Segundo o autor, sua grande utilização nas ciências sociais e aceitação no meio acadêmico se deve ao fato dele possibilitar o estudo comparativo de grandes grupamentos sociais, mesmo quando esses estão separados pelo tempo e pelo espaço. Estudos comparativos, continua o autor, são eficazes para, por exemplo, analisar diferentes culturas, sistemas políticos, comportamentos de grupos sociais, dentre outros similares.

Bartlett e Vavrus (2017), ao realizarem um levantamento histórico sobre o método de estudo de caso, principalmente no contexto da literatura americana, propõe um novo enfoque ou abordagem, à qual chamaram de “estudo de caso comparado”. Apesar da pretensa invenção, trabalhar com estudos de caso de forma comparativa é defendida por outros autores, como o americano Robert Yin (2015), por exemplo, e essa forma de análise, na verdade, seria mais uma aplicação do método comparativo, desta vez aplicado às ciências sociais (YIN, 2015).

O método comparativo tem como objetivo estabelecer correlações entre vários grupos e/ou fenômenos sociais, por meio da comparação, com a finalidade de explicá-los segundo suas semelhanças e divergências, facilitando, por exemplo, a compreensão sobre empresas e organizações por meio da investigação empírica (BULGACOV, 1998). Schneider e Schmitt (1998) comentam que dentro das ciências sociais o método comparativo tem sido empregado nas mais diversas pesquisas, o que tem contribuído tanto para a formulação de novas teorias

⁴ Em 7 de setembro de 1920, por meio do Decreto nº14.343, o presidente Epitácio Pessoa instituiu a Universidade do Rio de Janeiro (URJ), sendo essa a primeira instituição universitária do Brasil. Sobre a história da universidade brasileira, consultar FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. Educar, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

gerais e explicações locais, quanto para a formulação e validação de novas hipóteses acerca de fenômenos sociais já amplamente discutidos na academia.

Portanto, utilizar o método comparativo para analisar as infraestruturas de pesquisa dos IFs *vis à vis* as demais ICTs brasileiras segue o rigor acadêmico e se mostra eficaz em termos de aplicações e generalizações dos resultados.

A análise empírica das infraestruturas de pesquisa dos IFs e a análise da fundamentação teórica e dos resultados possibilitou a criação de um modelo adaptado do BSC, intitulado BSC-Lab. Foram criadas cinco perspectivas: 1) financeira, 2) cultura organizacional, 3) ensino e aprendizagem, 4) cooperação e transferência de tecnologia e 5) propriedade intelectual.

A partir das perspectivas e dos objetivos estratégicos traçados, foi elaborado o mapa estratégico para o modelo BSC-Lab, buscando não apenas as relações de causa e efeito, mas também o foco na geração de propriedade intelectual. Também foi elaborado um barema de avaliação para auxiliar os IFs na seleção de projetos tecnológicos. A fim de buscar a validação do modelo, foi enviado um questionário com perguntas semiestruturadas com escala do tipo Likert aos 38 Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs, dos quais 14 responderam ao questionário.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM DEBATE

2.1.1 Inovação e ciência: diálogos e divergências na gênese da discussão

O conceito de inovação é bastante variado, dependendo, principalmente, da sua aplicação. De forma resumida, a inovação pode ser definida como a implementação de um produto, que pode ser um bem ou mesmo um serviço, novo ou significativamente melhorado, ou ainda, um processo, um novo método de comercialização e marketing, um novo método de gestão organizacional. O pré-requisito básico para se definir uma inovação é que o produto, o processo, o método de marketing ou de gestão organizacional sejam novos, ou significativamente melhorados, para a empresa. Isso inclui produtos, processos e métodos dos quais as empresas foram pioneiras no desenvolvimento e, também, os que foram adotados de outras empresas ou organizações. Sendo assim, a inovação é um processo contínuo. (OCDE, 2005).

O economista Joseph A. Schumpeter (1883-1950), cujas teorias visavam à explicação da instabilidade das economias capitalistas, inovou ao chamar o inovador de empreendedor, não se restringindo apenas a unidades empresariais, mas até ao Estado empreendedor. Schumpeter representava o conteúdo ortodoxo de sua época, porém introduziu novos conceitos que vieram a fazer parte da agenda de CT&I, como a competição via inovação.

Uma das principais ideias de Schumpeter é a chamada “destruição criativa”, quando novos produtos destroem empresas velhas e antigos modelos de negócios. Para Schumpeter, as inovações dos empresários são a força motriz do crescimento econômico sustentado em longo prazo, apesar de que poderia destruir empresas bem estabelecidas, reduzindo desta forma o monopólio do poder.

A inovação, segundo Schumpeter, é assim definida:

Esse conceito (inovação) engloba os cinco casos seguintes: 1) Introdução de um novo bem – ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados – ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, que esse mercado tenha existido antes ou não. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1985, p. 48-49).

Outra abordagem, que também tem como fonte Schumpeter, é a classificação das inovações comparadas à tecnologia empregada. Nesse prisma, melhorias contínuas em relação

à tecnologia disponível são consideradas apenas inovações incrementais ou marginais. Em contrapartida, as chamadas inovações radicais são aquelas que estão relacionadas, por exemplo, à introdução de máquinas completamente novas e que, por conta disso, podem promover uma destruição criativa. As revoluções tecnológicas, por sua vez, se constituem de um cluster de inovações que juntas podem ter um impacto consideravelmente maior na indústria onde estão sendo aplicadas (OCDE, 1997).

Conforme Fagerberg (2011), o processo de inovação possui três aspectos que devem ser enfatizados. Em primeiro lugar, o autor chama atenção para a incerteza relacionada a qualquer projeto de inovação, ou seja, sempre haverá incertezas sobre o resultado do processo. Em segundo lugar, ele mostra a necessidade de levar em alta consideração o fator tempo, pois outra pessoa poderá fazer a mesma descoberta de forma mais rápida, o que irá eliminar qualquer possibilidade de gratificação econômica. O terceiro aspecto do processo de inovação que o autor menciona é a resistência ao novo em todos os níveis da sociedade, como parte natural das culturas. Esse aspecto é prejudicial para todo o processo empreendedor, devendo ser superado para se ter sucesso na inovação.

A inovação é vista como um processo contínuo, cumulativo, que envolva não só inovação radical e incremental, mas também a difusão, absorção e utilização de inovação. O mínimo requerido, para ser considerado inovação, é a de que o produto, processo, método organizacional ou de marketing seja novo ou significativamente melhorado do ponto de vista da empresa, o que inclui produtos, processos e métodos implementados pela primeira vez pela empresa ou adotados de outras empresas (OCDE, 1997), conforme ilustra o quadro 1.

Quadro 1: Tipos de inovação, segundo Manual de Oslo

Tipo de inovação	Descrição
Inovação de Produto	É a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais.
Inovação de Processo	É a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares.
Inovação de Marketing	É a implementação de um novo método de marketing com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços.
Inovação Organizacional	É a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas.

Fonte: OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Manual de Oslo, 1997, p. 57,58,59,61. Elaboração própria.

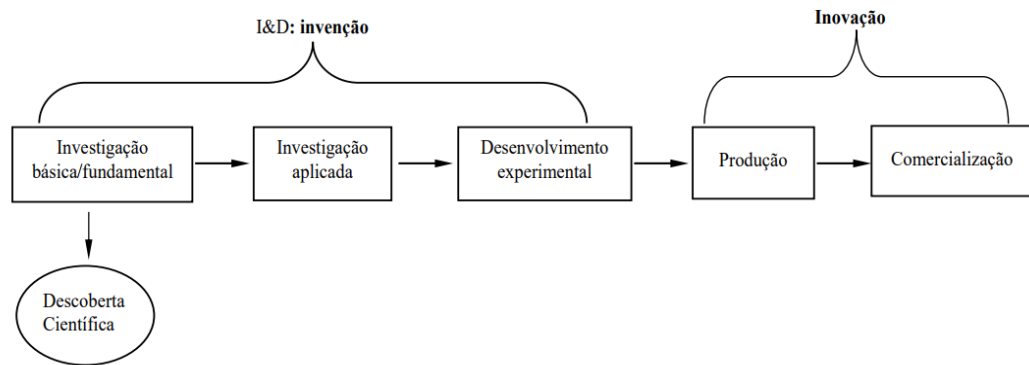
A partir da segunda metade do século XX, a inovação começa a ganhar espaço nas agendas políticas dos países, pois passa a ser vista como um fator endógeno ao desenvolvimento capitalista (MOWERY e SAMPAT, 2005). A globalização econômica e financeira deu um novo tom nas estratégias empresariais, fazendo com que as empresas não focassem tão somente na competição via preços, mas buscassem inovações capazes de lhes proporcionar poder de monopólio e lucros extraordinários no médio e longo prazos. Informações assimétricas no mercado exigiam investimentos cada vez maiores em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, fazendo com que as empresas não apenas criassem seus próprios laboratórios, mas exigindo uma maior aproximação delas com as instituições públicas de ciência e tecnologia.

No Brasil, a importância da inovação, enquanto campo teórico, ganhou força apenas no final da década de 1960, por meio de estudos empíricos aqui realizados. O entendimento acerca do processo de inovação era o clássico modelo de estágios sucessivos e independentes de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e difusão, conhecido como modelo linear de inovação. No decorrer das décadas finais do século XX, o conceito de inovação experimenta uma evolução no Brasil, onde o modelo linear dá espaço cada vez mais ao modelo não-linear de inovação, focado nos processos mútuos e cumulativos de aprendizado (CASSILOTATO e LASTRES, 2005).

As mudanças conceituais que afetam a inovação, enquanto teoria, impacta tanto a forma como a maneira de fazer e planejar inovação no meio empresarial (ALBUQUERQUE, 1999). Em geral, atribui-se dois modelos de inovação ao longo das últimas décadas: o modelo linear e o modelo sistêmico, ainda que alguns, como Viotti (2003), mencione outros modelos, como o de elo de cadeia. Para a teoria clássica da inovação, chamada de modelo linear, o processo de inovação ocorre por meio de um método similar ao de uma linha de produção, tendo como início a pesquisa básica, passando para a pesquisa aplicada e culminando no desenvolvimento experimental e, em seguida, para a produção e comercialização do produto ou tecnologia inventando. Neste modelo, a manutenção da infraestrutura de pesquisa, que servirá de base para o processo inovativo, é destinada às atividades de pesquisa básica, tendo o setor público como responsável por manter e incentivar essa infraestrutura, além apoiar fortemente a pesquisa aplicada, realizada em instituições estatais de ciência e tecnologia.

No modelo linear, a inovação tem a sua origem, sobretudo, no processo de descoberta científica, sendo as universidades e instituições de pesquisa os principais atores desse processo, que podem contar com o apoio secundário ou suplementar das empresas (MARQUES e ABRUNHOSA, 2005).

Figura 1 – Modelo Linear de Inovação

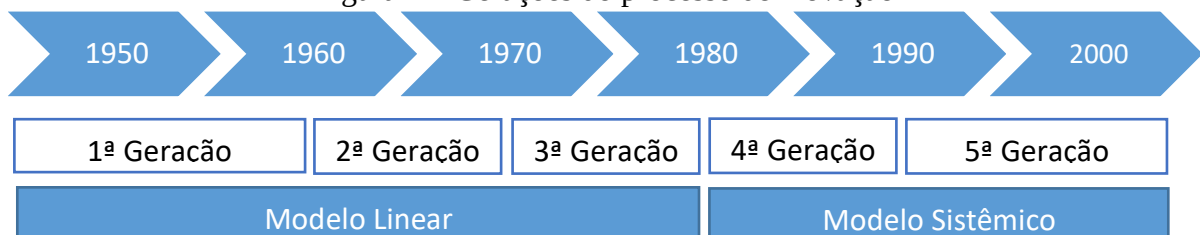


Fonte: Marques e Abrunhosa (2005)

O modelo sistêmico, por sua vez, tem como base uma concepção mais ampla e complexa do processo inovativo, salientando que diversas forças são necessárias para que a inovação aconteça de forma constante e crescente, e enfatiza a influência simultânea de fatores organizacionais, institucionais e econômicos nos processos de geração, difusão e uso de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) (TURCHI, 2013, VIOTTI, 2003). Cada modelo irá propor diferentes proposições de políticas de incentivo à ciência, tecnologia e inovação (CT&I). DE NEGRI et al. (2013) sugere que o linear dá ênfase na oferta, ou seja, nas atividades de pesquisa (especialmente a básica) que teriam como destino o setor produtivo, enquanto que o modelo sistêmico privilegia a relação entre os diversos agentes envolvidos em todo o processo, ou seja, tanto a oferta quanto a demanda.

Desde a década de 1950 até à década de 1980, os debates e estudos sobre a natureza e as características do processo inovativo foram dominados por uma visão linear da inovação (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005). Nesse período, conforme salienta Rothwell (1994), o modelo linear de inovação passou por três estágios (1950-1960, 1970, 1980). O modelo sistêmico teve início na segunda metade da década de 1980, sendo esta a quarta geração do processo de inovação. A partir da década de 1990 (e já entrando pelo ano 2000), inaugura-se a chamada quinta geração de modelos de inovação, conforme está ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Gerações do processo de inovação



Fonte: Rothwell (1994).

Na primeira geração, compreendida entre a década de 1950 à primeira metade da década de 1960, o modelo de inovação foi caracterizado como de tecnologia empurrada (*technology push*). Nesse período, o processo de inovação é tido como linear e sequencial, com foco em PD&I, sendo o mercado apenas o demandante ou receptor dos resultados das pesquisas desenvolvidas na universidade (NODARI et al., 2012.)

A segunda geração foi marcada pela importância da demanda de mercado (*market pull*) e durou entre a primeira metade da década de 1960 até o início da década de 1970 (ROTHWELL, 1994). Nodari et al. (2012) salientam que nesse período o processo de inovação continua fortemente linear e sequencial, contudo, há uma busca de diálogo com o mercado, no intuito de obter *feedbacks* de tecnologias, bens e serviços. Assim, o mercado surge como demandante de novas ideias e direcional os estudos PD&I.

Entre o início da década de 1970 à primeira metade da década de 1980 ocorre a chamada terceira geração do processo de inovação. Segundo Rothwell (1994), esse período é caracterizado pelo *coupling model*, uma espécie de modelo combinado ou acoplado, onde se procura o equilíbrio entre pesquisa, desenvolvimento e as necessidades do mercado.

A terceira geração do processo de inovação é o chamado *coupling model*, o qual ocorreu entre as décadas de 1970 e 1980. Esse modelo procura o equilíbrio entre pesquisa, desenvolvimento e necessidades do mercado e é caracterizado por um processo lógico e sequencial, embora não necessariamente contínuo, que pode ser dividido em uma série de estágios funcionalmente distintos, mas que são interdependentes. O processo de inovação representa a confluência de capacidades tecnológicas e necessidades de mercado no âmbito da empresa inovadora, ligando a empresa às universidades e instituições de pesquisa, juntamente com outras empresas do mercado que também buscam inovar. O modelo de inovação da terceira geração foi amplamente utilizado pelas empresas ocidentais até meados dos anos 1980. Ainda era essencialmente um processo sequencial, mas neste caso com ênfases em *feedbacks* dos mercados, à semelhança da segunda geração. (ROTHWELL, 1994).

A partir da primeira metade da década de 1980 até o início da década seguinte tem-se o chamado *integrated model* (modelo integrado), o qual inaugura a chamada quarta geração do processo de inovação e também inaugura a fase sistêmica desses modelos. É baseado na integração e no desenvolvimento paralelo e tem como caso de sucesso as empresas japonesas, que nesse período experimentaram grande expansão dos seus mercados (MARQUES; ABRUNHOSA, 2005). Uma questão importante observado nessa fase é a inserção dos fornecedores como agentes relevantes no processo de desenvolvimento de um novo produto.

De maneira prática, as várias atividades desenvolvidas pelos departamentos das empresas são envolvidas no processo inovativo, de forma que o trabalho acontece em um sistema integrado de trabalho, envolvendo uma colaboração horizontal, uma condição de *joint-venture*⁵ entre a empresa e seus fornecedores (NODARI et al., 2012.).

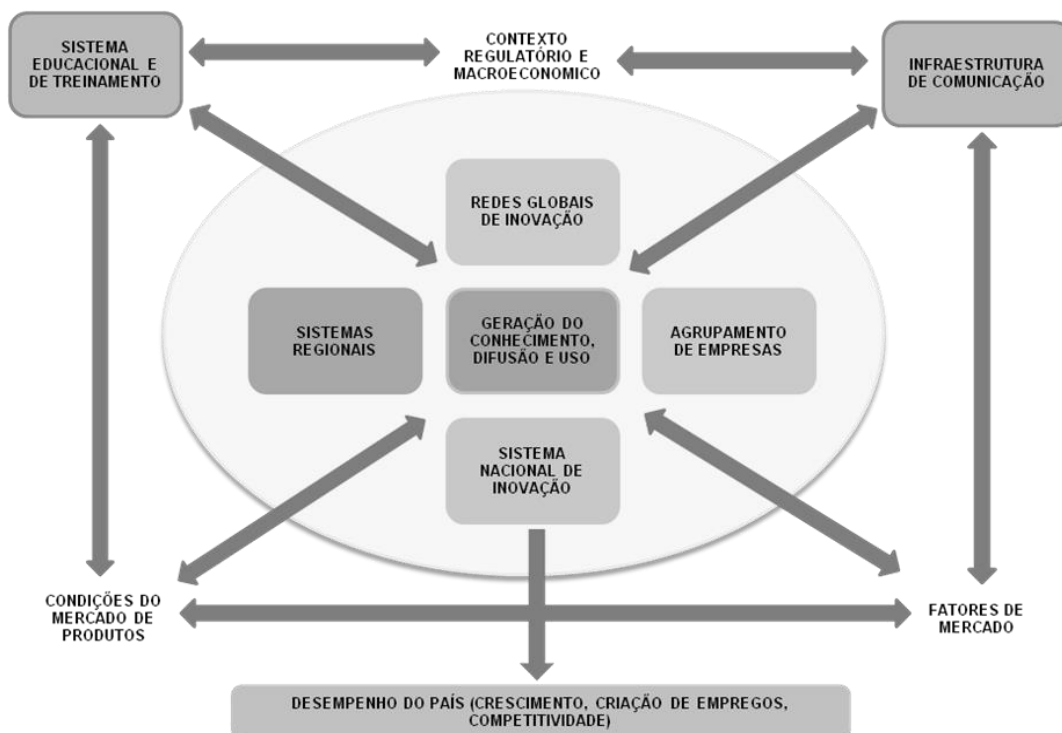
A quinta geração⁶ do processo de inovação tem sua origem a partir da primeira metade da década de 1990 e é conhecida por *networking model*, cuja ênfase é o trabalho em rede. Essa fase representa um aperfeiçoamento da quarta geração e representa o modelo sistêmico em si, no qual a premissa central é a de que as empresas não inovam de forma isolada, pelo contrário, o processo inovativo ocorre dentro de um contexto de sistemas de redes de colaborações entre empresas, envolvendo também nesse processo as infraestruturas científica e tecnológica das instituições de pesquisa pública e privada (ROTHWELL, 1994).

No modelo sistêmico, cujo esquema de atuação está ilustrado na figura 3, o processo inovativo não é resultante de um conjunto de etapas sequencias, conforme preceitua o modelo linear, mas é caracterizado pela relação vertical (dentro da empresa) e horizontal (entre empresas e instituições) no contexto de uma rede de relacionamentos entre os agentes econômicos e institucionais. Nesse modelo, as universidades ganham papel fundamental no processo de inovação (VIOTTI; MACEDO, 2003).

⁵ *Joint-venture* refere-se a um tipo de associação em que duas instituições se juntam para tirar proveito de alguma atividade, por um tempo determinado e assumindo os riscos em conjunto, sem que cada uma delas perca a sua identidade própria. Nesse modelo podem surgir desde uma simples colaboração para fins comerciais ou tecnológicos até a fusão de sociedades em uma única empresa, desde que não haja perda de identidade entre as partes envolvidas.

⁶ Chesbrough propõe uma sexta e última geração, à qual intitula Modelo de Inovação Aberta. Para mais informações, consultar CHESBROUGH, Henry W. The Era of Open Innovation. **MIT Sloan Management Review**. Boston, v. 44, n. 3, p. 35-41, 2003.

Figura 3 - Modelo Sistêmico de Inovação



Fonte: Viotti e Macedo, 2003.

Importante salientar que os modelos representados em cada geração do processo inovativo não foram automaticamente substituídos uns pelos outros com o passar do tempo. Até porque, como bem salientam Marques e Abrunhosa (2005), se o processo inovativo acontece de maneira satisfatória, isto é, se ocorre a transferência de tecnologia e se os agentes envolvidos atingiram seus objetivos almejados, não há razão para a troca do modelo. O que muitas vezes acontece na prática é uma junção de vários modelos no intuito de adequar às motivações e exigências das intuições envolvidas.

Conforme foi mostrado na figura 2, o modelo linear de inovação remete ao período de institucionalização da ciência adotado pelos países no pós-guerra e perdurou até meados da década de 80, sendo que nos dias atuais ainda pode ser visto em operação em maior ou menor grau pelos agentes envolvidos no processo inovativo. Diante disso, alguns questionamentos se fazem necessários, tais como: o que pesou tanto nesse modelo para que ele durasse tanto tempo? Que bases ideológicas ou mesmo filosóficas foram responsáveis por sua longa vida?

O modelo linear de inovação está fundamentalmente relacionado ao trabalho de Bush (1945 apud Stokes, 2005). No modelo defendido por Vannevar Bush⁷, a pesquisa básica – termo

⁷ Vannevar Bush (1890 a 1974) foi um engenheiro, inventor e político americano. Tornou-se conhecido pelo seu papel político no desenvolvimento da bomba atômica e pela ideia do memex, que é tido como um trabalho

criado por ele – tem objetivos distintos da pesquisa aplicada. Essa diferenciação de objetivos seria responsável por promover o avanço da ciência, tendo em vista que os problemas científicos, para serem profundamente esclarecidos, requereriam foco total dos pesquisadores. Assim, problemas relacionados com a aplicação adequada da ciência com o dia-a-dia das pessoas deveriam ser investigados por outro tipo de pesquisador, que utilizaria os avanços obtidos por meio da chamada ciência pura para aplicá-los nos mais variados problemas sociais (SIMMONS et al., 2005).

A diferenciação entre as pesquisas básica e aplicada defendida por Bush se constitui no pensamento central desse autor, funcionando como duas máximas do seu trabalho. A primeira máxima é a de que a pesquisa básica deve ser realizada sem se pensar nos fins práticos. A contribuição da pesquisa básica estaria ligada ao conhecimento da natureza e das suas leis. Qualquer interferência nesse objetivo retiraria a criatividade da ciência básica e a reduziria a um pragmatismo (SIMMONS et al., 2005).

A segunda máxima de Bush (1945 apud Stokes, 2005) diz respeito à valorização da pesquisa básica, evidenciando que esta é a precursora do progresso tecnológico. Portanto, ela deve ser privilegiada, uma vez que a medida que as descobertas das pesquisas básicas forem sendo utilizadas pelas pesquisas aplicadas, isso levaria não apenas ao progresso tecnológico e a inovações, mas também ao desenvolvimento social nas mais diversas áreas, tais como economia, saúde e defesa.

Desta forma, o modelo linear cria uma clara divisão entre os executores da pesquisa básica, o que inclui as universidades, institutos de pesquisa e demais instituições que promovem P & D, e pesquisa aplicada, que teria como protagonistas as empresas. O entendimento desse modelo é visto por muitos como simplista, pois reside na crença de que é a partir da pesquisa básica que se obtém as inovações e a sua transferência para o mercado ocorre automaticamente. Assim, tudo começa pela pesquisa básica, seguido pela pesquisa aplicada, culminando no desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias (DE NEGRI e RIBEIRO, 2013; MORAIS, 2008).

Stokes (2005), ao criticar esse modelo linear de inovação, propõe uma ilustração bastante intuitiva, conhecida como Quadrante de Pasteur. Nesse modelo, o autor dá grande ênfase para o equívoco da dicotomia entre a pesquisa básica e aplicada e o pensamento linear de inovação dela resultante. Essa dicotomia, além de separar o que essencialmente anda junto, não proporciona respostas tanto acadêmicas quanto de mercado na velocidade que o mundo

precursor do world wide web (www). Bush era considerado patrono da ciência americana durante a Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria. Seu nome está fortemente associado ao modelo de pesquisa linear.

atual necessita. O autor advoga veementemente que as pesquisas básica e aplicada podem ser combinadas de diversas maneiras. Desta forma, o autor entende que a despeito de sempre haver espaços para estudos separados de pesquisa básica e aplicada, as instituições também deveriam se esforçar para construir espaços conjuntos de estudos, atendendo às diferentes demandas, seja na área acadêmica ou nas áreas práticas da sociedade. O chamado “Quadrante de Pasteur” pode ser melhor visto no esquema apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Quadrante de Pasteur

Pesquisa inspirada por:		Consideração de uso?	
		Não	Sim
Busca por conhecimento fundamental	Sim	Pesquisa básica pura - (Bohr)	Pesquisa básica inspirada pelo uso - com motivação prática (Pasteur).
	Não		Pesquisa aplicada pura (Edison)

Fonte: adaptado de Stokes (2005)

No quadrante superior à esquerda, Stokes (2005) chamou de Quadrante de Bohr⁸, caracterizado pela pesquisa básica pura, focada na busca pelo entendimento e sem utilização ou motivação prática. O quadrante localizado no canto inferior direito está representado pelo que Stokes (2005) chamou de Quadrante de Edison,⁹ no qual a pesquisa é guiada exclusivamente para fins práticos, sem a preocupação de gerar algum conhecimento adicional no campo da ciência pura.

Já o quadrante localizado no campo inferior esquerdo, o qual não recebe qualquer designação, é destinado às pesquisas que não são inspiradas pela busca de entendimento fundamental no campo da ciência e também não são motivadas por aplicações práticas. Aparentemente vazio, esse campo, na verdade, inclui todas as pesquisas que buscam a exploração sistemática de fenômenos particulares e que não têm como objetivo alguma utilização prática resultante desses estudos. Vários motivos podem levar os pesquisadores para esse quadrante, tais como a curiosidade do pesquisador sobre algum fato em particular que lhe chama atenção, busca por novas experiências e métodos ou mesmo um interesse subjetivo. Stokes (2005) cita como exemplo desse quadrante as pesquisas do ornitologista norte-

⁸ Em homenagem ao físico dinamarquês Niels Henrick David Bohr (1885 - 1962), que foi responsável pelos avanços nos estudos envolvendo átomos e física quântica. Bohr recebeu o prêmio Nobel de física no ano de 1922.

⁹ Em homenagem ao cientista e empresário americano Thomas Edison (1847-1931), responsável por realizar diversas invenções e registrar milhares de patentes de inovações que impactaram grandemente a humanidade, como a invenção da lâmpada elétrica incandescente.

americano Roger Tory Peterson, autor do Guia das Aves da América do Norte. Pesquisas dessa natureza podem influenciar novos estudos na área da ciência básica (Quadrante de Bohr).

O chamado Quadrante de Pasteur¹⁰ fica localizado no canto superior direito e traz consigo a intercessão entre a busca por conhecimento fundamental e as considerações de uso, ou seja, pesquisas que se enquadram nesse modelo são caracterizadas tanto pela busca da fronteira do conhecimento como pela utilização prática dos resultados obtidos.

Portanto, a separação tradicional entre pesquisa básica e pesquisa aplicada não precisa estar em conflito, tendo em vista que há espaços para trabalhos distintos e conjuntos. Isso significa que o rigor científico e a busca por inovações podem andar lado a lado em favor da sociedade. O Quadrante de Pasteur revela que as políticas científica e tecnológica precisam trabalhar juntas e buscar objetivos em comum, tendo em vista a rapidez com que a ciência opera e também às demandas sociais e econômicas do mundo contemporâneo (MORAIS, 2008).

Mendonça, Lima e Souza (2008) comentam que no caso do Brasil ainda prevalece a visão de que o estímulo à pesquisa aplicada – e a consequente aproximação entre as universidades e as empresas – ameaçaria a integridade da pesquisa acadêmica, na qual a pesquisa básica seria a base. Por conta disso, os autores constataam que a separação típica entre as pesquisas básica e avançada ainda é muito forte no país, razão pela qual a inovação tecnológica tem sido o alvo das empresas enquanto as universidades continuam se empenhando em grande medida no desenvolvimento da pesquisa básica. Para os autores, esse tipo de dicotomia não faz sentido, pois a união entre as universidades e as empresas não significa o abandono da pesquisa básica e também porque a pesquisa pode se desenvolver em ambas as dimensões, assim como propõe o Quadrante de Pasteur.

Velloso (2005) sugere que a melhor forma de resolver essa dicotomia entre a pesquisa básica e aplicada é por meio da construção da estratégia da hélice tríplice¹¹. Para ele, o ponto de partida seria, de um lado, reconhecer que as empresas possuem um papel crucial no processo inovativo e, por outro lado, entender que as universidades vêm ganhando cada vez mais espaço no processo de desenvolvimento regional e local. A integração e cooperação entre elas seria ao melhor caminho para promover um ambiente de inovação, pois ambas as partes possuem grandes oportunidades que precisam ser aproveitadas. Dagnino (2003) explica que a pesquisa acadêmica deve interessar as empresas não porque seus resultados sejam diretamente

¹⁰ Em homenagem ao cientista francês Louis Pasteur (1822-1895), conhecido mundialmente por suas pesquisas envolvendo as áreas de química e medicina, que resultaram em grandes descobertas e aplicações práticas nas áreas de prevenção e tratamento de doenças, a exemplo da chamada pasteurização.

¹¹ A estratégia da hélice tríplice será abordada na próxima seção, à qual trata dos modelos da relação universidade-empresa-governo.

aplicáveis, mas porque as universidades treinam os pesquisadores das próprias empresas a assimilar nova tecnologias, o que as tornam mais competitivas.

Dessa discussão inicial, constata-se uma premissa importante entre os autores até aqui pesquisados: o processo inovativo não é resultado de um processo linear que começa com a pesquisa básica, passa pela pesquisa aplicada e termina com o desenvolvimento de um novo produto que é ofertado ao mercado. Nesse sentido, quaisquer políticas de incentivo à CT&I precisam partir dessa premissa, sob pena de tornar inócuo os esforços de incentivo à inovação. A importância das políticas de CT&I, dentro do cenário atual, serão analisadas na seção seguinte.

2.1.2 A importância das políticas de CT&I no contexto atual

O advento da chamada economia do conhecimento tem forçado o deslocamento das atividades de ciência e tecnologia de dentro das universidades para o centro do debate político. Isso porque investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) têm crescido em todo o mundo, com destaque para os países centrais, notadamente na Europa e América do Norte. Tais recursos também começaram a ser prioridades em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, Índia, Rússia, China e África do Sul (conhecidos como BRICS) (UNCTAD (2003).

Políticas científicas e tecnológicas são propulsoras do desenvolvimento tecnológico e tem se colocado como um dos fatores determinantes da competitividade e das estratégias de desenvolvimento dos países. Somado a isso, a velocidade nos negócios intensifica a concorrência e cada vez mais as organizações buscam pela diferenciação, inovando continuamente, garantindo competitividade no longo prazo. Diante desse contexto, tem sido grande a corrida dos países nos esforços para compreender o processo de produção e difusão dos conhecimentos científicos e inovações e, particularmente, em estabelecer políticas de apoio apropriadas às atividades de CT&I (DAGNINO, 2003).

Tais políticas visam proporcionar a difusão da inovação, tendo em vista que esta, somada com as demais subáreas da chamada economia do conhecimento, passaram a ser consideradas como uma das principais fontes do crescimento e desenvolvimento econômico em tempos de extrema competitividade, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, como o é caso do Brasil. O impacto dos investimentos públicos em CT&I tem repercussões em todos os setores da economia, atingindo áreas como produção, produtividade e comércio internacional. Diante disso, as políticas de apoio à CT&I passaram a representar um importante fator para o desenvolvimento das economias dos países por

promoverem um processo de desenvolvimento associado às capacitações tecnológicas, ganhos com inovações, aumento da participação no mercado internacional, ampliação e fortalecimento do mercado interno (ROCHA; FERREIRA, 2004).

O apoio à CT&I nos países ocorre de maneira multivariada, contudo, deve-se salientar que são os entes federativos, conhecidos no Brasil como estados, que essas políticas possuem maior alcance. Nesse sentido, os impactos das políticas públicas de incentivo à inovação, ciência e tecnologia sobre um estado federativo torna-se indispensável para proporcionar melhorias quantitativas na produção científica e tecnológica e promover o desenvolvimento no país de forma equitativa (LOZANO, 2002).

Segundo Salerno e Kubota (2008) o Estado (nação) pode participar de maneira significativa para criar ambiente mais favorável ao desenvolvimento de CT&I com foco no setor empresarial. É notório que a inovação ocorre nas empresas, contudo, cabe ao Estado induzir, estimular o comportamento, as estratégias e as decisões empresariais relativas à inovação.

As políticas públicas de incentivo à CT&I assumem uma ampla variedade de iniciativas. Em geral, essas políticas atuam em basicamente três campos: política científica, política tecnológica e política de inovação. Cada um desses campos tornou-se um campo distinto de políticas públicas, embora estejam intimamente relacionados entre si (LUNDVALL; BORRÁS, 2011),

Na política científica, o foco está nos ministérios da educação e nos conselhos de pesquisa, muito embora em ministérios como, por exemplo, saúde, defesa, energia, transporte e meio ambiente podem também ser beneficiados, uma vez que esses ministérios também incluem em suas agendas de trabalho investimentos em CT&I e organizam suas próprias comunidades de pesquisa e em algumas economias industriais contabilizam a maior parte dos gastos públicos em PD&I. Os principais instrumentos de política científica são: recursos públicos de pesquisa, organizações públicas de pesquisa, laboratórios, universidades, centros de pesquisa, incentivos tributários, educação superior e direitos de propriedade intelectual (LUNDVALL; BORRÁS, 2011; OCDE, 2005).

A política tecnológica, por sua vez, tem como objetivo o desenvolvimento de tecnologias e setores, envolvendo, por exemplo, energia nuclear, tecnologia espacial, computadores, medicamentos e engenharia genética. É também seu objetivo contribuir para o avanço e comercialização do conhecimento técnico e setorial. Os principais instrumentos de políticas públicas tecnológicas são: apoio a setores estratégicos; criação de organizações de intermediação entre a pesquisa à indústria; treinamento da força de trabalho e melhoria das

habilidades técnicas; padronização; estudo de tendências tecnológicas; aferição de setores industriais, dentre outros (LUNDVALL; BORRÁS, 2011; OCDE, 2005).

No que se referem às políticas públicas de inovação, os principais objetivos estão relacionados com a regulação dos direitos de propriedade intelectual e o acesso ao financiamento, com foco no desempenho da economia como um todo. Também faz parte da agenda a promoção da inovação dentro do contexto institucional e empresarial. Dentre os principais instrumentos de políticas públicas de inovação estão: melhoria das habilidades individuais e da capacidade de aprender; incentivo ao desempenho e ao aprendizado organizacional; regulação ambiental; regulação biotécnica; leis de competição; melhoria do capital social para o desenvolvimento regional, dentre outros (LUNDVALL; BORRÁS, 2011; RUBIO; MORALES; TSHIPAMBA, 2015).

2.1.3 O papel do Estado no estímulo às atividades de CT&I

O economista Adam Smith (1723-1790), considerado o pai da economia moderna e o mais importante teórico do liberalismo econômico, ao escrever sua principal obra intitulada *Uma Investigação Sobre a Natureza e a Causa da Riqueza Das Nações*, se ocupou em explicar o porquê de algumas nações serem mais ricas que outras. Smith acreditava que a iniciativa privada deveria agir livremente, com pouca intervenção governamental. A competição livre entre os diversos fornecedores levaria não só à queda dos preços das mercadorias, como também a constantes inovações tecnológicas, resultando no barateamento do custo de produção e na maior competitividade entre os agentes (SMITH, 1985).

Contudo, ao longo dos séculos, as economias modernas perceberam que apenas a mão invisível proposta por Smith não seria suficiente para garantir o crescimento econômico sustentado, sendo a intervenção governamental uma peça importante na propulsão da economia, tanto em momentos de crise quanto de bonança. A despeito das diversas correntes do pensamento econômico, que foge do escopo deste trabalho, diversos autores têm chamado a atenção para o papel do Estado enquanto agente incentivador das atividades de CT&I com foco no desenvolvimento socioeconômico das nações (DOSI, 1988; LUNDVALL, 1988; FREEMAN, 1988, 1995; ETZKOWITZ, 2002). Desta forma, diversos países emergentes, entre eles o Brasil, vêm realizando esforços no sentido de incentivar (aumentando e diversificando) o leque de políticas de apoio à CT&I.

Freeman (1988) lembra que a experiência histórica da intervenção estatal ensina que há pelo menos três características inerentes ao papel do Estado no desenvolvimento das nações

que precisam ser resgatadas, independente do grau dessa intervenção, quais sejam: i) atuação do Estado na promoção da educação em diversos níveis e também na promoção da pesquisa pública; ii) atuação do Estado em promover equilíbrio macroeconômico, notadamente em questões como inflação, mercado cambial, taxas de juros e sistemas financeiro; iii) regulamentação estatal visando segurança e estímulo a um ambiente inovador.

Somado a isso, está a constatação de que o desenvolvimento tecnológico não é atingido automaticamente por meio dos investimentos em PD&I e que a inserção de uma tecnologia no mercado não necessariamente trará benefícios econômicos aos seus inventores. Isso mostra a relevância do Estado no sentido de apoiar as empresas em todo o processo de inovação em que estão envolvidas, uma vez que a inovação é reconhecidamente considerada como um dos principais fatores de crescimento e dinamismo econômico e de melhoria das condições de vida das sociedades (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995).

Nos países desenvolvidos, à semelhança do que ocorre nos EUA, o Estado vem atuando no processo inovativo por meio de estímulos à pesquisa e ao desenvolvimento (PD&I) e também incentivando às universidades a extrapolar seus papéis tradicionais de ensino e pesquisa básica com vistas à inclusão da inovação tecnológica no seu *portfólio* de serviços. Essa necessidade de alteração da missão da universidade ocorre devido à constatação de que a geração de conhecimento (e sua difusão), na presente era, é peça fundamental para o desenvolvimento socioeconômico das nações (ETZKOWITZ, 2001).

Dentro desta mesma perspectiva, Salerno e Kubota (2008) comentam que o Estado pode atuar como incentivador, criando um ambiente propício ao processo inovativo dentro das empresas, principalmente atuando nas áreas de redução de custos e riscos associados à inovação. Com esses incentivos, o Estado influenciará positivamente o comportamento, as estratégias e as decisões empresariais relativas à inovação. Além de atuar nesse ambiente mais microeconômico, o Estado também atuaria em nível macroeconômico, proporcionando um contexto mais favorável para as empresas, especialmente que diz respeito à taxa de juros, câmbio, inflação e também linhas de financiamento específicas.

Para Dias e Dagnino (2007), o Estado vem passando por constantes mudanças no que diz respeito ao grau e à forma de intervenção na economia. Tais mudanças são motivadas pelas grandes revoluções tecnológicas e estruturais porque passaram os países a partir da segunda guerra mundial. Essa redefinição do Estado, segundo o autor, diz respeito mais às formas de intervenção do que necessariamente ao grau de intervenção pública. O Estado é chamado a se reinventar em termos de novas atribuições e relações com o setor privado dentro de um contexto onde a inovação é a palavra de ordem.

Historicamente, o Estado possui grande relevância na promoção do setor produtivo, seja por meio de política que promovam diretamente algum setor ou mesmo atuando como orientador e difusor de novas tecnologias. Ou autores lembram que um elemento importante dessa visão são as chamadas coalizões estratégicas entre o Estado e os segmentos da sociedade civil, às quais teriam objetivos e compromissos recíprocos bem definidos com foco em um projeto de longo prazo para o país (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

O papel do Estado vai além de correções de falhas de mercado, ainda que sejam de falhas de sistemas de inovação. Os autores propõem uma atuação mais dinâmica do Estado na promoção de atividades de CT&I. Eles resumem essa atuação em quatro ações: a) o Estado pode atuar na seleção de problemas que requerem pesquisas específicas; b) captar parceiros potenciais e a facilitar negociações de transferência de tecnologia; c) fornecer recursos financeiros voltados para o desenvolvimento de novas pesquisas e projetos; e d) dividir custos e riscos com o setor empresarial na área de PD&I, funcionando como uma espécie de terceiro setor, se apropriando também dos resultados da parceria com as empresas e universidades (MENDONÇA; LIMA; SOUZA, 2008).

Em meio à essa discussão, talvez a seguinte pergunta possa surgir: como o Estado vem apoiando a atividade inovadora e incentivando a difusão de CT&I? O Estado, sobretudo nos países desenvolvidos, tem atuado basicamente em duas frentes de trabalho. Na primeira, ele oferece recursos financeiros destinados às atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), tornando-se um importante agente financiador. Na segunda, o Estado é o principal incentivador da mudança de postura nas instituições de pesquisa, motivando-as a extrapolar suas pesquisas e ensino tradicionais e a produzirem PD&I com foco na atividade econômica. Esse aparente paradoxo da atuação do Estado nas políticas de incentivo à CT&I tem contribuído para uma nova formatação da interação entre as instituições de pesquisa com o mercado e sociedade (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995). Essa interação será mais discutida na seção seguinte do presente trabalho, onde será analisado o modelo de hélice tríplice.

Conclui-se esta seção recorrendo ao argumento proposto por Mazzucato (2014), em seu livro *O Estado Empreendedor*, no qual ela salienta que o Estado é fundamental para apoiar a atividade inovadora, tendo em vista que ele pode assumir riscos que o setor privado não está disposto a arcar. Isso parece ir na contramão da tendência de alguns países, sobretudo os desenvolvidos, que buscam reduzir seu tamanho e serem menos intervencionistas, inclusive na área de CT&I. A autora busca desmistificar a relação entre o setor público e privado, mostrando que o Estado possui um papel fundamental na promoção do crescimento econômico, tendo a inovação como de longo prazo como uma das principais agendas estatais.

Mazzucato (2014) desconstrói o mito de um estado burocrático e pesado em detrimento de um setor privado dinâmico e inovador. Ao realizar alguns estudos de caso nas áreas de tecnologia da informação, biotecnologia e nanotecnologia, a autora mostra que o oposto é verdadeiro, isto é, o setor privado só encontra a motivação e a coragem de investir depois que um estado empreendedor realizou investimentos de alto risco. Para corroborar com essa hipótese, ela ilustra o caso das tecnologias que tornaram produtos como o iPhone®, o GPS, o assistente virtual acionado por voz, Siri® e a tela sensível ao toque campeões de mercado. Todos eles tiveram financiamento estatal para suas implementações.

O que Mazzucato (2014) propõe é que a sociedade compreenda que o Estado não serve apenas para corrigir as chamadas falhas de mercado – situações onde o mercado não consegue alocar eficazmente os recursos escassos, seja por desinteresse, externalidades negativas ou por assimetrias de informação. Segundo a autora, o papel relativo do Estado na promoção de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação não está restrito apenas ao financiamento de pesquisa básica e a exercer um papel passivo nesse processo, mas na articulação de visões ousadas, estabelecendo missões tecno-econômicas executadas através dos mais diferentes instrumentos de políticas públicas. Estas políticas públicas orientadas por missões, segundo a autora, é o que tornam um Estado empreendedor, capaz de incentivar o dinamismo e competitividade econômica de um país.

Desta forma, o contraponto proposto por Mazzucato (2014), no qual o Estado não serve apenas para corrigir as falhas de mercado, também alcança as chamadas falhas sistêmicas dos sistemas de inovação (COSTA, 2016). Para Mazzucato (2014), é comum entre os teóricos da linha neoshumpeteriana a atribuição de um Estado mais intervencionista, contudo ainda focado nas falhas de mercado, desta vez nas sistêmicas, oriundas de falhas nos Sistemas Nacionais de Inovação. Apesar de reconhecer a pertinência das abordagens focadas nos sistemas como propulsores do processo de desenvolvimento tecnológico, a autora critica a visão associada de que o papel do Estado seria ainda de corrigir falhas, nesse caso focadas na ineficiência das instituições em interagir com o mercado.

A partir do modelo sistêmico de inovação, a parceria universidade-empresa-governo ganha relevante destaque. A importância e os principais modelos dessa relação serão abordados na seção a seguir.

2.2 MODELOS DA RELAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA-GOVERNO

2.2.1 O Triângulo de Sábado

A relação universidade-empresa-governo pode ser vista como uma nova revolução acadêmica. A primeira revolução acadêmica ocorreu ainda no século XIX, quando as atividades de pesquisa foram plenamente integradas no contexto das universidades, que até então estavam centradas na disseminação do conhecimento através das atividades voltadas para o ensino (RODRIGUES, 2011). Agora, as universidades são chamadas para um novo protagonismo histórico, o de serem corresponsáveis pelo desenvolvimento regional e local, contribuindo diretamente para o avanço social e econômico das sociedades onde atuam (ETZKOWITZ, 2001). Esse movimento surgiu na segunda metade do século XX e adveio das experiências de várias universidades, a exemplo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Stanford e Harvard, onde surge o conceito de Universidade Empreendedora. Esse novo papel atribuído às intuições de ensino e pesquisa é chamado de segunda revolução acadêmica (CUNHA e NEVES, 2008).

Dentro dessa conjuntura e aplicando especificamente ao contexto da América Latina, Jorge Sábado e Natalio Botana (1975) propuseram a tese de que a cooperação universidade-empresa-governo possui papel decisivo na promoção do desenvolvimento socioeconômico dos países dessa região. As agendas de superação das crises econômicas e sociais aplicadas aos países latino americanos deveriam incluir fortemente a inserção de políticas de incentivo à pesquisa científico-tecnológica, sob pena de tornar esses países distantes de uma condição de vida moderna.

Pode-se resumir a proposta de Sábado e Botana em quatro argumentos: a) o processo de absorção de tecnologias (via importação) seria mais eficiente se o país receptor possuísse uma sólida infraestrutura de pesquisa capaz de realizar a adequada transferência de tecnologia; b) a especialidade das condições de cada país para conseguir uma utilização inteligente dos fatores de produção; c) a ênfase nas exportações de bens com maior valor agregado, deixando de lado a velha condição de país primário exportador; d) políticas de apoio à ciência e a tecnologia como catalisadoras da mudança social (PLONSKI, 1995).

No modelo proposto por Sábado e Botana (1975), a difusão da ciência e da tecnologia era condição essencial para o processo de desenvolvimento dos países pobres. Para que esse processo lograsse êxito, os autores apresentam três peças fundamentais dessa engrenagem: o governo, a estrutura produtiva e a infraestrutura científico-tecnológica, formando um relacionamento estreito entre universidade, empresa e o governo.

Esse relacionamento foi representado graficamente por meio de um triângulo, no qual o governo ocupa o vértice superior, a empresa, representada pela estrutura produtiva, e a infraestrutura científico-tecnológica ocupam os vértices da base. Nascia o Triângulo de Sábato, o qual descreve essas três estruturas como sendo os atores principais na promoção do desenvolvimento econômico via ações de CT&I (ZAWISLAK, DALMARCO, 2011; PLONSKI, 1995).

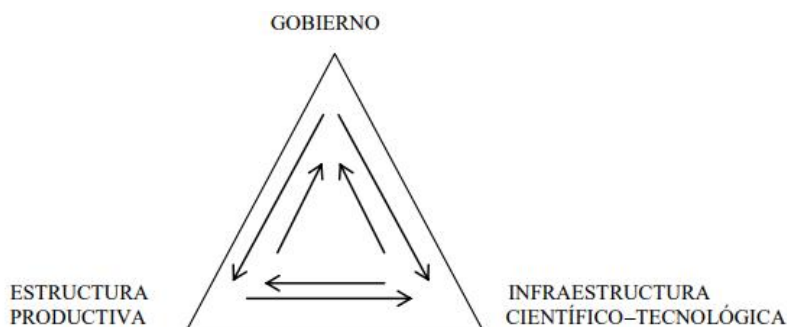
Há três tipos de relações que explicam a proposta do triângulo de Sábato (ver figura 4), quais sejam (PLONSKI, 1995):

- a) intrarrelações, que se estabelecem entre os componentes de cada vértice. Relações como essa foram responsáveis em tornar laboratórios modestos em grandes centros de pesquisa no período da segunda guerra mundial;
- b) interrelações, que se estabelecem entre pares de vértices. Nesse tipo de relação, podem ocorrer interrelações verticais entre governo e a base da pirâmide e interrelações horizontais entre a estrutura produtiva e a infraestrutura científico-tecnológica;
- c) extrarrelações, que se estabelecem entre a sociedade à qual o triângulo de Sábato é instituído e o exterior.

Esses nexos são a base do triângulo de Sábato e são os mais difíceis de se estabelecer (PLONSKI, 1995). Conforme Sábato e Botana:

cada vértice constituye un centro de convergencia de múltiples instituciones, unidades de decisión y de producción, actividades, etc., motivo por el cual estaríamos en condiciones de afirmar que las relaciones que configuran el triángulo tienen también múltiples dimensiones, pudiendo, en consecuencia, seleccionar las que a nuestro entender resultan más importantes para precisar el punto de vista adoptado. De este modo el triángulo se definiría por las relaciones que se establecen dentro de cada vértice, a las que denominaremos intra-relaciones; por las relaciones que se establecen entre los tres vértices del triángulo, a las que identificaremos como inter-relaciones y, en fin, por las relaciones que se establecen entre el triángulo constituido, o bien, entre cada uno de los vértices con el contorno externo del espacio en el cual se sitúan, a las que llamaremos extra-relaciones (SÁBATO; BOTANA, 1975, p.6).

Figura 4: Triângulo de Sábato



Fonte: Sábato e Botana (1975, p.7).

Desta forma, as importações, indispensáveis para toda economia, deveriam ser acompanhadas de políticas que apoio à estruturação da infraestrutura científico-tecnológica e de articulação dela com o setor produtivo e o próprio governo, no intuito de agregar e transferir o conhecimento. Os desenvolvimentos dos vértices na América Latina funcionam de modo parcial, tornando a região apenas uma demandante de tecnologia, selando seu atraso em termos de inserção em um contexto mais competitivo globalmente (PLONSKI, 1995).

O pleno desenvolvimento de cada vértice e das suas relações é condição essencial para o desenvolvimento dos países. O quadro 3 apresenta a descrição de cada vértice do triângulo de Sábato.

Quadro 3. Descrição dos vértices do Triângulo de Sábato

Vértice	Descrição
Governo	Compreende o conjunto de instituições que têm como objetivo formular e implementar políticas públicas e mobilizar recursos para os vértices da estrutura produtiva e da infraestrutura científico-tecnológica, através de processos legislativos e administrativos.
Estrutura Produtiva	Conjunto de setores produtivos que ofertam os bens e serviços demandados pela sociedade.
Infraestrutura Científico-Tecnológica	Compreende o sistema educacional que forma os indivíduos que protagonizam as atividades de pesquisa (cientistas, tecnólogos, administradores); os laboratórios, institutos e centros de PD&I; o sistema de planejamento, promoção, coordenação e estímulo à pesquisa (conselhos de pesquisa, academias de ciência); os mecanismos jurídico-administrativos que regulam as instituições de pesquisa e os recursos financeiros aplicados ao seu funcionamento.

Fonte: Figueiredo, 1993, p.87. Elaboração própria.

Importante salientar, conforme aponta Figueiredo (1993), que os vértices possuem uma característica funcional e não jurídica. Desta forma, uma empresa estatal, por exemplo, não pertence ao vértice governo, mas pertence ao vértice estrutura produtiva. Exemplo similar ocorre com laboratórios de pesquisa pertencentes às empresas; nesse caso, eles não pertencem ao vértice estrutura produtiva, mas ao vértice infraestrutura científico-tecnológica.

As interações horizontal e vertical proposta no Triângulo de Sábato chamam atenção para o fato de que a inovação tecnológica não será alcançada simplesmente por meio de investimentos isolados de incentivo à CT&I. Não basta apenas equipar as infraestruturas de pesquisa, por exemplo, é necessário uma política que promova interação e cooperação entre os atores (vértices) envolvidos em todo o processo inovativo de um país. Figueiredo (1993) recorda que o desenvolvimento tecnológico sofre interferência de vários fatores, tais como a estrutura econômico-financeira das empresas e da sociedade, a mobilidade social, a tradição, o perfil dos agentes envolvidos, o sistema de valores adotados socialmente e os mecanismos de

comercialização existentes, tornando o processo inovativo um fenômeno complexo e carente de múltiplos incentivos.

Por conta dessa complexidade que envolve o processo de desenvolvimento científico e tecnológico, Sábato e Botana (1975) propõem que o Estado exerça a liderança desse processo, razão pela qual o Estado fica no vértice superior do triângulo. Nas palavras dos autores,

Con respecto a la inter-relación gobierno–infraestructura científico–tecnológica, conviene señalar que el vértice de la infraestructura depende vitalmente de la acción deliberada del gobierno, entendida en un sentido muy amplio, sobre todo en lo que se refiere a la asignación de recursos. Pero junto a este aspecto económico de la cuestión, el vértice–gobierno juega también el papel de centro impulsor de demandas hacia la infraestructura científico–tecnológica, demandas que, por otra parte, pueden ser incorporadas, transformadas o bien eliminadas en función de un acto que genera una contra–demanda, de reemplazo (SÁBATO; BOTANA, 1975, p.7).

Desta forma, pode inferir que o Triângulo de Sábato é um modelo de política pública voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico de países historicamente atrasados. Tal política orientaria como e onde deveriam ocorrer as inovações. Desta forma, os agentes envolvidos teriam seus papéis bem definidos e funcionariam da seguinte forma: o governo estimula, a universidade cria e empresa aplica. Contudo, esse fluxo de trabalho funcionaria de forma cooperativa, de modelo que o objetivo final seja o de gerar, incorporar e transformar demandas da sociedade em um produto final, promovendo a inovação científica e tecnológica (PERUCCHI; MUELLER, 2016).

Sobre esse papel de liderança do governo no Triângulo de Sábato, Zawislak e Dalmarco (2011) cometam que além de universidades e empresas, o Estado é uma parte importante do tripé universidade-empresa-governo, principalmente devido as leis, políticas e recursos financeiros que podem ser destinados a esse fim. Isso porque muitas empresas se sentem estimuladas a promoverem atividades de PD&I apenas quando são incentivadas por ações e fundos governamentais.

O governo poderia estimular pesquisas envolvendo áreas de maiores riscos para as empresas, como projetos que envolvem alta tecnologia. Esse estímulo, sobretudo de recursos financeiros, estimulariam o setor empresarial a as instituições de pesquisa a aturem em projetos conjuntos e a desenvolverem *joint ventures*, resultando em *spin-off* acadêmico¹². A utilização desse modelo daria maior eficiência aos agentes e facilitaria a criação de novas tecnologias e a exportação de bens com maior valor agregado, estimulando o desenvolvimento socioeconômico das sociedades. (ZAWISLAK; DALMARCO, 2011).

¹² *Spin-off* acadêmico é uma empresa criada para explorar uma propriedade intelectual gerada a partir de um trabalho de pesquisa desenvolvido em uma instituição acadêmica (PIRNAY; SURLEMONT; NLEMVO, 2003).

Sábato e Botana (1975) salientam que os países da América Latina, à época da pesquisa, não tinham a capacidade de interrelações entre os vértices, seja pela falta de vontade política, ou mesmo por questões econômicas e sociais. A superação dos entraves ao desenvolvimento tecnológico, contudo, não estava restrito aos países latino americanos, países como a Grã-Bretanha, por exemplo, a despeito de possuir um alto nível de capacidade de pesquisa¹³, possuía pouca participação mundial no quesito inovação; ao contrário do Japão, onde a infraestrutura científico-tecnológica era inferior à da Grã-Bretanha, mas os resultados de inovação eram muito superiores.

De modo geral, o Triângulo de Sábato enfatiza que os principais obstáculos ao desenvolvimento tecnológico estão relacionados às seguintes áreas: a) sociocultural, caracterizada pela falta de disposição dos empresários em enfrentar riscos (agressividade empresarial); b) econômica, por meio da atuação de mercados monopolizados e protegidos; c) financeira, por meio da escassez de capital e falta de otimização dos recursos existentes; d) política, por meio de problemas relacionados à leis de patentes, leis trabalhistas e as leis do fomento industrial; e e) científica, caracterizada pela presença de uma infraestrutura científico-tecnológica débil ou inexistente. Superar estes obstáculos é uma tarefa que envolve muito esforço e atividades complexas, com riscos até imprevisíveis, o que exige muita habilidade política e de cooperação entre os agentes envolvidos no processo inovativo (NOVELI; SEGATO, 2012).

No intuito de diminuir os riscos associados na relação universidade-empresa-governo e tendo em vista a importância que essa relação exerce no desenvolvimento local e regional, Bonaccorsi e Piccaluga (1994, p. 239) propõem uma taxonomia (classificação dos modos de relacionamento) para a essa relação. Os modos de relacionamento universidade-indústria são os seguintes:

- a) relações pessoais informais: Este primeiro grupo compreende as relações entre uma empresa e um indivíduo dentro da universidade, mas que não possuem qualquer acordo formal envolvendo a própria universidade. Exemplos: Consultoria individual (pago ou gratuito); fóruns e workshops de intercâmbio informal; publicações de resultados de pesquisa;
- b) relações pessoais formais: esse segundo grupo diz respeito aos acordos formalizados entre a universidade e a empresa. Exemplos: bolsas de estudo e incentivo à pós-

¹³ Os autores citam como exemplo da capacidade científica da Grã-Bretanha o fato do país possuir, até aquela data (1968), o maior número de prêmio Nobel *per capita* do mundo.

- graduação; estágios de estudantes e cursos *sandwich*; períodos sabáticos para professores; intercâmbio de pessoal;
- c) envolvimento de uma instituição de intermediação: nesse terceiro grupo estão incluídas as relações que são desenvolvidas através de associações intermediárias, sejam elas administradas pela universidade ou externas a ela. Exemplos: relação de parceria via terceiros sob a forma de associações industriais; institutos de pesquisa aplicada; unidades de assistência geral; consultoria institucional (empresas e companhias universitárias);
 - d) acordos formais com objetivos definidos: este grupo compreende as relações que envolvem uma formalização dos acordos e a definição de objetivos específicos desde o início do acordo. Exemplos: desenvolvimento de protótipos, pesquisa por contrato; treinamento de funcionários; projetos de pesquisa cooperativa e pesquisa conjunta;
 - e) acordos formais sem objetivos definidos: Neste grupo, as envolvem uma formalização do acordo, como no caso anterior; contudo, nessa categoria, as relações são mais amplas, muitas vezes envolvendo objetivos estratégicos de longo prazo. Exemplos: Acordos amplos; patrocínio industrial de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em departamentos de universidades;
 - f) criação de estruturas próprias para a interação (focalizadas): esse último grupo é formado por iniciativas de pesquisa que são realizadas pela universidade e pela indústria e buscam a criação de estruturas permanentes específicas. Exemplos: parques tecnológicos, institutos, laboratórios, incubadoras de empresas, consórcios de pesquisa.

Dantas, Queiroz e Furukava (2016, p.42) salientam que essa taxonomia agrega aos princípios e conceitos contidos no Triângulo de Sábato, que tem como base as relações horizontais, às quais intensificam a cooperação entre os vértices.

Portanto, o Triângulo de Sábato dá destaque especial à atuação do Estado enquanto agente de liderança e promoção de CT&I. Outras teorias que abordam a relação universidade-empresa-governo que surgiram depois irão evidenciar outros atores, como é caso do modelo de hélice tríplice, que será abordado na seção a seguir.

2.2.2 O modelo de hélice tríplice

Conforme foi visto na seção anterior, o Triângulo de Sábato explica como cada vértice que compõe o modelo (governo, estrutura produtiva e infraestrutura científico-tecnológica) interagem uns com os outros ou com a sociedade, em um fluxo de informação unidirecional. A

proposta da hélice tríplice (ou Tripla Hélice, como traduzem alguns), mostra uma interação mais dinâmica entre os mesmos três vértices. Enquanto o governo estabelece as políticas, a indústria e a ciência estão constantemente interagindo entre si. Ambas as teorias descrevem os atores envolvidos nas relações universidade-indústria e os canais de transferência de tecnologia e conhecimento que serão adotados a partir do contexto de cada país. De acordo com o ambiente do país, as universidades ou as empresas podem estabelecer diferentes formas de transferência de conhecimento (ZAWISLAK, DALMARCO, 2011). Essa relação dinâmica proporcionaria maiores chances do conhecimento e da tecnologia produzida chegar ao setor produtivo com maior eficiência e rapidez.

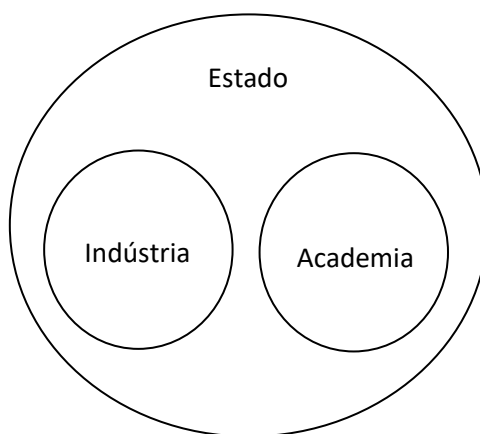
No entendimento de Zawislak e Dalmarco (2011), o modelo de hélice tríplice é uma visão atualizada do triângulo de Sábato e também busca integrar a ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico entre os mesmos três atores. Contudo, o modelo de hélice tríplice baseia-se em uma hélice, onde o conhecimento circula principalmente entre a indústria e as instituições de pesquisa (academia), tendo o governo um papel de desenvolvimento e de monitoramento de políticas públicas de estímulo à CT&I (ZAWISLAK; DALMARCO, 2011).

Mas, como surgiu o modelo de hélice tríplice e qual a sua contribuição? Esse modelo foi proposto por Henry Etzkovitz em parceria com Loet Leydesdorff, que lançaram, ainda na primeira metade da década de 1990, os primeiros artigos descrevendo o modelo de inovação com base na relação universidade-indústria-governo. A proposta era alertar para o fato de que na era da economia do conhecimento, somente a interação orgânica entre esses três atores seria capaz de criar um sistema de inovação durável e eficaz para as sociedades. Os casos de sucesso oriundos de universidades como o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) inspiraram os autores a propor o modelo, no qual a inovação é encarada como um processo bastante complexo e ao mesmo tempo contínuo, exigindo dos agentes muito mais que esforço mútuo, mas eficiência e eficácia na cooperação entre eles (STAL; FUJINO, 2005).

Criada como uma teoria, atualmente a hélice tríplice evoluiu para um modelo consolidado, testado em muitos países e cujo tema é objeto de estudos de uma infinidade de artigos científicos e que tem influenciado muitas políticas públicas, estimulando a criação, por exemplo, de incubadoras, aceleradoras, núcleos de inovação, escritórios de transferência de tecnologia, além de leis e incentivos de fomento (STAL; FUJINO, 2005). O modelo da hélice tríplice passou por uma verdadeira evolução ao longo do tempo, incentivada pelo incremento da ciência às propostas originais, além do próprio contexto dos países em que o modelo é utilizado, que naturalmente exige uma adequação às singularidades existentes em cada sociedade.

Refletindo sobre a evolução histórica da relação universidade-indústria-governo, Etzkowitz e Leydesdorff (2000) salientam que ao longo dos anos as sociedades apresentaram mudanças na maneira como essas relações aconteciam. Nesse sentido, os autores sugerem a existência de três modelos de hélice tríplice adotados pelos países no decorrer da história. No primeiro, chamado de hélice tríplice I, o estado-nação centraliza as decisões envolvendo a academia e a indústria e direciona como acontecerá as relações entre elas. Esse modelo pode ser visto, em sua versão mais forte, nos países de economia planificada, tais como a antiga União Soviética e nos países da Europa Oriental, comandados pela ideologia do socialismo real. Versões mais brandas também foram praticadas, segundo os autores, nos países latino americanos do período pós-guerra. Esse primeiro modelo é caracterizado pela normatividade, na qual o governo dita as diretrizes da relação universidade-indústria, conforme está ilustrado na figura 5.

Figura 5: Modelo estático da relação universidade-indústria-governo (Hélice Tríplice I)



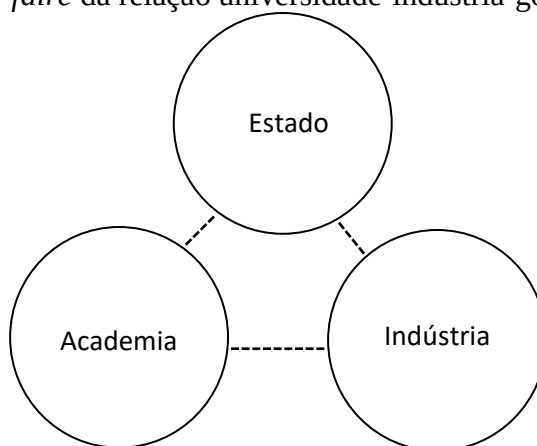
Fonte: Etzkowitz e Leydesdorff (2000, p. 111). Elaboração própria.

Observe que no modelo de Hélice Tríplice I, o Estado engloba e conduz as relações horizontais entre os atores universidade-indústria, razão pela qual é conhecido como modelo estático. Este modelo é fracassado, pois o Estado realiza um grande planejamento de modo centralizado, inibindo as chamadas estratégias tipo “*bottom-up*”¹⁴, desencorajando o processo de inovação de baixo para cima (SUTZ, 2000).

¹⁴ Na área empresarial, as estratégias tipo *bottom-up* (de baixo para cima, em tradução livre) são caracterizadas por ações na qual o contexto local tem grande relevância para as decisões de negócios. Quando o planejamento é centralizado em um governo central, a tendência é que as particularidades sejam deixadas de lado e os consumidores sejam vistos de modo geral, o que é contrário à perspectiva *bottom-up*.

O segundo modelo histórico da relação universidade-indústria-governo apontado por Etzkowitz e Leydesdorff (2000) é chamado de Hélice Tríplice II, o qual é identificado como modelo *laissez-faire*¹⁵. Ele é composto por esferas institucionais separadas e reflete a ideologia do liberalismo econômico, onde o Estado pouco intervém na economia. Apesar dos agentes possuírem vínculos fortes, as relações são limitadas, razão pela qual as esferas institucionais são diferenciadas e separadas entre si e estabelecem relações tendo por base a independência entre as partes (SUTZ, 2000), conforme se observa na figura 6. Desta forma, os agentes institucionais estão interligados por uma acanhada interação, em que cada um tem um papel bem definido, recorrendo ao outro apenas quando fosse necessário. Apesar de estar no vértice superior, em semelhança ao Triângulo de Sábado, os autores argumentam que a figura do governo, diferentemente do que foi proposto por Sábado e Botana (1975), é de mero incentivador das relações.

Figura 6: Modelo *laissez-faire* da relação universidade-indústria-governo (Hélice Tríplice II)

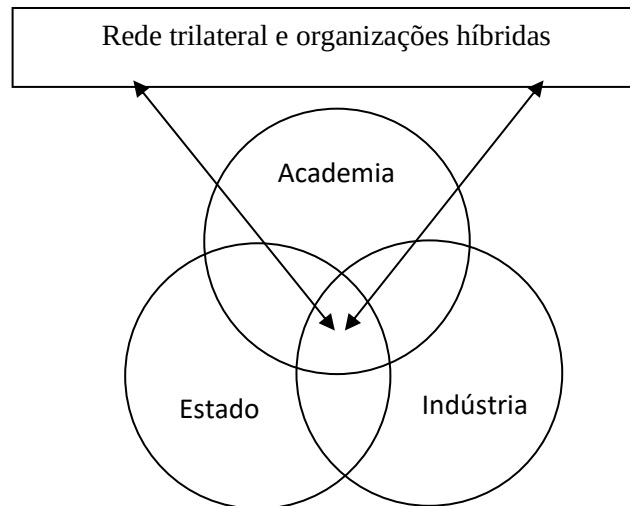


Fonte: Etzkowitz e Leydesdorff (2000, p. 111). Elaboração própria.

No terceiro modelo, chamado de Hélice Tríplice III, as esferas institucionais são sobrepostas entre si, gerando uma infraestrutura de conhecimento entre os agentes. Nesse caso, cada ator participa do processo inovativo realizando parte do papel que pertence aos outros agentes. Da intercessão dessas relações surgem organizações híbridas e iniciativas trilaterais de fomento à inovação (VACCAREZZA, 1998), conforme está ilustrado na figura 7. Exemplos dessa interseção entre os agentes ocorre quando as universidades registram patentes ou quando as empresas realizam treinamentos (CUNHA; NEVES, 2008).

¹⁵ *Laissez-faire* é uma expressão francesa que significa literalmente deixar fazer. É considerada um símbolo da economia liberal. De acordo com essa corrente, o Estado deve deixar o mercado fazer, sem interferir no seu funcionamento. A atuação do Estado se limitaria a criar leis que protegessem os consumidores e garantisse os direitos de propriedade.

Figura 7: Modelo da hélice tríplice da relação universidade-indústria-governo (Hélice Tríplice III)



Fonte: Etzkowitz e Leydesdorff (2000, p. 111). Elaboração própria.

Para Etzkowitz e Leydesdorff (2000), o objetivo comum desse modelo é criar um ambiente inovador, através da a) interação entre empresas e universidades (*spin-off* acadêmico); b) iniciativas trilaterais baseadas no conhecimento com foco no desenvolvimento econômico; c) alianças estratégicas entre empresas de grande e pequeno porte, que operam em diferentes áreas e com níveis de tecnologia distintos; d) cooperação entre infraestruturas de pesquisa pública e grupos de pesquisas acadêmicas. Esses arranjos são frequentemente encorajados, mas não controlados pelo governo.

Além dos modelos I, II e III da hélice tríplice, adotados historicamente pelos países, Carayannis et al. (2012) lembram que os novos desafios do mundo contemporâneo, causados sobretudo pelas revoluções nas áreas de comunicação e meio ambiente, abriram espaço para a criação dos modelos IV e V da hélice tríplice, incluindo a quarta e a quinta hélice no modelo original. A quarta hélice, segundo os autores, é representada pelos seguimentos da cultura, mídia e sociedade civil, enquanto que a quinta hélice inclui a perspectiva do meio ambiente, formando uma nova relação, a da universidade-empresa-governo-sociedade-sustentabilidade.

Entende-se que essas perspectivas sugeridas pela quarta e quinta hélice são na verdade implicações das interações que ocorrem com as esferas primárias do modelo (universidade-empresa-governo) e que a hélice tríplice tem se mostrado ao longo dos anos um instrumento eficiente de promoção do empreendedorismo, inovação e desenvolvimento econômico, como bem atestam Etzkowitz e Zhou (2017, p.47):

A Hélice Tríplice tornou-se um modelo reconhecido internacionalmente, que está no âmago da disciplina emergente de estudos de inovação, e um guia de políticas e práticas nos âmbitos local, regional, nacional e multinacional. As interações universidade-indústria-governo, que formam uma “hélice tríplice” de inovação e

empreendedorismo, são a chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento social baseados no conhecimento

A estrutura e os objetivos da hélice tríplice são basicamente os mesmos do triângulo de Sábato, contudo, os atores envolvidos naquele modelo interagem com foco em redes de diversidade, entendimento e até de posturas, de modo que os agentes compartilham entre si as responsabilidades em todas as etapas do processo inovativo de maneira não hierarquizada, mas interdependente. Essa nova postura dos atores faz com que as universidades, por exemplo, deixem de exercer o papel de meras fornecedoras de conhecimentos e passem a ser corresponsáveis pela criação e difusão de propriedade intelectual, o que pode resultar, inclusive, na criação de novas empresas (DAGNINO, 2003).

O movimento dinâmico das hélices gera uma grande interatividade entre os atores, o que possibilita não apenas a geração de novos conhecimentos, mas também a uma aproximação de objetivos entre as instituições públicas e privadas, de forma que a fronteira entre elas fique cada vez mais difícil de demarcar. Desta forma, o conhecimento científico e o tecnológico tornam-se igualmente relevantes tanto para o setor industrial como para a sociedade (SUTZ, 2000).

O modelo de hélice tríplice parte do pressuposto que os atores envolvidos no processo inovativo estão passando por grandes mudanças no que tange às suas missões institucionais. Essas mudanças estão provocando maior interação entre o governo, as universidades e as empresas com vista à geração de ciência e tecnologia com foco em geração de riqueza (SANTOS; FRACASSO, 2000). Essa corrida pela integração entre os agentes é acelerada em virtude da maior competitividade global em que os países são submetidos.

Mendonça, Lima e Souza (2008) explicam que a hélice tríplice pode ser compreendida por meio dos três estágios distintos, a saber:

- a) os atores são definidos institucionalmente, de tal forma que a relação e a interação entre eles sejam feitas de forma concreta (contratos formais), resultando em ações que promovam transferência de tecnologia, o que pode ser visto tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento;
- b) os atores institucionais são definidos como diferentes sistemas de comunicação, gerando uma nova infraestrutura de conhecimento, passando a exercer operações de mercado, inovação tecnológica e controle de interfaces. Essas interfaces, por sua vez, geram novas formas de comunicação ligadas à transferência de tecnologia, tendo como base uma legislação sobre patentes;

c) a universidade, o setor produtivo e o governo passam a realizar parte das tarefas uns dos outros, além das tradicionais de cada agente, formando organizações híbridas.

Esses estágios são importantes porque as empresas, em geral, enfrentam grandes desafios na área tecnológica, mas que possuem recursos financeiros que podem ser destinados às universidades, às quais cooperarão com as empresas ofertando, por exemplo, informação tecnológica, desenvolvimento de novos produtos e processos, educação continuada, consultoria e outras formas de interação, gerando benefícios para ambas as partes (VACCAREZZA, 1998).

Lembrando que essas relações de interação entre os atores da hélice tríplice não significam apenas uma troca de relacionamentos, pois envolvem também um processo de transferência de tecnologia e de conhecimento entre as partes. Nesse sentido, a cooperação precisa ser encarada como um processo complexo que exige um entendimento profundo do ambiente e da cultura dos agentes envolvidos, de modo que os objetivos e a natureza da interação sejam claros e precisos para os participantes, evitado equívocos e distorções durante o processo de cooperação (MENDONÇA; LIMA; SOUZA, 2008).

Uma das grandes marcas do modelo de hélice tríplice é expansão da visão dos atores universidade-empresa-governo. Tomando ainda como exemplo a universidade, esta se transforma em uma instituição voltada para o desenvolvimento regional e local, promovendo a cultura inovadora e fornecendo sua infraestrutura científico-tecnológica para a transformação socioeconômica dos lugares onde atuam, além de promover a sua vocação histórica de ensino. Desta forma, as universidades passam a conviver com uma tríplice e desafiadora missão, a de promover o ensino, a pesquisa e (agora) o desenvolvimento social¹⁶ (PERUCCHI; MUELLER, 2016).

Como já é possível perceber, nesse modelo, a universidade ganha o papel mais relevante no processo de geração de conhecimento e inovação, ao contrário do triângulo de Sábato, onde o Estado exercia esse papel. Através dessa nova vocação da universidade, juntamente com a interação dinâmica com os demais atores, o conhecimento científico e tecnológico chegaria com maior rapidez e eficácia à sociedade, promovendo geração de renda e desenvolvimento social (YE; YU; LEYDESDORFF, 2013). Essa configuração pode ser bem vista no contexto de países como os EUA. Perucchi e Mueller (2016) comentam que nos EUA o governo se faz presente no processo inovativo de maneira menos aparente, atuando como suporte às universidades e se relacionando de forma indireta com o setor produtivo.

¹⁶ Essa nova missão da universidade é chamada de segunda revolução acadêmica, conforme foi apresentado na seção que tratou sobre o triângulo de Sábato.

Resumidamente, cada ator teria às seguintes atribuições no modelo de hélice tríplice: a universidade seria a indutora das relações com o setor produtivo – que forneceria bens e serviços à sociedade – e o governo entraria no processo como regulador e fomentador da atividade econômica, como foco geração de CT&I e no desenvolvimento socioeconômico (ETZKOWITZ, 2009; LEYDESDORFF, 2005).

Wang (2012), ao examinar a aplicação do modelo de hélice tríplice na China, comenta que em países em desenvolvimento não é possível olhar para a relação universidade-empresa-governo sem levar em consideração o papel de destaque que o governo exerce nesses contextos, o que reforça o entendimento de que a implantação de um modelo precisa levar em consideração o contexto social, político e econômico da sociedade. Essa tese também se aplica no caso do Brasil.

Dagnino (2003) lembra que o modelo da tríplice hélice se desenvolveu enquanto teoria e modelo no seio dos países desenvolvidos, onde a relação universidade-empresa foi pensada como solução viável para fomentar à inovação. De fato, como lembra o autor, é notório que o processo inovativo nos países desenvolvidos ocorreu, sobretudo, devido à eficaz relação que as universidades tinham (e ainda possuem) com o setor produtivo. Contudo, no contexto de países latino americanos, o modo como a relação universidade-empresa foi introduzido não levou em consideração o contexto político, econômico e social da região, o que naturalmente dificultou a implementação e difusão do modelo de forma mais ampla.

Em suma, o modelo de hélice tríplice não aponta apenas para a importância que a relação universidade-empresa-governo exerce dentro do contexto atual global, mas chama a atenção para as mudanças internas que estão ocorrendo dentro de cada esfera. As universidades estão agregando à sua missão clássica de ensino e pesquisa o papel de impulsionadora do desenvolvimento regional e local; as empresas estão buscando maior interação com as universidades no intuito de se tornarem mais competitivas e garantirem a permanência no mercado; o governo atuando como indutor e regulador do ambiente de inovação. Desta forma, cada hélice dentro do modelo é uma esfera institucional que possui independência, mas que trabalha com cooperação, integração e interdependência com as demais esferas, através de fluxos de conhecimento contínuos (VACCAREZZA, 1998).

2.2.3 Sistema Nacional de Inovação (SNI)

Enquanto o triângulo de Sábato tem como fator principal o governo e o modelo de hélice tríplice evidencia as intuições de pesquisa, o modelo conhecido como Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) coloca em destaque o papel das empresas no processo inovativo. Como o SNI

é um sistema dinâmico, Perucchi e Mueller (2016) lembram que é normal alguns autores, mesmo que de maneira minoritária, terem opiniões diferentes quanto ao agente de maior importância no modelo. Desta forma, alguns poderão destacar o papel do Estado, enquanto outros poderão dar ênfase às universidades enquanto propulsora da inovação, sem com isso desqualificar ou mesmo desconfigurar o modelo de SNI.

O conceito de SNI tem a contribuição de vários autores, dos quais se destacam os trabalhos de Freeman (1988), Nelson (1988) e Lundvall (2007). De início, duas interpretações envolvendo o conceito de SNI surgem a partir dos trabalhos desses autores. Enquanto que para Nelson (1988), um SNI é um conjunto de instituições (empresas e universidades) que interagem entre si para promover a inovação, Freeman (1988) e Lundvall (2007) sugerem que o SNI, além do que foi colocado por Nelson (1988), engloba as ações estratégicas que as instituições realizam entre si no esforço conjunto de promover a inovação de um país. Nos dois casos, figura-se o conceito de que o processo de inovação é uma ação coletiva.

No entanto, o próprio Freeman (1995) argumenta que o termo SNI tem origens mais longínquas, remontando a primeira metade do século XIX. Para o autor, a ideia por trás de um SNI, na verdade, tem sua origem no trabalho do economista alemão Georg Friedrich List, por meio do trabalho intitulado *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*, de 1841. Para Freeman (1995), o título do trabalho de List poderia, sem perda de sentido, ter sido chamado de **O Sistema Nacional de Inovação**.

Godin (2009) comenta que a maioria dos autores concorda que o enquadramento do termo SNI veio de pesquisadores como Freeman, Nelson e Lundvall. Entretanto, o autor salienta que trabalhos anteriores feitos pela OCDE¹⁷ na década de 1960 já tratavam dessa nova estrutura conceitual no campo da ciência, tecnologia e inovação, onde a relação universidade-empresa-governo já era vista como essencial no desempenho dos países no quesito inovação tecnológica.

Godin (2009) explica que apesar desses trabalhos iniciais promovidos pela OCDE, foi no final de década de 1980 que a ideia de uma nova estrutura conceitual envolvendo a área de CT&I ganhou força. Chamado de SNI, essa nova proposta de estrutura sugere que o objetivo final dos esforços envolvendo o sistema de pesquisa de um país deve ser a inovação. Esse sistema, continua Godin (2009), faz parte de um sistema maior composto por setores como

¹⁷ Exemplos de trabalho feitos pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) ainda na década de 1960 (extraídos das referências de GODIN (2009):

- (1) OECD. Co-operation in scientific and technical research. Paris: OECD, 1960.
- (2) OECD. Proposed standard practice for surveys of research and development. Paris: OECD, 1962.
- (3) OECD. Science and the policies of government. Paris: OECD, 1963.
- (4) OECD. The overall level and structure of R&D efforts in OECD member countries. Paris: OECD, 1967.

governo, universidade, indústria e seu meio ambiente. A maneira como esses atores se relacionam seria a causa do desempenho da inovação tecnológica em um país.

Freeman (1995) conceituou o Sistema Nacional de Inovação como sendo um conjunto de instituições, atores e mecanismos existentes em um país que contribuem para todo o processo de inovação tecnológica. Entre esses agentes, destacam-se as universidades, as empresas, as infraestruturas de pesquisa, as agências governamentais de fomento, o sistema financeiro e a legislação de propriedade intelectual.

De maneira mais ampla, o SNI pode ser definido como o agrupamento de diversas instituições que buscam a ampliação da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou mesmo de uma localidade. Desta forma, o processo inovativo que acontece dentro de uma empresa ocorre devido às relações que essa empresa exerce com outras empresas e instituições, transformando a inovação em um fenômeno sistêmico e interativo. Desta forma, a capacidade de um país, em termo de geração de inovação tecnológica, é definida pelo resultado das relações que os atores do SNI (atores econômicos, políticos e sociais) exercem entre si (CASSIOLATO; LASTRES; MACIEL, 2003).

Assim como foi observado no modelo de hélice tríplice, cuja aplicação em países desenvolvidos foi bem melhor recebida em comparação com países emergentes (DAGNINO, 2003), o modelo de SNI também apresenta grandes diferenças entre os continentes. Freeman (1995) observou essa distorção e listou as principais diferenças entre os países da América Latina e os países do Leste Asiático, o que pode visto resumidamente no quadro 2.

Quadro 2: Diferenças dos Sistemas Nacionais de Inovação do Leste Asiático e América Latina

Leste Asiático	América Latina
Expansão do sistema educacional para toda a população, com alta participação no ensino superior e com alta proporção de graduados em engenharia.	Deterioração do sistema educacional e menor número de engenheiros em relação à população (em comparação ao Leste Asiático).
Importação de tecnologia combinada com iniciativas locais de PD&I.	Muita importação de tecnologia, especialmente de países como os Estados Unidos, mas pouca transferência dessa tecnologia para as empresas.
Forte desenvolvimento da infraestrutura científico-tecnológica, com boa relação com o setor empresarial.	Fraca infraestrutura científico-tecnológica e poucos vínculos com o setor empresarial.
Altos níveis de investimento (principalmente do Japão) e forte influência de modelos japoneses de gestão e organização.	Declínio do investimento estrangeiro (principalmente dos EUA) e baixo nível de rede internacional em tecnologia.
Investimento pesado em infraestrutura de telecomunicações avançada.	Desenvolvimento lento de telecomunicações modernas.
Forte e rápido crescimento das indústrias eletrônicas com elevado nível de exportações.	Indústrias eletrônicas fracas com baixas exportações.

Fonte: Freeman (1995, p. 13)

Dessa lista descrita por Freeman (1995), observa-se que os países do leste asiático atribuíram grande relevância ao papel do aprendizado enquanto elemento estratégico de um SNI. Isso porque os aspectos organizacionais, institucionais e econômicos existentes em um SNI e as relações existentes entre eles passam pelo processo de aprendizado entre os atores, principalmente na chamada economia do conhecimento (GODIN, 2009).

Se o processo de aprendizado exerce papel central em um SNI, as instituições educacionais, como universidades, instituições de pesquisa e todo o conjunto da estrutura educacional de um país precisam ser olhadas de maneira especial pelos formuladores de políticas. Essas instituições, em articulação com o setor empresarial e também com as instituições financeiras, formam uma base de apoio sólida e um ambiente favorável para o processo inovativo, sendo corresponsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações (ALBUQUERQUE et al., 2005).

Assim como Freeman (1995) observou diferenças nos SNIs dos países da América Latina em comparação com os do Leste Asiático, Albuquerque et al. (2005) sugerem a existência de pelo menos quatro grupos de países com padrões distintos de maturidade em seus SNIs.

O primeiro grupo de países apontado pelos autores é o formado pelas nações avançadas, onde o SNI já passou pelo processo de construção e atingiu sua maturidade, representada pela alta cooperação institucional entre os atores do modelo, envolvendo também nesse processo o sistema financeiro e o educacional como um todo. Nesses países, o progresso tecnológico é a principal fonte de desenvolvimento econômico. Países como os Estados Unidos figuram perfeitamente nesse grupo.

O segundo grupo proposto é composto pelos países em processo de *catching up* (processo de recuperação econômica no qual os países mais atrasados poderiam alcançar os mais avançados), tais como a Coreia do Sul e Taiwan. Esses países apresentaram um bom desenvolvimento econômico nas últimas três décadas do século XX e estão caminhando a passos largos em busca do amadurecimento de seus SNIs, com destaque para as instituições de apoio às atividades científicas e tecnológicas (ALBUQUERQUE et al., 2005).

Países que compõem o BRICS (Brasil, Índia, Rússia, China e África do Sul) são exemplos do terceiro grupo de SNIs proposto por Albuquerque et al. (2005). Esses sistemas são caracterizados por economias em desenvolvimento, cujas infraestruturas científicas e tecnológicas desempenham papel relevante (ainda que não de maneira decisiva) no processo inovativo, mas ainda não alcançaram sua maturidade e a capacidade tecnológica do setor produtivo é bem inferior aos países desenvolvidos.

Os países mais pobres do mundo compõem o quarto grupo de SNI sugerido por Albuquerque et al. (2005). Nesses países, o SNI funciona de maneira rudimentar, sendo que em muitas nações sequer pode-se dizer que existe um sistema de inovação, fato este que dificulta o processo de recuperação econômica e faz desses países meros importadores de tecnologia, impactando fortemente suas balanças comerciais. Aqui, as instituições e a cooperação entre elas são enfraquecidas, o que torna o SNI apenas uma teoria.

Essa percepção da existência de pelo menos quatro grupos de SNI ajuda a entender a explicação dada por Freeman (1995) a respeito da diversidade de SNI entre os países. Segundo esse autor, a proposta do SNI está focada nas características especiais de cada nação, desta forma, as generalizações devem ser evitadas (mesmo entre grupos de países), visto que as nações são diferentes entre si e qualquer proposta que as trate como similares resultaria em um viés de interpretação. Cada país, salienta Freeman (1995), deve ser visto a partir de seu contexto histórico, econômico e cultural.

A abordagem de SNI entende que os países possuem seus próprios limites e obstáculos que precisam ser vencidos a fim de gerar um ambiente inovador capaz de influenciar os agentes envolvidos no processo inovativo. Esses obstáculos incluem áreas cruciais e de difícil manejo nas sociedades, tais como política, meio ambiente, cultura e economia (CHESBROUGH; SCHWARTZ, 2007).

Desta forma, a capacidade inovadora de um país, região ou mesmo de uma empresa não depende tão somente da capacidade interna de produzir novas tecnologias, mas de como os atores institucionais interagem entre si, aproveitando a capacidade social, cultural, política e econômica do seu entorno no processo inovativo (PAVITT, 2011).

Tanto Freeman (1988) quanto Nelson (1993) argumentam que um SNI é uma construção institucional, cujo resultado pode ser algo planejado e consciente ou mesmo fruto de decisões isoladas e descentralizadas (a depender do amadurecimento desse sistema) que visam impulsionar o desenvolvimento tecnológico dos países. Assim sendo, a maneira como acontece as relações institucionais entre as empresas, as agências governamentais, as universidades e as infraestruturas de pesquisa são indispensáveis para fortalecer um SNI e promover a inovação tecnológica.

As relações institucionais são formadas pela interação entre empresas, Estado e instituições de pesquisa (à semelhança da hélice tríplice e do triângulo de Sábato), que por meio da troca de conhecimento e articulação em rede seriam interligadas. Quanto maior o número de relações de cooperação entre os agentes, maior seria o grau de desenvolvimento de um SNI (RIBEIRO, 2016).

As relações institucionais que visam fortalecer o SNI não devem ser apenas entre empresas, ou entre as instituições governamentais, mas entre instituições públicas e privadas. Para Freeman (1995), as redes de relacionamentos são importantes para qualquer empresa inovar. Embora as conexões internacionais externas sejam certamente de importância crescente, a influência do sistema educacional nacional, das relações industriais, das instituições técnicas e científicas, das políticas governamentais, das tradições culturais e de muitas outras instituições nacionais é fundamental. Os exemplos históricos da Alemanha, do Japão e da ex-URSS ilustram este ponto, bem como o contraste mais recente entre países da Ásia Oriental e da América Latina.

Corroborando com a ideia fundamental de que o SNI é uma construção institucional, Cassiolato e Lastres (2005) chamam atenção para o fato de que as relações instituições entre os agentes do SNI são a essência e o sucesso do modelo. Para eles, o desempenho inovativo de um SNI não depende do desempenho isolado das empresas e das universidades, mas, sobretudo, da interação que elas exercem entre si e com vários outros atores. Desta forma, os autores sugerem que, dentro de um SNI, a inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo, caracterizado por diferentes tipos de cooperação, o que envolve outros agentes e ações, como bancos e políticas creditícias e macroeconômicas.

Ribeiro (2016) indica que a abordagem do SNI surgiu também como uma crítica não apenas ao modelo linear de inovação, mas também aos modelos neoclássicos de crescimento econômico e ao neoliberalismo. Para o autor, em um SNI, os agentes econômicos não são apenas subconjuntos de um mercado, mas fazem parte de um conjunto maior de instituições, ligações e relações sistêmicas entre os diferentes atores sociais envolvidos. Assim sendo, na proposta de SNI, as forças de mercado não podem, livremente, tornar um país desenvolvido tecnologicamente. Seria necessária uma política nacional para o desenvolvimento dos sistemas de inovação, onde todos os atores estariam envolvidos no processo, que é longo e difícil.

Percebe-se de modo claro que o SNI concentra grande atenção na gama de instituições envolvidas no processo de inovação, com destaque para o papel crucial que as empresas executam, sem como isso negligenciar o também importante papel das demais instituições envolvidas no processo (MAZZOLENI; NELSON, 2007).

Contudo, Ribeiro (2016) lembra que o destaque que o setor produtivo exerce no processo inovativo dentro do modelo de SNI tem levado muitos pesquisadores a deixarem de lado o papel das outras instituições para focar tão somente na visão das empresas. Ele lembra que o conceito basilar do SNI está em propor um olhar amplo para todos os agentes envolvidos

no processo inovativo. Esse olhar amplo, segundo Viotti (2003), resultará em uma maior produção, difusão e uso de CT&I por parte dos agentes.

Os três principais modelos que tratam da relação universidade-empresa-governo foram até aqui abordados, quais sejam: Triângulo de Sábato, Hélice Tríplice e Sistema Nacional de Inovação. Há na literatura outros modelos e teorias que também tratam dessa mesma temática, os quais não foram tratados por extrapolar os objetivos do presente trabalho e por serem eles derivações daqueles modelos. A título de exemplo, Perucchi e Mueller (2016) listam os seguintes modelos: Inovação Aberta (*open innovation*), modelo abordado por Henry Chesbrough; sistemas de pesquisa pós-moderna (*post-modern research system*), sistema descrito por Ariel Rip e Barend Van Der Meulen e sistemas de pesquisa em transição (*research system in transition*), modelo elaborado por Susan Cozzens, Patsy Healey, Ariel Rip e John Ziman.

Como cada país possui suas especificidades em seus SNIs (FREEMAN, 1995; ALBUQUERQUE et al., 2005), a próxima subseção tratará especificamente do caso brasileiro, apontando suas características, limites e possibilidades.

2.2.4 Sistema Nacional de Inovação no Brasil

O Sistema Nacional de Inovação no Brasil é visto como imaturo e pouco eficiente se comparado aos SNIs de países desenvolvidos (ALBUQUERQUE et al., 2005). Vechio (2017) sugere que essa condição é caracterizada pela baixa quantidade e qualidade da infraestrutura científico-tecnológica existente no país e pela sua pouca relação com o setor produtivo. Tudo isso está aliado ao fato de o Brasil apresentar uma industrialização tardia e por ter um sistema universitário recente¹⁸ (FÁVERO, 2006).

Albuquerque (1996), conceituando Sistema Nacional de Inovação e buscando uma tipologia que englobasse o caso brasileiro, salienta que a diversidade desses sistemas estabelece a necessidade e a importância de uma comparabilidade entre os países. Nesse entendimento, o autor sugere três categorias, sendo o caso brasileiro enquadrado na última.

A primeira categoria diz respeito aos sistemas de inovação que tem por objetivo capacitar os países a se manterem na liderança internacional em termos de processo tecnológico. Esses sistemas são maduros e possuem a capacidade de manter seus países na fronteira

¹⁸ Em 7 de setembro de 1920, por meio do Decreto nº14.343, o presidente Epitácio Pessoa instituiu a Universidade do Rio de Janeiro (URJ), sendo essa a primeira instituição universitária do Brasil. Sobre a história da universidade brasileira, consultar FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. Educar, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

tecnológica mundial. É o caso de países desenvolvidos, que são marcados tanto pela capacidade de geração de tecnologia quanto pela liderança na produção científica mundial.

A segunda categoria envolve os países cujo foco central de seus sistemas de inovação está na difusão das inovações. Tais sistemas são marcados por países que possuem um elevado dinamismo tecnológico, onde a maior capacidade não está necessariamente na capacidade de geração tecnológica, mas na elevada capacidade de difusão das tecnologias produzidas nos sistemas mais avançados. Citando o estudo feito por Nelson (1993), Albuquerque (1996) cita como exemplo desse sistema países como Suécia e Dinamarca, além de países como Holanda, Suíça e os países asiáticos de desenvolvimento acelerado, como Coreia do Sul e Taiwan. Em geral, esses países aproveitam suas vantagens locacionais, isto é, suas proximidades com grandes centros inovativos.

A terceira categoria de SNI proposta por Albuquerque (1996) engloba os países cujos sistemas de inovação ainda não se completaram, isto é, são países onde seus sistemas de Ciência e Tecnologia (C&T) não foram transformados em sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Ainda se baseando no estudo feito por Nelson (1993), o autor cita como exemplos desse tipo de sistema países como o Brasil e a Argentina, além de México e Índia. Esse tipo de sistema é caracterizado por uma fraca infraestrutura de pesquisa e pela pouca articulação das instituições de C&T com o setor produtivo, resultando em uma pequena contribuição das ações de CT&I para o desenvolvimento econômico do país.

Analizando o SNI brasileiro em seu contexto histórico, Mamede et al. (2016) relembram que a dinâmica da economia industrial do país passou por grandes transformações ao longo do século XX. Na década de 1930, o processo de substituição de importações¹⁹ buscou alavancar setores industriais como o têxtil e o de alimentos, momento em que a economia cafeeira já passava por sua grande crise. Contudo, foi a partir da década de 1960, já no período da ditadura militar, que a indústria nacional apresentou sua maior diversificação, resultado da abertura da economia para o capital estrangeiro, impactando setores como energia, indústria petroquímica e construção civil (abertura de rodovias). Mamede et al. (2016) são enfáticos ao afirmar que nas décadas de 1960 e 1970 o desenvolvimento tecnológico ainda não fazia parte da agenda governamental, mesmo com a ascensão de grandes indústrias em áreas de potencial inovativo, como aeronáutica e informática.

¹⁹ De maneira sucinta, o chamado processo de substituição de importações (PSI) no Brasil buscou reduzir as importações e fortalecer a indústria nacional e aumentar a produção interna. Essa política industrial seguiu o receituário proposto pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e marcou a economia brasileira após a década de 1930 e perdurou até início dos anos de 1960.

Villaschi (2005) lembra que a década de 1980 foi marcada pelo desequilíbrio macroeconômico em áreas de grande impacto para o desenvolvimento tecnológico do Brasil, como dívida externa, hiperinflação e descontrole fiscal. Apesar disso, comenta o autor, o país teve um desempenho razoável em muitas áreas básicas do chamado paradigma técnico-econômico (PTE) e das tecnologias da informação e das comunicações (TICs). Somado a isso, ganhos em áreas estratégicas como telecomunicações, automação, petróleo e aeronáutica apontavam para a existência de capacidades internas de inovação que poderiam ajudar na formação de um sistema nacional inovação.

A década de 1980, a despeito de ser palco de grandes crises macroeconômicas, foi testemunha da criação de importantes instrumentos de apoio ao SNI brasileiro, dentre os quais destacam-se a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia²⁰ em 1985. Contudo, o fraco desempenho histórico das ações institucionais de estímulo ao SNI trouxe grandes obstáculos às ações do MCT. Suzigan e Albuquerque (2008) sugerem que esses obstáculos estão associados à criação tardia de instrumentos institucionais de apoio à CT&I no Brasil: o Banco Central do Brasil foi criado apenas em 1964, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE)²¹ e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) surgiram, respectivamente, em 1952 e 1967. Esse cenário contribuiu para a extinção de vários Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) criados entre 1972 e 1984.

A década de 1990 também foi marcada por um fraco desempenho do SNI brasileiro. Villaschi (2005) aponta pelo menos três razões de cunho econômico, tecnológico e institucional que explicam esse cenário: i) pouco investimento em áreas de infraestrutura econômica; ii) redução de recursos em áreas potencialmente tecnológicas, como educação e PD&I, cujos temas são centrais na era da economia do conhecimento; e iii) não inclusão do desenvolvimento tecnológico como parte da política de desenvolvimento do país.

Contudo, apesar dos entraves das décadas anteriores, o cenário brasileiro começa a tomar nova forma a partir das novas legislações dos anos 2000, principalmente com a criação da lei nº. 10.973/2004, intitulada de Lei de Inovação, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e a Lei nº 11.196/2005, conhecida como Lei do Bem, que incentiva e formaliza os incentivos fiscais para as pessoas jurídicas que realizam Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação tecnológico.

²⁰ Ao longo de sua criação, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) passou por duas alterações, incorporando novas funções à pasta: Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em 2011 e Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em 2016.

²¹ Atualmente Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

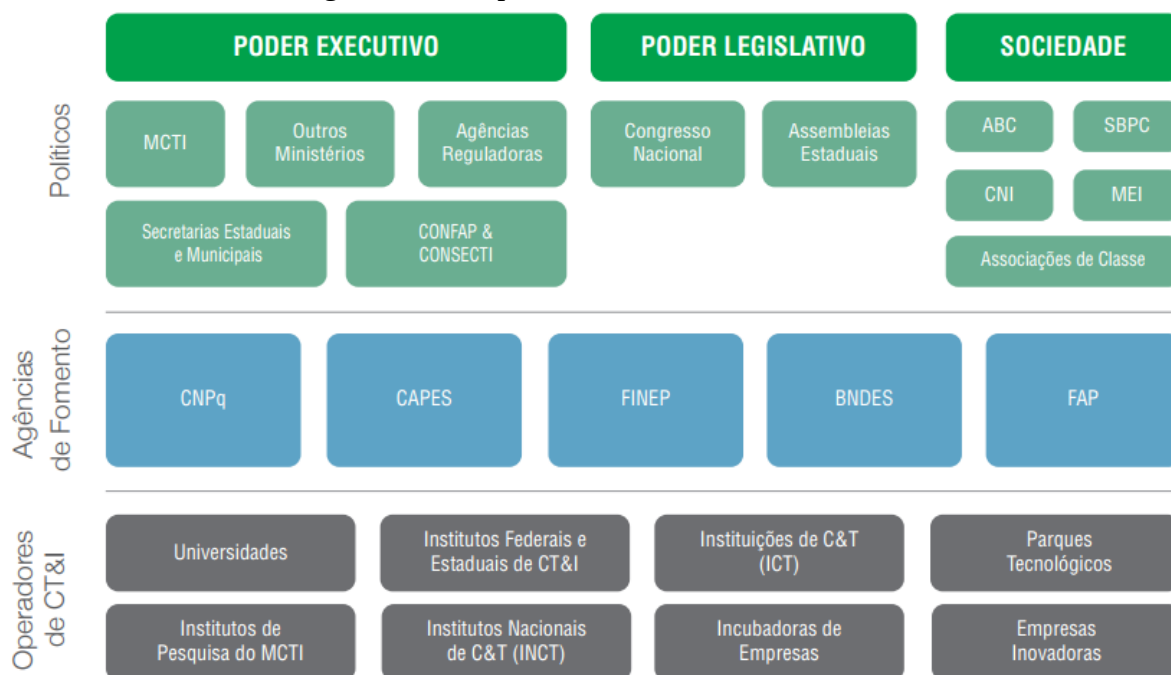
Desta forma, o SNI brasileiro, do ponto de vista histórico, pode ser considerado um sistema complexo e muito dependente dos recursos do setor público, além de ser pouco diversificado, tendo em vista que apenas poucas empresas tornam-se vitrines no mercado competitivo/inovativo global, com destaque para empresas como EMBRAER, Petrobrás e EMBRAPA (MAMEDE et al., 2016).

Ao longo dos anos, as políticas brasileiras de estímulo à competitividade industrial demoraram a inserir o capital intelectual e o desenvolvimento tecnológico como peça estratégica para a competitividade da indústria nacional - somente na década de 1990, com a abertura comercial, é que essa ênfase será observada -, razão pela qual muitas dessas políticas se tornaram inócuas ou pouco eficazes em promover a inovação tecnológica no país (RODRIGUEZ; DAHLMAN; SALMI, 2008).

Apesar de ainda possuir um SNI imaturo, Mendonça, Lima e Souza (2008) lembram que há bons exemplos no Brasil de interação entre universidades e empresas. Eles citam os seguintes casos de cooperação: a) Universidade Federal de Viçosa (UFV), que desenvolve pesquisas em parceria com grupos como a Nestlé e a Monsanto; b) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), que mantém cooperação com o setor privado nas áreas de celulose e papel; c) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que tem parceria com várias indústrias metalmeccânica e elétrica do próprio estado; d) Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o qual mantém estreita relação com a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer); e) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, que realiza estudos conjuntos com a siderúrgica COSIPA e a COPERSUCAR; f) Instituto do Coração (Incor), da Universidade de São Paulo (USP), que, na área médica, tem sido responsável pela criação de diversos produtos para uso clínico e cirúrgico, os quais são posteriormente repassados para a indústria. Segundo os autores, grande parte do reconhecimento dessas universidades e instituições de pesquisa se dá por conta da boa cooperação que elas possuem com as empresas, sobretudo na área de pesquisa científica.

Em termos institucionais, o SNI brasileiro é composto por diferentes atores, divididos em três grandes grupos: poder executivo, poder legislativo e sociedade. Há ainda a divisão em termos de funcionalidade: atores políticos, agências de fomento e operadores de CT&I, conforme está ilustrado na figura 8 a seguir.

Figura 8: Principais atores do SNCTI Brasileiro



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2016, p.18.

O MCTI, por força de suas competências legais e pelo seu papel histórico, exerce a função de Coordenador do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). A liderança e centralidade do MCTI também ocorre devido a sua atuação junto ao FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico²² e pela sua competência de formulador de políticas de CT&I para o Brasil, implementadas com o auxílio da FINEP e do CNPq, além de diversos institutos de pesquisa à disposição do ministério. Tal cenário faz do MCTI o verdadeiro protagonista das ações de expansão, consolidações e integração do SNCTI brasileiro (BRASIL, 2016).

Em se tratando do poder executivo nos estados, cabe destaque para as secretarias estaduais de CT&I, que atuam na coordenação dos sistemas regionais de inovação. Essas secretarias contam com a representação de dois conselhos importantes: o Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CONSECTI) e o Conselho Nacional de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP). Essas duas instâncias se apresentam como fóruns de discussão e de articulação com o intuito de formular as políticas dos governos estaduais voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico.

²² O “Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) foi criado em 31 de julho de 1969 através do Decreto Lei nº 719 com a finalidade de dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico, notadamente para a implantação do Plano Básico de Desenvolvimento Científico Tecnológico (PBDCT)”. Mais informações em <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fontes-de-recurso/fndct-fundo-nacional-de-desenvolvimento-cientifico-e-tecnologico>

Dessa interação, diversas iniciativas têm surgido envolvendo tanto os atores federais quanto os estaduais, todas elas em favor da melhoria e consolidação do SNCTI (BRASIL, 2016).

As melhorias recentes na estruturação do SNI brasileiro visam inserir o país no mundo das novas tecnologias e da exigente competitividade industrial e intelectual da era moderna. Apesar disso, há um consenso na literatura de que o SNI brasileiro ainda é classificado como imaturo e não consolidado (ALBUQUERQUE et al., 2005; ALBUQUERQUE; SICSÚ, 2000; SILVEIRA et al., 2016; FÁVERO, 2006; VECHIO, 2017); Albuquerque e Sicsú (2000) sugerem que várias causas podem ser apontadas para esse contexto brasileiro, dentre as quais destacam-se: industrialização tardia, demora na criação das universidades e instituições de pesquisa, pouco incentivo de políticas públicas voltadas para a inovação tecnológica, sistema financeiro distante das necessidades das empresas inovadoras, principalmente no quesito financiamento de longo prazo e baixa articulação na relação universidade-empresa-governo. Esse cenário exige do Brasil mudanças tanto estruturais como conjunturais, com o objetivo de proporcionar um ambiente propício para o desenvolvimento tecnológico e as infraestruturas de pesquisa ocupam lugar de destaque nesse quesito, assunto que será abordado na seção a seguir.

2.3 O PAPEL DA INFRAESTRUTURA DE PESQUISA NO PROCESSO INOVATIVO

Tanto no modelo linear, quanto no sistêmico de inovação, a infraestrutura de pesquisa ganha papel fundamental no desenvolvimento do processo inovativo. Isso fica ainda mais evidente nos tempos da chamada economia do conhecimento, onde o fortalecimento das instituições de ensino e pesquisa ganha especial destaque. Cassiolato e Lastres (2005) argumentam que as políticas de longo prazo que obtivem estruturar um determinado país, no sentido de torna-lo competitivo e tecnológico, precisa passar pela estruturação e fortalecimento das infraestruturas de pesquisa ligadas à CT&I, além de promover a cooperação e integração dos agentes que compõem o SNI, tendo em vista que o processo de inovação é dinâmico e exige a geração, aquisição e difusão de conhecimento em conjunto.

O termo infraestrutura de pesquisa pode ser compreendido como o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013; MAZZOLENI; NELSON, 2005). Nesse sentido, infraestrutura de pesquisa envolve os seguintes equipamentos e recursos: Instalações físicas (como imóveis, equipamentos e instrumentos usados nas atividades de PD&I); recursos baseados em conhecimento (como bibliotecas, coleções, arquivos e base de dados) utilizados em pesquisas científicas; recursos de

tecnologia da informação e comunicação (como softwares e bancos de dados) (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Estudos recentes indicam que para um país se desenvolver científica e tecnologicamente é preciso altos investimentos para ampliar e modernizar sua infraestrutura de pesquisa, proporcionando um ambiente propício para a produção de conhecimento, transferência de tecnologias e processo inovativo (MAZZOLENI; NELSON, 2005). É importante salientar, conforme observou De Negri e Ribeiro (2013), que boa parte dos investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) realizados pelos países é proveniente de universidades e instituições públicas de pesquisa.

Nesse sentido, é de vital importância para o desenvolvimento dos países, sobretudo nos emergentes, o investimento em pesquisa e a apropriação, pelo setor privado, do conhecimento gerado pelas universidades e instituições de pesquisa, uma vez que há relação direta entre PD&I e desenvolvimento econômico (ALBUQUERQUE, 2001; SHERWOOD; COVIN, 2008). Mazzoleni e Nelson (2005) salientam que os exemplos bem-sucedidos de *catching up*²³ deveriam passar pelos seguintes processos: i) mobilidade de mão de obra qualificada entre países; ii) proteção e subsídios à indústria nascente; e iii) um fraco regime de propriedade intelectual que permita às empresas domésticas apropriarem-se de tecnologias desenvolvidas externamente. De Negri e Ribeiro (2013) comentam que medidas de proteção e subsídios à indústria nascente e um fraco regime de propriedade intelectual não surtiriam efeitos no atual contexto, marcado pela globalização e regionalização das economias. Desta forma, as universidades e as demais instituições públicas de PD&I tem um papel cada vez mais importante no processo de *catching up* dos países mais atrasados.

Esse processo de *catching up* teria ainda a contribuição da possibilidade dos países obterem economias de escala (ganhos de produtividade) e economias de escopo (ganhos oriundos da diminuição dos custos médios por meio da produção conjunta de bens distintos) nas atividades de pesquisa, demonstrando mais uma vez a contribuição que a infraestrutura de um país tem no desempenho do sistema nacional de inovação. Com efeito, argumenta-se que estas economias podem ampliar a eficiência da pesquisa científica e, portanto, dos recursos públicos alocados em seu financiamento (MAZZOLENI; NELSON, 2005).

Albuquerque et al. (2005) chama atenção para o fato de que a ciência possui um grande diferencial para os países que estão buscando recuperação econômica (notadamente os países

²³ Processo de recuperação econômica no qual os países mais atrasados poderiam alcançar os mais avançados)

emergentes, como o Brasil). Segundo eles, a ciência gerada nas infraestruturas de pesquisa atuaria como uma espécie de instrumento de focalização e como uma antena para identificar oportunidades tecnológicas e para garantir a capacidade de absorção de novas tecnologias no país. Desta forma, a infraestrutura de pesquisa em países em desenvolvimento serviria como meio de situar o país no contexto científico e tecnológico internacional.

Nesse quesito, Mazzoleni e Nelson (2007) reforçam o entendimento de que as infraestruturas de pesquisa das universidades, e demais instituições públicas similares, se constituem como elementos indispensáveis no processo de *catching up* dos países em desenvolvimento. Eles ainda insinuam que as crescentes mudanças no ambiente econômico e tecnológico internacional farão com que essas instituições fiquem ainda mais importantes e estratégicas num futuro recente, principalmente se forem focadas em áreas como engenharia e ciências tecnológicas, cujo foco está orientado para resolução de problemas e novas soluções para as demandas modernas.

Mazzoleni e Nelson (2007) são enfáticos em afirmar que são as instituições públicas de ensino e pesquisa que têm desempenhado papel estratégico nas economias em desenvolvimento, ainda que instituições privadas também tenham seu valor nesses países. A tese dos autores é de que as infraestruturas públicas de pesquisa (vinculadas a universidades públicas) tem possibilitado os países em processo de *catching up* se aproximarem dos países desenvolvidos no quesito inovação e tecnologia. Segundo os autores, esse feito não seria alcançado sem o investimento adequado para o fortalecimento dessas instituições, que além de desenvolverem a pesquisa tecnológica, formam profissionais de nível superior capazes de atuar em diferentes modelos de negócios.

Rapini (2000), em estudo sobre o papel da ciência e da tecnologia em países em processo de *catching up*, fez uma análise comparativa entre os países Coreia do Sul/Taiwan e o Brasil. Nesse trabalho, a autora constatou que na Coreia do Sul e Taiwan (países em processo de recuperação econômica) há uma forte causalidade tanto entre a produção científica (artigos científicos indexados pelo *International Scientific Indexing* – ISI) e a produção tecnológica (patentes depositadas no escritório de patentes americano *United States Patent and Trademark Office* - USPTO), quanto entre a produção tecnológica e a científica. Nesse caso, o fluxo de causalidade nesses dois países ocorre nos dois sentidos, formando uma causalidade recíproca entre as dimensões científica e tecnológica. No caso do Brasil, constata a autora, a causalidade ocorre apenas em um sentido, isto é, da produção científica para a produção tecnológica. Esse fato aponta para a ainda incipiente integração entre o setor produtivo e a infraestrutura de pesquisa no Brasil, dificultando o desenvolvimento tecnológico do país.

Outro fator importante é o da concentração da infraestrutura de pesquisa. É notório na literatura que a pesquisa contribui tanto para o sistema nacional de inovação quanto para o desenvolvimento econômico. Contudo, se houver concentração da infraestrutura de pesquisa, o resultado não será homogêneo em termos de desenvolvimento regional (MOWERY; SAMPAT, 2005). Uma infraestrutura de pesquisa mais concentrada em um número menor de universidades e grandes centros de pesquisa terá resultados distintos de uma infraestrutura mais distribuída espacialmente. No primeiro caso, pode-se supor que haveria um maior relacionamento com empresas de maior porte, o que facilitaria os ganhos de escala advindos desta cooperação. Já no segundo caso, espera-se que as ações de difusão tecnológica seriam mais rápidas, favorecendo a transferência de tecnologia para o mercado. (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013)

Uma fraca infraestrutura científica e tecnológica, bem como seu distanciamento com o setor produtivo, tem sido apontada como um dos fatores decisivos no atraso de alguns países em termos de desenvolvimento científico e tecnológico (COHEN, et al., 2002). Esse cenário tem sido, historicamente, a realidade dos países latino-americanos, em que o Brasil se enquadra, ao contrário, por exemplo, dos países asiáticos, que mesmo a despeito de suas economias em desenvolvimento, conseguem manter um alto crescimento no quesito PD&I, devido, entre outros fatores, ao alto grau de investimentos em suas infraestruturas de pesquisa (MAZZOLENI; NELSON, 2005).

Mazzoleni e Nelson (2007) argumentam que somente com uma boa infraestrutura de pesquisa, os países serão capazes de assimilar e produzir novas tecnologias. A capacidade tecnológica das nações está fortemente associada com a capacidade de suas infraestruturas científico-tecnológicas. Portanto, continuam os autores, as políticas de desenvolvimento dos países deveriam priorizar o fortalecimento das infraestruturas públicas de pesquisa, tendo em vista a recente competitividade internacional e a velocidade com que as inovações tecnológicas surgem e modificam os mercados.

Nesse sentido, a pesquisa científico-tecnológica para tornar-se de excelência precisa de uma ótima infraestrutura que forneça aos pesquisadores os meios necessários para a realização de investigações de alto nível em seus respectivos campos de atuação. Uma infraestrutura de pesquisa moderna e atualizada é fundamental tanto para a formação de recursos humanos como para a produção de conhecimento e desenvolvimento de inovações tecnológicas. No caso do Brasil, as instituições de ciência e tecnologia e as demais instituições públicas de pesquisa são responsáveis por boa parte dos investimentos em PD&I realizados no país, o que faz dessa infraestrutura uma peça fundamental no sistema de inovação. Os investimentos públicos

realizados no Brasil nos últimos anos comprovam essa relevância, pois somente por meio do CT-infra, os investimentos foram de R\$ 2,4 bi entre 2001 e 2011. Ainda tomando como referência a década 2000 no Brasil, percebe-se que o volume de investimentos realizados na infraestrutura de pesquisa cresceu exponencialmente. Esses investimentos vieram principalmente do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio dos fundos setoriais, mas também com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) do Ministério da Educação (MEC), das fundações estaduais de amparo à pesquisa (FAPs) e também de empresas de estatais, a exemplo da Petrobras. (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Contudo, o Brasil ainda carece de estudos e diagnósticos no intuito de identificar o quanto a sua infraestrutura bem como os investimentos públicos nessa área estão surtindo o efeito desejável, que é gerar ciência, tecnologia e inovação. Isso acontece porque o Brasil, juntamente com os seus entes federados, não conhece de maneira suficiente as infraestruturas de pesquisa disponível no país, como ela está organizada e como é utilizada pelos pesquisadores e pelas empresas e quais as áreas onde existem maiores dificuldade e demandas de investimento, ou mesmo onde há duplicidade de esforços (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

3. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE INTER-REGIONAL POR MEIO DE INDICADORES²⁴

Resumo: Na atualidade, a inovação e o conhecimento passaram a ser considerados como uma das principais fontes do crescimento e desenvolvimento econômico, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, como o é caso do Brasil. Políticas de apoio à CT&I passaram a representar um importante fator para o desenvolvimento das economias dos países por promoverem um processo de desenvolvimento associado às capacitações tecnológicas, ganhos com inovações, aumento da participação no mercado internacional, ampliação e fortalecimento do mercado interno. Desta forma, ampliar e modernizar a infraestrutura de pesquisa é condição fundamental para criar um ambiente propício para a produção de conhecimento, transferência de tecnologias e processo inovativo no país. Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos, utilizando-se como método de pesquisa os indicadores de ciência, tecnologia e inovação, nos segmentos insumo (*input*) e resultado (*output*). Os dados mostram que as regiões nordeste, norte e centro-oeste, em comparação com as regiões sul e sudeste, possuem uma capacidade inferior de transformar recursos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em resultados científicos e tecnológicos, principalmente no quesito inovação.

Palavras-chave: Infraestrutura de pesquisa; Indicadores de ciência, tecnologia e inovação; indicadores de *input* e *output*.

Abstract: Recently, innovation and knowledge have come to be considered some of the main sources of economic development and growth, in both developed and developing countries, such as in the case of Brazil. Policies which support STI came to represent an important factor for the development of countries by promoting a development process associated to technological capacities, gains from innovation, increases on participation in the international market, expansion and strengthening of the internal market. This way, expanding and modernizing the research infrastructure is a fundamental condition for creating a propitious environment for the production of knowledge, the transfer of technologies and the innovative process in the country. Given this context, this work has the objective of analyzing the efficiency of the research infrastructure in Brazilian regions when it comes to transforming public resources in technological and scientific results, using as research method the indicators for science, technology and innovation, in the segments input and output. The data shows that the Northeast, North and Midwest regions, when compared to the Southeast and South regions, have a lower capacity to transform research and development (R&D) resources into scientific and technological results, especially in relation to innovation.

Keywords: Research infrastructure; Science, Technology and Innovation indicators; Input and output indicators.

²⁴ Artigo publicado na Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, ISSN 1809-239X (Qualis A2).

1. INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX, a inovação começa a ganhar espaço nas agendas políticas dos países, pois passa a ser vista como um fator endógeno ao desenvolvimento capitalista (MOWERY; SAMPAT, 2005). A globalização econômica e financeira deu um novo tom nas estratégias empresariais, fazendo com que as empresas não focassem tão somente na competição via preços, mas buscassem inovações capazes de lhes proporcionar poder de monopólio e lucros extraordinários no médio e longo prazos. Informações assimétricas no mercado exigiam investimentos cada vez maiores em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, fazendo com que as empresas não apenas criassem seus próprios laboratórios, mas exigindo uma maior aproximação delas com as instituições públicas de ciência e tecnologia.

Contudo, a inovação, enquanto teoria, também tem passado por mudanças conceituais, o que afeta tanto a forma como a maneira de fazer e planejar inovação no meio empresarial (ALBUQUERQUE, 1999). Em geral, atribui-se dois modelos de inovação ao longo das últimas décadas: o modelo linear e o modelo sistêmico, ainda que alguns, como Viotti (2003), mencione outros modelos, como o de elo de cadeia. Para a teoria clássica da inovação, chamada de modelo linear, o processo de inovação ocorre por meio de um método similar ao de uma linha de produção, tendo como início a pesquisa básica, passando para a pesquisa aplicada e culminando no desenvolvimento experimental e, em seguida, para a produção e comercialização do produto ou tecnologia inventando. Neste modelo, a manutenção da infraestrutura de pesquisa, que servirá de base para o processo inovativo, é destinada às atividades de pesquisa básica, tendo o setor público como responsável por manter e incentivar essa infraestrutura, além apoiar fortemente a pesquisa aplicada, realizada em instituições estatais de ciência e tecnologia.

Desta forma, o modelo linear cria uma clara divisão entre os executores da pesquisa básica, o que inclui as universidades, institutos de pesquisa e demais instituições que promovem P & D, e pesquisa aplicada, que teria como protagonistas as empresas. O entendimento desse modelo é simples e simplista, ou seja, é a partir da pesquisa básica que se obtém as inovações e a sua transferência para o mercado ocorre automaticamente. Assim, tudo começa pela pesquisa básica, seguido pela pesquisa aplicada, culminando no desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013; MORAIS, 2008).

O modelo sistêmico, por sua vez, tem como base uma concepção mais ampla e complexa do processo inovativo, salientado que diversas forças são necessárias para que a inovação aconteça de forma constante e crescente, e enfatiza a influência simultânea de fatores organizacionais, institucionais e econômicos nos processos de geração, difusão e uso de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) (TURCHI, 2013; VIOTTI, 2003). Cada modelo irá propor

diferentes proposições de políticas de incentivo à ciência, tecnologia e inovação (CT&I). DE NEGRI et al. (2013) sugere que o linear dá ênfase na oferta, ou seja, nas atividades de pesquisa (especialmente a básica) que teriam como destino o setor produtivo, enquanto que o modelo sistêmico privilegia a entre os diversos agentes envolvidos em todo o processo, ou seja, tanto a oferta quanto a demanda.

Tanto no modelo linear, quanto no sistêmico, a infraestrutura de pesquisa ganha papel fundamental no desenvolvimento do processo inovativo. Para este trabalho, entende-se por infraestrutura de pesquisa, o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, PD&I (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013; MAZZOLENI, 2005). Nesse sentido, infraestrutura de pesquisa envolve os seguintes equipamentos e recursos: Instalações físicas (como imóveis, equipamentos e instrumentos usados nas atividades de PD&I); recursos baseados em conhecimento (como bibliotecas, coleções, arquivos e base de dados) utilizados em pesquisas científicas; recursos de tecnologia da informação e comunicação (como softwares e bancos de dados) (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Estudos recentes indicam que para um país se desenvolver científica e tecnologicamente é preciso altos investimentos para ampliar e modernizar sua infraestrutura de pesquisa, proporcionando um ambiente propício para a produção de conhecimento, transferência de tecnologias e processo inovativo (MAZZOLENI, 2005). É importante salientar, conforme observou De Negri e Ribeiro (2013), que boa parte dos investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) realizados pelos países é proveniente de universidades e instituições públicas de pesquisa.

Nesse sentido, é de vital importância para o desenvolvimento dos países, sobretudo nos emergentes, o investimento em pesquisa e a apropriação, pelo setor privado, do conhecimento gerado pelas universidades e instituições de pesquisa, uma vez que há relação direta entre PD&I e desenvolvimento econômico (ALBUQUERQUE, 2001; SHERWOOD; COVIN, 2008). Mazzoleni (2005) salienta que os exemplos bem-sucedidos de *catching up* (processo no qual os países mais atrasados poderiam alcançar os mais avançados) deveriam passar pelas seguintes etapas: a) mobilidade de mão de obra qualificada entre países; b) proteção e subsídios à indústria nascente; e c) um fraco regime de propriedade intelectual que permita às empresas domésticas apropriarem-se de tecnologias desenvolvidas externamente. De Negri e Ribeiro (2013) comentam que medidas de proteção e subsídios à indústria nascente e um fraco regime de propriedade intelectual não surtiriam efeitos no atual contexto, marcado pela globalização e regionalização das economias. Desta forma, as universidades e as demais instituições públicas

de PD&I tem um papel cada vez mais importante no processo de *catching up* dos países mais atrasados.

Esse processo de *catching up* teria ainda a contribuição da possibilidade dos países obterem economias de escala (ganhos de produtividade) e economias de escopo (ganhos oriundos da diminuição dos custos médios por meio da produção conjunta de bens distintos) nas atividades de pesquisa, demonstrando mais uma vez a contribuição que a infraestrutura de um país tem no desempenho do sistema nacional de inovação. Com efeito, argumenta-se que estas economias podem ampliar a eficiência da pesquisa científica e, portanto, dos recursos públicos alocados em seu financiamento (MAZZOLENI, 2005).

Outro fator importante é o da concentração da infraestrutura de pesquisa. É notório na literatura que a pesquisa contribui tanto para o Sistema Nacional de Inovação quanto para o desenvolvimento econômico. Contudo, se houver concentração da infraestrutura de pesquisa, o resultado não será homogêneo em termos de desenvolvimento regional (MOWERY; SAMPAT, 2005). Uma infraestrutura de pesquisa mais concentrada em um número menor de universidades e grandes centros de pesquisa terá resultados distintos de uma infraestrutura mais distribuída espacialmente. No primeiro caso, pode-se supor que haveria um maior relacionamento com empresas de maior porte, o que facilitaria os ganhos de escala advindos desta cooperação. Já no segundo caso, espera-se que as ações de difusão tecnológica seriam mais rápidas, favorecendo a transferência de tecnologia para o mercado. (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013)

Uma fraca infraestrutura científica e tecnológica, bem como seu distanciamento com o setor produtivo, tem sido apontada como um dos fatores decisivos no atraso de alguns países em termos de desenvolvimento científico e tecnológico (COHEN et al., 2002). Esse cenário tem sido, historicamente, a realidade dos países latino-americanos, em que o Brasil se enquadra, ao contrário, por exemplo, dos países asiáticos, que mesmo a despeito de suas economias em desenvolvimento, conseguem manter um alto crescimento no quesito PD&I, devido, entre outros fatores, ao alto grau de investimentos em suas infraestruturas de pesquisa (MAZZOLENI, 2005).

Nesse sentido, a pesquisa científico-tecnológica para tornar-se de excelência precisa de uma infraestrutura que forneça aos pesquisadores os meios necessários para a realização de investigações de alto nível em seus respectivos campos de atuação. Uma infraestrutura de pesquisa moderna e atualizada é fundamental tanto para a formação de recursos humanos como para a produção de conhecimento e desenvolvimento de inovações tecnológicas. No caso do Brasil, cuja infraestrutura é objeto do presente trabalho, as instituições de ciência e tecnologia

e as demais instituições públicas de pesquisa são responsáveis por boa parte dos investimentos em PD&I realizados no país, o que faz dessa infraestrutura uma peça fundamental no sistema de inovação. Os investimentos públicos realizados no Brasil nos últimos anos comprovam essa relevância, pois somente por meio do CT-infra, os investimentos foram de R\$ 2,4 bi entre 2001 e 2011. Ainda tomando como referência a década 2000 no Brasil, percebe-se que o volume de investimentos realizados na infraestrutura de pesquisa cresceu exponencialmente. Esses investimentos vieram principalmente do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio dos fundos setoriais, mas também com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC), das fundações estaduais de amparo à pesquisa (FAPs) e também de empresas de estatais, a exemplo da Petrobras. (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Contudo, o Brasil ainda carece de estudos e diagnósticos no intuito de identificar o quanto a sua infraestrutura bem como os investimentos públicos nessa área estão surtindo o efeito desejável, que é gerar ciência, tecnologia e inovação. Isso acontece porque o Brasil, juntamente com os seus entes federados, não conhece o suficiente suas infraestruturas de pesquisa disponível no país, como ela está organizada e como é utilizada pelos pesquisadores e pelas empresas e quais as áreas onde existem maiores dificuldade e demandas de investimento, ou mesmo onde há duplicidade de esforços (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo verificar a contribuição da infraestrutura de pesquisa para a produção científica e na obtenção de patentes nas regiões brasileiras. No intuito de alcançar o objetivo supracitado, o estudo objetivará especificamente: (i) analisar a evolução dos indicadores de insumo e resultado nas regiões brasileiras e (ii) verificar se a distribuição de recursos de estímulo a PD&I está diretamente relacionada com os indicadores de resultado nas regiões do Brasil. O trabalho buscará responder ao seguinte problema de pesquisa: O Brasil, juntamente com suas regiões, tem conseguido transformar os recursos destinados à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em resultados científicos e tecnológicos?

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho consiste em uma pesquisa do tipo descritiva, cujo objetivo é analisar a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos. Tendo em vista que estudos recentes, como os realizados por Governo de São Paulo (2010) e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2005), demonstram que o uso de indicadores tem se mostrado muito eficiente no intuito de mensurar a geração de ciência, tecnologia e inovação,

buscou-se a utilização de indicadores de ciência, tecnologia e inovação nos segmentos de insumo e resultado.

O trabalho utilizou dados secundários, que foram obtidos a partir dos seguintes órgãos estatais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O trabalho buscou analisar o quanto a infraestrutura de pesquisa no Brasil, identificada por meio dos indicadores de insumo, tem gerado indicadores de resultado nas áreas de ciência (artigos científicos e nº de doutores) e tecnologia (patentes). Desta forma, foi utilizada como ferramenta de análise os indicadores de input/output, proposto por Sink e Tuttle (1989), uma vez que o mesmo permite uma rápida e ampla visão do sistema em que se está analisando, seja uma organização ou mesmo uma região ou país.

Segundo Ohayon (2007), os indicadores de *input* consistem basicamente na utilização de recursos financeiros, materiais, recursos humanos e organizacionais que serão utilizados no desenvolvimento de CT&I. Os indicadores de output, por sua vez, versam sobre a atividade fim da instituição de pesquisa, ou seja, seu foco são os resultados produzidos a partir dos insumos (*input*) utilizados. Nesse caso, os principais resultados (*output*) obtidos serão produção científica, patentes e inovações.

Os indicadores de insumo estão mais relacionados à infraestrutura científica e envolvem recursos humanos, físicos e financeiros alocados nas atividades científica e tecnológica (CAVALCANTE; AQUINO, 2008). Os gastos em CT&I e em PD&I são os mais frequentemente citados como indicadores de insumos. Os investimentos em PD&I são muito utilizados para fins de comparações internacionais, uma vez que sua aferição obedece a padrões definidos no chamado Manual Frascati, da OCDE (CAVALCANTE, 2009; ROCHA; FERREIRA, 2004). Os indicadores de resultado, por sua vez, objetivam medir o impacto dos insumos sobre os indicadores econômicos e sociais de um país ou uma região. Cavalcante e Aquino (2008) comentam que os indicadores de insumos são obtidos de acordo com procedimentos de medição mais convencionais e que por conta disso são mais frequentes e disponíveis em grandes séries históricas. Já os indicadores de resultado, no entanto, são mais difíceis de aferição, o que explica o porquê desses indicadores serem mais escassos. Para eles, medidas chamadas de indiretas de resultado, tais como publicações científicas e registros de patentes, por exemplo, são soluções para resolver este problema.

Os indicadores de *input* e *output* selecionados para este trabalho foram os descritos no quadro 1, onde consta também a descrição e a fonte das informações coletadas. Para fins de análises, foram propostos indicadores (quadro 2) a partir dos dados secundários coletados visando obter a eficiência científica e tecnológica das regiões brasileiras em termos de alguns indicadores selecionados, os quais chamamos neste trabalho de produtividade científica e tecnológica. A construção desses indicadores se deu por meio da razão entre alguns indicadores de insumo com os de resultado.

Quadro 1: Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação

Tipo de indicador	Indicador	Fonte
Indicadores de Insumo (<i>input</i>)	Investimentos em bolsas de estímulo à PD&I	CNPq
	Nº de Bolsas de estímulo à PD&I	CNPq
	Cursos de pós-graduação <i>stricto sensu</i>	CAPES/MEC
	Nº de pesquisadores e estudantes	CNPq
	Nº de Instituições e Grupos de Pesquisa	CNPq
Indicadores de Resultado (<i>output</i>)	Artigos científicos	Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq
	Patentes	INPI
	Nº de Doutores	CAPES/MEC

Fonte: Elaboração Própria, adaptado da OCDE.

Quadro 2: Indicadores Propostos

Indicador	Descrição
Produtividade científica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa	(Artigos científicos de circulação internacional / Total dos investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa pelo CNPq) *1.000.000,00.
Produtividade tecnológica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa	(Patentes / Recursos aplicados pelo MCTI)*1.000.000,00
Produtividade científica dos doutores	Artigos Científicos de circulação internacional / Nº de doutores
Produtividade tecnológica dos doutores	(Pedidos de Patentes / nº de doutores) *100

Fonte: Elaboração Própria, adaptado da OCDE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão analisados os indicadores de insumo, processo e resultado coletados nesta pesquisa, como foco na análise da eficiência das infraestruturas de pesquisa em transformar os recursos de PD&I (indicadores de insumo) em resultados científicos e tecnológicos (indicadores de resultado).

3.1 Indicadores de Insumo

Neste subitem serão discutidos os principais indicadores de insumo, que tratam dos recursos destinados à infraestrutura de pesquisa. Inicialmente, no quesito quantidade de bolsas de estímulo à PD&I, as disparidades regionais começam a aparecer. Em 2014, pode-se observar (tabela 1) que as participações das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul somadas chegam a 48,79%, não alcançando a participação do Sudeste, que ficou em 51,21%. Contudo, pode-se perceber que a participação do Sudeste vem diminuindo ao longo do tempo, perdendo cerca de 5,21 pontos percentuais entre 2001 a 2014, o que também se verifica na região sul, sendo este de maneira menos acentuada, pois recuou apenas 0,69 pontos percentuais nesse mesmo período. As demais regiões apresentaram crescimento. O Centro-Oeste, por sua vez, apresentou o maior crescimento no quesito participação nacional em número de bolsas, saltando de 6,36% em 2001 para 9,05%, um aumento de 2,69 pontos percentuais, seguido pela região Nordeste (aumento de 1,81 pontos percentuais) e pelo Norte (aumento de 1,4 pontos percentuais).

Tabela 1 - CNPq - Bolsas totais no país: número de bolsas-ano segundo região (2001-2014)

Região	Número de bolsas-ano				Participação %			
	2001	2005	2010	2014	2001	2005	2010	2014
Norte	1.363	1.658	3.480	4.090	3,11	3,28	4,52	4,51
Nordeste	6.991	8.080	13.742	16.106	15,93	15,99	17,86	17,74
Sudeste	24.758	28.072	40.349	46.484	56,42	55,54	52,43	51,21
Sul	7.978	9.082	13.590	15.874	18,18	17,97	17,66	17,49
Centro-Oeste	2.789	3.647	5.795	8.215	6,36	7,22	7,53	9,05
Total	43.880	50.540	76.957	90.769	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Nota: Inclui as bolsas custeadas com recursos dos fundos setoriais; não inclui bolsas de curta duração (fluxo contínuo).

Em termos de valores, ou seja, de investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa, os dados da tabela 2 corroboram com as informações da tabela anterior, demonstrando uma tendência de queda na participação da região Sudeste e crescimento das regiões Nordeste e Centro-Oeste. A surpresa fica por conta da redução da participação da região Norte entre os anos de 2005 a 2014, depois de ter apresentado um crescimento entre os anos 2000 a 2005. Como na tabela anterior, a região Sul ficou praticamente estável no quesito participação, os dados em valores mostraram uma evolução nesse indicador em torno de 1,7 pontos percentuais entre os anos de 2000 a 2014.

Tabela 2 - Total dos investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa por região (2000-2014)

Região / UF	Investimentos ⁽¹⁾ (R\$ mil correntes)				Participação %			
	2000	2005	2010	2014	2000	2005	2010	2014
Norte	9.670	27.456	72.655	83.841	2,3	3,4	4,7	3,2
Nordeste	60.305	120.514	255.792	449.743	14,1	14,8	16,6	17,1
Sudeste	256.480	473.967	821.223	1.366.321	60,1	58,3	53,1	51,9
Sul	72.037	133.182	267.407	490.124	16,9	16,4	17,3	18,6
C. Oeste	28.121	57.607	128.281	242.765	6,6	7,1	8,3	9,2
Total	426.613	812.725	1.545.359	2.632.794	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

(1) Recursos oriundos do Tesouro Nacional e, a partir de 2000, inclui também recursos dos fundos setoriais.

Os indicadores de insumo demonstraram que a distribuição dos recursos voltados para a pesquisa no Brasil está relacionada com a capacidade econômica dessas regiões. Contudo, convém lembrar que as políticas públicas de incentivo à ciência e a inovação têm como um dos objetivos proporcionar o desenvolvimento econômico de forma equitativa em um país, não podendo as regiões ficar reféns de sua história econômica para receber recursos de estímulo à PD&I (COHEN et al., 2002). Por outro lado, esses recursos precisam encontrar uma infraestrutura de pesquisa capaz de transformar os recursos em resultados, não apenas científicos, mas também tecnológicos, no intuito de gerar inovação e crescimento econômico.

A seguir, busca-se analisar como o tamanho da infraestrutura impacta nos resultados gerados por elas. Isso nos leva às seguintes perguntas: qual o tamanho da infraestrutura de pesquisa no Brasil? Como está a distribuição dessa infraestrutura em termos regionais? Para responder de maneira introdutória a essas perguntas selecionamos alguns indicadores, quais sejam: número de instituições e de grupos de pesquisa, participação percentual das instituições e de grupos de pesquisa, total de pesquisadores, doutores e estudantes e cursos de pós-graduação *stricto sensu* registrados pela CAPES.

Inicialmente, no quesito número de instituições e de grupos de pesquisa, verifica-se (tabela 3) que a maior infraestrutura de pesquisa está lotada nas regiões Sul e Sudeste, o que já era previsto, tendo em vista serem essas as regiões mais desenvolvidas do país. O Sudeste, por exemplo, em 2010, teve mais que o dobro de instituições do que o Nordeste e o Norte juntos. Em termos de crescimento no número de instituições, as regiões que mais cresceram entre 2000 a 2010 foram a Centro-Oeste e a Norte, ficando praticamente empatadas, tendo 216,7% e 215,4%, respectivamente. As regiões Sul, Sudeste e Nordeste apresentaram crescimento moderado e similar, apresentando taxas de 87,8%, 88,8% e 87,2% respectivamente.

Tabela 3 - Número de instituições e de grupos de pesquisa segundo regiões (2000 – 2010)

Região	Instituições				Grupos			
	2000		2010		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Centro-Oeste	12	5	38	8	636	5	1.965	7
Nordeste	39	17	73	16	1.720	15	5.044	18
Norte	13	6	41	9	354	3	1.433	5
Sudeste	125	56	236	52	6.733	57	12.877	47
Sul	49	22	92	20	2.317	20	6.204	23
Brasil	224	100	452	100	11.760	100	27.523	100

Fonte: CNPq. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Nota: % refere-se à participação percentual das instituições e grupos de pesquisa.

Contudo, a mesma tendência de diminuição da participação do Sul e do Sudeste na participação nacional também é verificada no quesito número de instituições, conforme mostra a tabela 4. O Sudeste e o Sul perderam 4 e 2 pontos, respectivamente, enquanto que o Norte e o Centro-Oeste ganharam ambos 3 pontos percentuais de participação. O Nordeste entrou na contramão dessa tendência, perdendo 1 ponto percentual de participação nacional. Em termos de participação dos grupos de pesquisa, observasse também uma tendência de diminuição do eixo Sul/Sudeste e um crescimento das demais regiões.

Tabela 4 - Participação das instituições e de grupos de pesquisa segundo regiões (2000 – 2010).

Região	Part. % Instituições						Part. % Grupos					
	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Centro-Oeste	5	7	7	8	8	8	5	5	6	6	6	7
Nordeste	17	18	17	16	16	16	15	15	14	16	17	18
Norte	6	7	9	9	10	9	3	4	4	4	5	5
Sudeste	56	52	52	52	51	52	57	52	52	50	49	47
Sul	22	22	21	21	20	20	20	24	24	24	23	23
Brasil	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: CNPq. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Notas: as instituições multiregionais foram contadas uma vez em cada região em que aparece; Não existe dupla contagem no número de pesquisadores, doutores e estudantes tanto em cada região como em seus totais, que não foram obtidos por soma.

No quesito número absoluto de recursos humanos (pesquisadores, doutores e estudantes), a região Sudeste possui o maior efetivo de pesquisadores, doutores e estudantes. Contudo, tomando como base o número de doutores, a região que mais apresentou crescimento entre os anos de 2000 a 2010 foi a região Norte, obtendo uma taxa de crescimento de 449,5%, ou seja, a região quase que quintuplicou seu número de doutores nesse período. O Nordeste aparece como o segundo em termos de crescimento, passando de 3705 para 15446 doutores entre 2000 a 2010, o que dá um crescimento de 316%. A região Centro-Oeste ficou em terceira posição e também apresentou um crescimento considerável nesse período, aumentando em quase 300% (295,1%) o número de seus doutores.

Tabela 5 - Recursos humanos, segundo região (2000 - 2010)

Região	Pesquisadores		Doutores		Estudantes	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Centro-Oeste	3.187	11.656	1.873	7.400	3.676	14.687
Nordeste	7.760	26.716	3.705	15.446	8.602	45.205
Norte	1.756	8.304	705	3.877	1.286	10.245
Sudeste	26.875	62.631	17.354	45.992	34.218	96.128
Sul	10.378	29.894	5.034	18.516	11.742	49.721
Brasil	48.781	128.892	27.662	81.726	59.357	213.433

Fonte: CNPq. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Em termos de participação do número de pesquisadores, doutores e estudantes, mais uma vez a discrepância do eixo Sul/Sudeste fica em evidência. Tomando como exemplo o ano de 2010, o número de pesquisadores, doutores e estudantes do Sudeste equivalem a, respectivamente, 49%, 56% e 45%, sempre ficando na marca próxima aos 50% do total nacional, ao passo que a região Norte não quebra a barreira de 6% em todos os recursos humanos elencados na tabela 6. A região Nordeste permaneceu na média de 20% de participação dos seus recursos humanos.

Apesar do peso da região Sudeste no total de recursos humanos, percebe-se que há também uma tendência de diminuição dessa região em termos nacionais. Entre os anos de 2000 a 2010, o Sudeste caiu, respectivamente, 6, 7 e 13 pontos percentuais no número de pesquisadores, doutores e estudantes. Já a região Sul manteve leve alta de 2, 5 e 3 pontos percentuais nos mesmos recursos humanos.

Tabela 6 - Participação % dos recursos humanos, segundo região (2000 - 2010)

Região	Pesquisadores		Doutores		Estudantes	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Centro-Oeste	7	9	7	9	6	7
Nordeste	16	21	13	19	14	21
Norte	4	6	3	5	2	5
Sudeste	55	49	63	56	58	45
Sul	21	23	18	23	20	23
Brasil	100	100	100	100	100	100

Fonte: CNPq. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Nota: Em virtude dos valores serem aproximados, a soma, equivalente aos valores do Brasil, ficarão em torno de 100.

Em termos da relação entre os recursos humanos, chama atenção o fato de as regiões mudanças estáveis entre os anos de 2000 a 2010. Tomando como exemplo a relação doutores/pesquisadores, na região Norte 47% dos pesquisadores possuem o título de doutor, ao passo que no Sudeste e no Sul possuem, respectivamente, 73% e 62% de doutores atuando como pesquisadores. Tal fato vai repercutir diretamente nos indicadores de resultado, uma vez

que profissionais com maior titulação tendem a ser mais produtivos na geração de ciência e tecnologia.

Tabela 7 - Relação entre as principais dimensões segundo região (2000 – 2010)

Região	Pesquisadores/Grupos		Estudantes/Grupos		Doutores/Pesqs. (em %)	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Centro-Oeste	7,0	8,2	6,2	8,1	59	63
Nordeste	6,0	7,7	5,3	9,9	48	58
Norte	6,6	8,0	3,9	7,8	40	47
Sudeste	5,4	7,3	5,4	8,3	65	73
Sul	5,8	7,1	5,4	8,9	49	62
Brasil	5,7	7,5	5,4	8,7	57	63

Fonte: CNPq. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

O último indicador de infraestrutura (processo) revela mais uma vez que o Sudeste fica sempre com a metade dos recursos, como foi possível ver nos demais indicadores. Conforme nos mostra a tabela 8, em 2014, 48,5% dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* estão no Sudeste do Brasil. Esse número fica ainda maior se pegarmos apenas os cursos de doutorado, ficando o Sudeste com a fatia de 53,7%. O Sul vem em segundo lugar, apesar de possuir apenas 3 Estados da federação, equivalente a 1/3 do número de Estados do Nordeste, por exemplo.

Tabela 8- Cursos de Pós-graduação *stricto Sensu* Reconhecidos pela CAPES por região, 2014.

REGIÃO	Totais de Cursos de pós-graduação				Participação %			
	Total	M	D	F	M	D	F	Total
Centro-Oeste	446	268	138	40	8,3	6,9	6,8	7,7
Nordeste	1.057	648	307	102	20,1	15,4	17,3	18,2
Norte	267	165	69	33	5,1	3,5	5,6	4,6
Sudeste	2.819	1.453	1.072	294	45,0	53,7	49,9	48,5
Sul	1.223	692	411	120	21,5	20,6	20,4	21,0
Brasil:	5.812	3.226	1.997	589	100,0	100,0	100,0	100,0

Legenda: M - Mestrado Acadêmico, D – Doutorado, F - Mestrado Profissional.

Fonte: SNPG, apud CAPES. Elaboração Própria.

Disponível em

<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarRegiao#>

Os indicadores de processo demonstraram que a infraestrutura de pesquisa no Brasil está concentrada no eixo Sul/Sudeste, ficando o Sudeste com uma média de 50% de todos os indicadores analisados. Apesar disso, os indicadores mostraram uma tendência de diminuição da participação da infraestrutura do Sudeste em termos nacionais em razão do aumento, ainda que lento, da participação de outras regiões, com destaque para o Nordeste e Centro-Oeste.

3.2 Indicadores de Resultado

Foi visto nos indicadores anteriores que há uma concentração em termos de recursos e infraestrutura de pesquisa nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Diante disso, nos resta saber se a produtividade dessas regiões em termos de produção científica e tecnológica são proporcionais à suas infraestruturas e aos recursos que elas dispõem para esse fim. Nos indicadores que se seguem buscaremos encontrar respostas para essa pergunta.

Inicialmente, o primeiro resultado que foi colhido refere-se ao número de doutores formados por região. Esse indicador é importante porque mostra o quanto a infraestrutura das regiões está sendo usada para a formação de recursos humanos qualificados em CT&I. A tabela 9 mostra que a região mais eficiente nesse quesito foi a Sul, formando quase 100 doutores por 100 mil habitantes em 2014. A região Norte, a despeito de possuir a menor infraestrutura de pesquisa, conseguiu formar quase 40 doutores por 100 mil habitantes nesse mesmo ano, o que dá a essa região uma maior produtividade, tendo em vista que os indicadores anteriores sempre mostram essa região com infraestrutura e recursos bem inferiores à região Sul.

Tabela 9 - Número de doutores por habitantes segundo região (2000-2014)

Região / UF	Doutores		População Residente, segundo IBGE (em mil)		Nº doutores por 100 mil habitantes	
	2000	2014	2000	2014	2000	2014
Norte	705	6.863	13.014	17.231	5,4	39,8
Nordeste	3.705	26.467	48.154	56.186	7,7	47,1
Sudeste	17.354	66.702	73.046	85.116	23,8	78,4
Sul	5.034	28.612	25.327	29.016	19,9	98,6
C. Oeste	1.873	11.628	11.739	15.220	16,0	76,4
Total	27.662	140.272	171.280	202.769	16,2	69,2

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

No quesito produção científica (tabela 10), entre os anos de 2000 a 2003 a região Sudeste foi responsável por 65,15% de todos os capítulos de livros e por 61,78% de todos os livros publicados no Brasil nesse período. Com relação a trabalhos completos publicados em anais de eventos, a mesma região apresentou 60,8% de participação nacional. A participação do Sudeste nos artigos completos publicados em periódicos de circulação nacional e internacional (principais indicadores científicos) foi de, respectivamente, 64,3% e 71,8%, revelando uma grande importância dessa região no cenário nacional. Nesse mesmo período, tomando como base os artigos completos públicos em periódicos de circulação internacional, as demais regiões apresentaram as seguintes participações: Sul (19,2%), Nordeste (12,6%), Centro-Oeste (6,4%) e Norte (2,9%).

Comparando com os anos de 2007 a 2010, verifica-se, tomando como base o mesmo indicador, ou seja, artigos completos publicados em periódicos de circulação internacional, que a região Sudeste perdeu participação, passando de 71,8% para 57,9%, uma queda de quase 14

pontos percentuais. A região Centro-Oeste manteve a mesma participação do período anterior, 6,4%. As regiões Sul e Nordeste também se mantiveram constantes, apresentando uma participação, respectivamente, de 19,7% (contra 19,2% no período anterior) e 12,7% (contra 12,6% entre 2000 a 2003). O crescimento, por sua vez, ficou apenas para a região Norte, que saltou dos modestos 2,9% para 3,4% entre 2007 e 2010. O Brasil apresentou um crescimento no período de 2007 a 2010 se comparado com o período anterior, obtendo uma taxa de crescimento de mais de 180% no número de artigos com circulação internacional.

Tabela 10 - Número de autores e da produção científica dos pesquisadores doutores segundo região (2000-2003; 2007-2010)

Região	2000-2003						2007-2010					
	Total de autores	Artigos completos publicados em periódicos especializados		Trabalhos completos publicados em anais de eventos	Livros e capítulos de livros publicados		Total de autores	Artigos completos publicados em periódicos especializados		Trabalhos completos publicados em anais de eventos	Livros e capítulos de livros publicados	
		Circulação nacional	Circulação internac.		Livros	Capítulos de livros		Circulação nacional	Circulação internac.		Livros	Capítulos de livros
Centro-Oeste	3.484	12.439	6.756	12.837	1.234	4.811	6.746	27.953	18.968	28.564	2.505	13.650
Nordeste	7.017	22.666	13.353	31.982	1.932	8.104	13.918	52.371	37.753	66.915	4.176	24.754
Norte	1.614	4.977	3.117	5.483	438	1.972	3.418	10.800	9.978	11.224	1.152	6.626
Sudeste	27.741	106.391	76.041	126.792	9.031	42.108	41.389	158.022	171.800	179.845	13.846	84.592
Sul	10.043	37.744	20.279	53.008	3.426	14.769	17.125	74.707	58.346	93.958	6.070	35.427
Brasil	46.117	165.571	105.898	208.392	14.618	64.629	82.596	323.853	296.845	380.506	27.749	165.049

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração Própria.

Em se tratando de desenvolvimento tecnológico, o presente trabalho optou pelo indicador de pedidos de patentes para privilégio de invenção depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Conforme fica visível na tabela 11, todas as regiões apresentaram aumento no pedido de patentes, porém, as regiões que mais cresceram foram o Nordeste, que cresceu 158,7%, e a região Norte, com crescimento de 116,7% entre os anos de 2000 a 2013. Interessante notar que essas duas regiões não são as protagonistas em termos de recursos e infraestrutura de pesquisa no Brasil, contudo, tem demonstrado uma eficiência em transformar os indicadores em insumo em resultados tecnológicos. Na sequência, as regiões que apresentaram os maiores crescimentos foram Sul (96,2%), Centro-Oeste (58,7%) e Sudeste (41%), ficando este na última posição. Apesar de estar posicionado no último lugar no quesito crescimento entre o período de 2000 a 2013, cabe à região Sudeste as maiores somas de pedidos de patentes do Brasil, ficando sempre acima da casa dos 60% de participação, apesar de apresentar tendência de declínio na participação nacional. Essa participação está de acordo com o tamanho da infraestrutura e dos recursos que a região Sudeste recebe, demonstrando uma relação direta entre infraestrutura de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação tecnológico.

Tabela 11 - Pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI) depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) residentes, 2000-2013

REGIÃO	Anos					Participação %				
	2000	2004	2008	2010	2013	2000	2004	2008	2010	2013
NORTE	30	68	72	67	65	0,97	1,69	1,69	1,59	1,31
NORDESTE	189	203	264	325	489	6,12	5,03	6,19	7,69	9,86
SUDESTE	2.123	2.657	2.696	2.683	2.994	68,71	65,87	63,17	63,50	60,38
SUL	598	922	1079	986	1173	19,35	22,86	25,28	23,34	23,65
CENTRO-OESTE	150	184	157	164	238	4,85	4,56	3,68	3,88	4,80
BRASIL	3090	4034	4268	4225	4959	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Elaboração própria.

Disponível em <http://www.inpi.gov.br/estatisticas>

Apesar do crescimento das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste no número de pedidos de patentes, observa-se, ainda pela tabela 11, que essas regiões representam pouco em termos de participação nacional. Em 2013, somando-se as participações das três regiões chega-se a meros 16%, o que não é compatível nem com os recursos nem com a infraestrutura de pesquisa que essas regiões dispõem. Esse resultado difere dos indicadores de pesquisa, em que essas regiões citadas apresentam melhores resultados (ver tabela 10), o que sugere uma maior ênfase das instituições de pesquisa nos resultados científicos em detrimento dos tecnológicos. A questão central não está ligada somente ao tamanho da infraestrutura, mas na qualidade e no foco dos trabalhos acadêmicos. As políticas de PD&I para essas regiões deverão ser acompanhados de recursos para ampliação e modernização das infraestruturas de pesquisa, sob pena de não surtir o efeito desejável em termos de produtividade.

3.3 Indicadores propostos

Nesta seção, serão analisados alguns indicadores construídos com o intuito de medir a produtividade científica e tecnológica das regiões brasileiras. O primeiro indicador é o da produtividade científica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa. Conforme mostra a tabela 12, a região mais eficiente em transformar recursos de PD&I em artigos científicos de circulação internacional foi a região Sul (66,98), seguida pelo Sudeste, onde para cada um milhão de reais investidos, foram produzidos 62,39 artigos. A última colocação ficou para a região Norte, com 40 artigos.

Tabela 12 - Produtividade científica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa no Brasil e regiões (2007- 2010)

Região	Artigos Científicos de circulação internacional dos pesquisadores doutores	Investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa (em R\$) (1)	Indicador de Produtividade (2)
Centro-Oeste	18.968	386.204.111	49,11
Nordeste	37.753	842.353.947	44,82
Norte	9.978	249.451.100	40,00
Sudeste	171.800	2.753.586.956	62,39
Sul	58.346	871.041.706	66,98
Brasil	296.845	5.102.637.820	58,17

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração própria.

(1) Conforme nota metodológica disponibilizada no site do CNPq, a fonte dos recursos dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa são do Tesouro Nacional e também de fundos setoriais.

(2) (Artigos científicos de circulação internacional / Total dos investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa pelo CNPq nos anos de 2007 a 2010)*1.000.000,00.

Fica visível, conforme ilustra a figura 1, que há uma correlação positiva (coeficiente de correlação linear de 99,48%) entre investimentos em bolsas e o número de artigos de circulação internacional produzidos por pesquisadores doutores. Nesse sentido, a produtividade das regiões seguiu a hierarquia em termos de recebimento desses recursos, com exceção da região Centro-Oeste, que, comparativamente, recebeu o 4º maior volume de recursos e no entanto ficou na terceira posição no quesito produtividade. Como as regiões Sudeste e Sul possuem mais doutores (ver tabela 13), infere-se que a infraestrutura adequada, nesse caso o número de pesquisadores com alta qualificação, contribui diretamente para os resultados científicos dessas regiões.

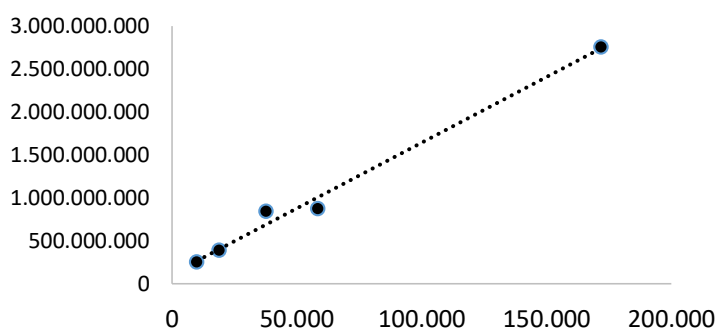


Gráfico 1 - Correlação entre número de artigos de circulação internacional e investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa.

Em se tratando de produtiva tecnológica, a região Sul alcançou o primeiro lugar no quesito produtividade (ela ficou em segundo lugar no recebimento dos recursos), conforme mostra a tabela 13. Para cada R\$ 1 milhão investidos em bolsas e no fomento à pesquisa, foram submetidos 3,69 pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI) depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A região Centro-Oeste apresenta desempenho

semelhante à região Nordeste no quesito produtividade, mesmo recebendo o equivalente a 50% dos recursos do Nordeste. Enquanto no Nordeste cada R\$ 1 milhão investidos gera 1,27 pedidos de patentes, no Centro-Oeste são 1,28 pedidos.

Tabela 13 - Produtividade tecnológica dos investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa no Brasil e regiões, 2010

Região	Pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI)	Investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa (em R\$)	Indicador de Produtividade (1)
Centro-Oeste	164	R\$ 128.280.850,00	1,28
Nordeste	325	R\$ 255.792.444,00	1,27
Norte	67	R\$ 72.654.786,00	0,92
Sudeste	2683	R\$ 821.223.472,00	3,27
Sul	986	R\$ 267.406.975,00	3,69
Brasil	4225	R\$ 1.545.358.527,00	2,73

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), CNPq. Elaboração própria.

(1) Patentes / Recursos aplicados pelo MCTI)*1.000.000,00

Outro indicador analisado foi o da produtividade científica dos pesquisadores doutores (tabela 14), uma vez que estes representam um elemento de suma importância dentro da infraestrutura de pesquisa. A comparação será feita tendo em vista o número de doutores de uma região com a quantidade de artigos científicos de circulação internacional. Observa-se que nesse quesito as regiões Sudeste e Sul, respectivamente, se destacam das demais, mantendo-se a mesma tendência dos indicadores anteriores. No Sudeste, por exemplo, entre os anos de 2007 a 2010, cada doutor publicou em média 3,74 artigos. As disparidades inter-regionais são menores nesse indicador, uma vez que a amplitude é menor (1,3), mas ainda assim mostra a força da infraestrutura de pesquisa na produção científica. Os destaques desse indicador ficaram para região Norte, a qual alcançou a 3ª posição de produtividade científica, e a região Nordeste, que mesmo possuindo a 3ª posição em número de doutores, ficou em último lugar na capacidade de geração de artigos científicos de circulação internacional por parte dos seus doutores.

Tabela 14 - Produtividade científica dos doutores, 2007 a 2010

Região	Artigos Científicos de circulação internacional dos pesquisadores doutores de 2007 a 2010	Nº Doutores em 2010	Indicador de Produtividade (1)
Centro-Oeste	18.968	7.400	2,56
Nordeste	37.753	15.446	2,44
Norte	9.978	3.877	2,57
Sudeste	171.800	45.992	3,74
Sul	58.346	18.516	3,15
Brasil	296.845	91231	3,25

Fonte: CNPq/AEI. Disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/series-historicas>. Elaboração própria.

(1) Artigos Científicos de circulação internacional / Nº de doutores em 2010.

Nota: Entre os anos de 2007 a 2010 as publicações podem ter sido feitas pelos novos doutores diplomados nas respectivas regiões. Nesse caso, o indicador proposto não reflete a produtividade científica desses novos doutores.

O próximo indicador busca fazer um contraponto com o anterior. Enquanto a tabela 14 mostra a produtividade científica, a tabela 15 mostra o impacto que a infraestrutura de pesquisa possui – especificamente no quesito número de doutores – para o avanço tecnológico de uma região. Para efeitos de comparação entre os indicadores número de doutores e pedidos de patentes, foram agrupados os doutores em número de cem, uma vez que por unidade não encontramos valores que pudessem servir de análise.

No quesito produtividade tecnológica, as regiões apresentaram quadro semelhante à produtividade científica mostrado na tabela 15. Contudo, a região Norte, que ficou na 3ª posição no indicador anterior, caiu para a última posição, seguindo a tendência dos indicadores anteriores. Mais uma vez, as regiões Sudeste e Sul lideraram o ranking. No Sudeste, para cada grupo de cem doutores foram depositados 5,83 pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI) depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A região Centro-Oeste continua avançando, conforme vemos em outros indicadores, alcançando a 3ª posição de produtividade, mesmo sendo a quarta região em número de doutores. O Nordeste, por sua vez, é a terceira região brasileira em número de doutores, contudo, ficou em penúltimo lugar no quesito produtividade tecnológica.

Tabela 15 - Produtividade tecnológica dos doutores, 2010

Região	Pedidos de patentes para privilégio de invenção (PI)	Nº de doutores	Indicador de Produtividade (1)
Centro-Oeste	164	7.400	2,22
Nordeste	325	15.446	2,10
Norte	67	3.877	1,73
Sudeste	2683	45.992	5,83
Sul	986	18.516	5,33
Brasil	4225	91231	4,63

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), CNPq. Elaboração própria.

(1) Pedidos de Patentes / nº de doutores *100.

Os indicadores comparados nos revelam que a infraestrutura de pesquisa possui grande relevância na promoção dos desenvolvimentos científico e tecnológico de uma região. Contudo, ficou visível que, analisando o quesito produtividade, a infraestrutura, do ponto de vista numérico, não é decisiva para garantir o bom desempenho dessas regiões, sendo de suma importância a qualificação dos recursos humanos. A qualificação possibilitará que os recursos financeiros encontrem recursos humanos capazes de potencializar os investimentos, transformando-os em economias de escala.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos, utilizando-se como método de pesquisa os indicadores de ciência, tecnologia e inovação, nos segmentos insumo (*input*) e resultado (*output*). Os indicadores utilizados, a despeito de não ser representativo de todo o fenômeno, permitiu uma visão panorâmica do tema e contribuiu para que enxergássemos as disparidades regionais que o Brasil enfrenta no quesito infraestrutura de pesquisa. O trabalho não objetivou explicar o porquê dessas desigualdades, uma vez que as regiões brasileiras passaram por processos históricos distintos de desenvolvimento regional e não caberia a este estudo simplificar um tema com tal complexidade.

A eficiência das regiões em termos de transformar indicadores de insumo em resultado também ficou evidente nos dados. As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste ainda carecem de mais eficiência e qualificação de suas infraestruturas, sobretudo em virtude da baixa produtividade no quesito inovação, medido por meio das patentes depositadas no INPI. Vale lembrar que a questão é que o Brasil possui outros *brasis* quando o quesito é infraestrutura de pesquisa e que políticas públicas de incentivo a CT&I não podem ficar alheias a essa realidade, sob pena de prolongarmos essa realidade por muito mais tempo. Tal fato implica em que mais recursos de PD&I para essas regiões deverão ser acompanhados de recursos para ampliação, modernização e, sobretudo, qualificação das infraestruturas de pesquisa dessas regiões, sob pena de não surtir o efeito desejável em termos de produtividade.

A questão central apontada por este trabalho não está ligada somente ao tamanho da infraestrutura, mas na qualidade e no foco dos trabalhos acadêmicos. As políticas de CT&I para as regiões brasileiras deverão ser acompanhadas de recursos para ampliação e modernização das infraestruturas de pesquisa dessas regiões, sob pena de não surtir o efeito desejável em termos de produtividade. Esses investimentos não poderão perder de vista as

disparidades regionais encontradas no Brasil, que é perceptível não apenas nas áreas econômica e social, mas, como foi mostrado no trabalho, também em termos de produção de CT&I. Desta forma, se houver concentração da infraestrutura de pesquisa, o resultado não será homogêneo em termos de desenvolvimento regional. Além disso, deve-se incentivar a participação dos estudantes nas publicações acadêmicas e técnicas e privilegiar a pesquisa aplicada, tendo em vista o foco no desenvolvimento tecnológico e na inovação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M. National systems of innovation and non-OECD countries: notes about a tentative typology. **Revista de Economia Política**, v. 19, n. 4, p. 35-52, 1999.

ALBUQUERQUE, E. M. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 4, p. 545-566, 2001.

CAVALCANTE, L. R.; AQUINO, M. C. **Ciência e tecnologia: Brasil em números**. Rio de Janeiro: IBGE/Centro de Documentação e Disseminação de Informações, v. 16, p. 315-323, 2008.

CAVALCANTE, L. R. Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: uma análise com base nos indicadores agregados. IPEA, **Texto para discussão** nº 1458, 2009.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. (2002). Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, nº 1, p. 1-23.

DE NEGRI, F., CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F. Relações universidade-empresa no Brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa. **Textos para discussão**. IPEA, 2013.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: Ipea, 2013.

GOVERNO DE SÃO PAULO. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo**. FAPESP, 2010.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Working Paper Series. Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies. Italy, august, 2005.

MOWERY, R. e SAMPAT, B. Universities in National Innovation Systems. In: FARGERBERG, J.; MOWERY, R. e NELSON, R. (eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**, Oxford University Press, p. 209-239, 2005.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo**: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª Ed. Paris, 2005.

ROCHA, Elisa Maria Pinto e FERREIRA, Marta Araújo Tavares. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. **Ciência e Informação**, Brasília, v. 33, n. 3, p.61-68, set./dez. 2004.

SHERWOOD, A. e COVIN, J. Knowledge acquisition in university-industry alliances: an empirical investigation from a learning theory perspective. **The Journal of Product Innovation Management**, nº 25, 2008.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planning and measurement in your organization of the future**. Norcross, GA. Institute of Industrial Engineers, 1989.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. A. F. (Orgs.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

TURCHI, Lenita. Empresários e Pesquisadores: avaliação da interação universidade e empresas. **Radar nº 26**, p. 15-23, IPEA, 2013.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

4. OS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: A INFRAESTRUTURA ACADÊMICA DE PESQUISA COMO CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE INOVAÇÃO NACIONAL²⁵

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento exploratório sobre as características físicas e humanas das infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), tendo em vista que a recente transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica – CEFETs e das Escolas Agrotécnicas Federais em IFs trouxe alguns desafios, dentre eles a necessidade de adequar a infraestrutura de pesquisa herdada a fim de cumprir a nova missão institucional. Desta forma, quais as principais características das infraestruturas de pesquisa dos IFs e qual o perfil dos recursos humanos existente nelas? O trabalho busca responder essas questões apresentando e interpretando os dados primários oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTIC/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Do total de 1760 infraestruturas de pesquisa que participaram do levantamento geral, 61 pertencem aos IFs, sendo esta a base de dados utilizada. O presente estudo mostrou que os IFs possuem uma forte associação com as áreas de ciências exatas, da terra e engenharias, demonstrando um grande potencial de aproximação das atividades de ensino e pesquisa com as demandas tecnológicas do mercado, sobretudo da indústria, o que poderá contribuir para a construção de um Sistema Nacional de Inovação mais moderno, dinâmico e competitivo. Contudo, ainda necessita de incentivos para tornar seus espaços físicos maiores, atrair mais estudantes de graduação, pesquisadores com vínculos de bolsistas e celetistas e também melhorar a gestão financeira de seus laboratórios.

Palavras-chave: Infraestrutura de Pesquisa. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Sistema Nacional de Inovação. Educação Profissional e Tecnológica.

ABSTRACT: This work aims to do an exploratory data analysis about the physical and human characteristics of the research infrastructure of the Federal Institutes of Education, Science and Technology (IFs), given that the recent transformation of the Federal Centers of Technological Education - CEFETs and the Federal Agrotechnical Schools in IFs brought a few challenges, among them the need to adjust the inherited research infrastructure aiming to fulfill the new institutional mission. Therefore, what are the main characteristics of the research infrastructures of the IFs and what is the profile of the human resources that exist therein? This work aims to answer these questions by presenting and interpreting the primary data coming from the new mapping done by MCTI/CNPq/IPEA, which were provided by the Directorate of Studies and Sectorial Policies of Innovation and Infrastructure (DISET-IPEA). From the total of 1760 research infrastructures that participated in the general data, 61 belong to the IFs, which is the database that was used. This study showed that the IFs have a strong association with the areas of exact sciences, earth sciences, and engineering, and show a great potential of approximation of the teaching and research activities to the technological demands of the market, especially the industry sector, which might contribute to the making of a National System of Innovation that is more modern, dynamic and competitive. However, there is still a need for incentives to increase their physical spaces, attract more students, more researchers on scholarship and workers under the CLT, and also improve the financial management of its laboratories.

KEYWORDS: Research Infrastructure. Federal Institute of Education, Science and Technology. National System of Innovation. Technological and Professional Education.

²⁵ Artigo aceito para publicação na revista Tecnologia e Sociedade (ISSN: 1984-3526, Qualis B1).

1. INTRODUÇÃO

O que é um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (doravante aqui representado pela sigla IF)? No imaginário popular, o nome Universidade possui fácil compreensão, o que não se pode dizer dos IFs, seja por sua recente formação ou porque eles ainda não se popularizaram enquanto instituição de ensino e pesquisa no país, apesar de sua forte presença no território nacional. Além disso, os IFs ofertam tanto cursos técnicos como superiores, o que os tornam uma instituição híbrida no cenário educacional.

A lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, resultando na junção e transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), Escolas Agrotécnicas, Escolas Técnicas Federais e Escolas Técnicas vinculadas às universidades.

Essa mesma lei criou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal), que além de contar com os IFs, é formada pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), CEFET-RJ, CEFET-MG, Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais e o Colégio Pedro II (este incluído pela Lei nº 12.677, de 2012), os quais preferiram não aderir à nova proposta e nomenclatura dos IFs.

Conforme explicita o artigo 2º da referida lei, os IFs, enquanto instituições de educação, tem como finalidade ofertar cursos nos diversos níveis e modalidades de ensino, passando pela educação básica, profissional, superior e chegando até à pós-graduação. Essa verticalização do ensino torna essas instituições versáteis, dinâmicas, ímpares e estratégicas para a construção de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) brasileiro mais moderno, competitivo e conectado com as mudanças tecnológicas.

As mudanças propostas pela lei nº 11.892 não ficaram restritas apenas à área de ensino. Como o próprio nome dos IFs sugere, a ciência e a tecnologia (como foco na inovação) ganharam mais ênfase institucional. Aos IFs, além de oferecer educação em diversas modalidades de ensino, cabem também promover o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional.

Diante desse cenário, como a infraestrutura de pesquisa dos IFs – herdada dos antigos CEFETs, Escolas Agrotécnicas e Escolas Técnicas vinculadas a universidades – poderá contribuir para o cumprimento de sua nova missão institucional? Quais as principais características das infraestruturas de pesquisa dos IFs e qual o perfil dos recursos humanos existente nelas? Passada quase uma década desde sua formação, muitos trabalhos têm contemplado os IFs e a sua nova vocação, com fartas pesquisas sobre os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), contudo, há uma grande escassez de estudos sobre os laboratórios de

pesquisa dessas instituições, lacuna que o presente trabalho procura diminuir, apresentando indicadores de 61 infraestruturas pertencentes a 6 IFs de 4 regiões brasileiras.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento exploratório sobre as características físicas e humanas das infraestruturas de pesquisa dos IFs, uma vez que conhecer os aspectos físicos e humanos disponíveis nos diversos tipos de laboratórios dos IFs torna-se condição essencial para se produzir políticas de incentivo à Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) no contexto da educação profissional e tecnológica do Brasil.

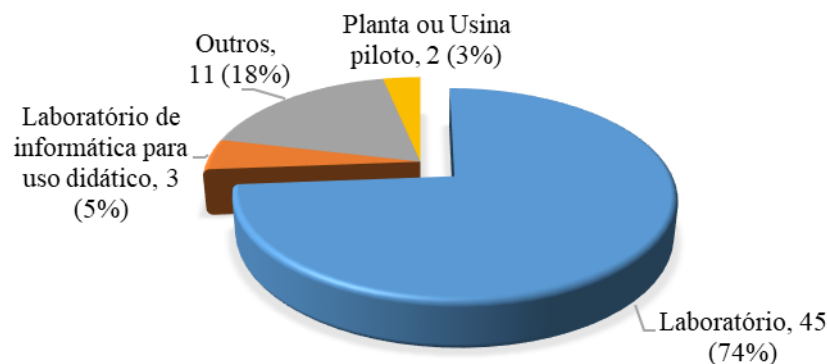
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em 2013 o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com o Instituto de Pesquisas Econômica Aplicadas (IPEA) e com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) desenvolveram um amplo e inédito trabalho que durou cerca de dois anos intitulado “Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil” (DE NEGRI; SCHMIDT, 2016), o qual se constitui como o primeiro mapeamento das infraestruturas de pesquisa do Brasil, tendo como ano-base 2012.

Para a construção desse artigo serão utilizados os dados primários oriundos dessa pesquisa do MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Foram investigadas 1760 infraestruturas de pesquisa de 130 instituições de ciência e tecnologia do Brasil, em sua maioria composta por universidades (públicas e privadas). Desse total, 61 infraestruturas pertencem aos Institutos Federais (IFs) dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, ficando de fora apenas a região Norte. Importante salientar que alguns estados possuem mais de um instituto, como é o caso da Bahia, Santa Catarina, Goiás, Rio Grande do Sul e de Pernambuco.

Contudo, como não foi disponibilizada a relação nominal das infraestruturas de pesquisa por parte do IPEA, em virtude do sigilo dos participantes, e como essa informação não altera o objetivo desse trabalho, os dados serão analisados de forma agregada, isto é, a base de dados será a infraestrutura de pesquisa dos IFs como um todo. Convém ressaltar que o IPEA, instituição que liderou esse mapeamento, optou por não publicar as informações específicas dos IFs, tendo em vista que objetivo do levantamento estava focado nos sistemas setoriais de inovação. O gráfico 1 apresenta os tipos de infraestrutura de pesquisa dos IFs que participaram desse levantamento histórico do MCTI/CNPq/IPEA.

Gráfico 1- Número e tipo de infraestruturas dos IFs que participaram do levantamento



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA

O trabalho caracteriza-se como sendo um levantamento exploratório, com abordagem quantitativa e qualitativa. Gil (2009) comenta que pesquisas exploratórias objetivam proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo e com o problema investigado, tornando-os mais explícitos, adequando-se, desta forma, ao escopo do presente estudo. Quanto ao procedimento de pesquisa denominado levantamento, Yin (2015) aponta que este tipo de pesquisa é adequado para estudos do tipo exploratório e descritivo, onde o esquema básico de categorização para os tipos de questão pode ser representado pela série: quem, o que, onde, quantos e quanto.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente, convém ressaltar que o conceito de inovação é bastante variado, dependendo, principalmente, da sua aplicação. De forma resumida, a inovação pode ser definida como a implementação de um produto, que pode ser um bem ou mesmo um serviço, novo ou significativamente melhorado, ou ainda, um processo, um novo método de comercialização e marketing, um novo método de gestão organizacional (OCDE, 2005).

O pré-requisito básico para se definir uma inovação é que o produto, o processo, o método de marketing ou de gestão organizacional sejam novos, ou significativamente melhorados, para a empresa. Isso inclui produtos, processos e métodos dos quais as empresas foram pioneiras no desenvolvimento e, também, os que foram adotados de outras empresas ou organizações. Sendo assim, a inovação é um processo contínuo. (OCDE, 2005).

O conceito de inovação traz um grande desafio: como criar um sistema que estimule, crie e transfira as inovações geradas em cooperação com os diversos atores da sociedade? Nesse

sentido surge a proposta do Sistema Nacional de Inovação (SNI), o qual tem a contribuição de vários autores, destacando-se os trabalhos de Freeman (1988), Nelson (1993) e Lundvall (2007). De início, duas interpretações envolvendo o conceito de SNI surgem a partir dos trabalhos desses autores. Enquanto que para Nelson (1993) um SNI é um conjunto de instituições (empresas e universidades) que interagem entre si para promover a inovação, Freeman (1988) e Lundvall (2007) sugerem que o SNI, além disso, engloba as ações estratégicas que as instituições realizam entre si no esforço conjunto de promover a inovação de um país. Nos dois casos, figura-se o conceito de que o processo de inovação é uma ação coletiva.

Albuquerque (1999), conceituando Sistema Nacional de Inovação e buscando uma “tipologia” que englobasse o caso brasileiro, salienta que a diversidade desses sistemas estabelece a necessidade e a importância de uma comparabilidade entre os países. Nesse entendimento, o autor sugere três categorias, sendo o caso brasileiro enquadrado na última.

A primeira categoria diz respeito aos sistemas de inovação que tem por objetivo capacitar os países a se manterem na liderança internacional em termos de processo tecnológico. Esses sistemas são maduros e possuem a capacidade de manter seus países na fronteira tecnológica mundial. É o caso de países desenvolvidos, que são marcados tanto pela capacidade de geração de tecnologia quanto pela liderança na produção científica mundial.

A segunda categoria envolve os países cujo foco central de seus sistemas de inovação está na difusão das inovações. Tais sistemas são marcados por países que possuem um elevado dinamismo tecnológico, onde a maior capacidade não está necessariamente na capacidade de geração tecnológica, mas na elevada capacidade de difusão das tecnologias produzidas nos sistemas mais avançados. Citando o estudo feito por Nelson (1993), Albuquerque (1999) cita como exemplo desse sistema países como Suécia e Dinamarca, além de países como Holanda, Suíça e os países asiáticos de desenvolvimento acelerado, como Coreia do Sul e Taiwan. Em geral, esses países aproveitam suas vantagens locais, isto é, suas proximidades com grandes centros inovativos.

A terceira categoria de SNI proposta por Albuquerque (1999) engloba os países cujos sistemas de inovação ainda não se completaram, isto é, são países onde seus sistemas de Ciência e Tecnologia (C&T) não foram transformados em sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I). Ainda se baseando no estudo feito por Nelson (1993), o autor cita como exemplos desse tipo de sistema países como o Brasil e a Argentina, além de México e Índia. Esse tipo de sistema é caracterizado por uma fraca infraestrutura de pesquisa e pela pouca articulação das

instituições de C&T com o setor produtivo, resultando em uma pequena contribuição das ações de C,T&I para o desenvolvimento econômico do país.

Analisando o SNI brasileiro em seu contexto histórico, Mamede et al. (2016) relembram que a dinâmica da economia industrial do país passou por grandes transformações ao longo do século XX. Na década de 1930, o processo de substituição de importações buscou alavancar setores industriais como o têxtil e o de alimentos, momento em que a economia cafeeira já passava por sua grande crise. Contudo, foi a partir da década de 1960, já no período da ditadura militar, que a indústria nacional apresentou sua maior diversificação, resultado da abertura da economia para o capital estrangeiro, impactando setores como energia, indústria petroquímica e construção civil (abertura de rodovias). Mamede et al. (2016) são enfáticos ao afirmar que nas décadas de 1960 e 1970 o desenvolvimento tecnológico ainda não fazia parte da agenda governamental, mesmo com a ascensão de grandes indústrias em áreas de potencial inovativo, como aeronáutica e informática.

Villaschi (2005) lembra que a década de 1980 foi marcada pelo desequilíbrio macroeconômico em áreas de grande impacto para o desenvolvimento tecnológico do Brasil, como dívida externa, hiperinflação e descontrole fiscal. Apesar disso, comenta o autor, o país teve um desempenho razoável em muitas áreas básicas do chamado paradigma técnico-econômico (PTE) e das tecnologias da informação e das comunicações (TICs). Somado a isso, ganhos em áreas estratégicas como telecomunicações, automação, petróleo e aeronáutica apontavam para a existência de capacidades internas de inovação que poderiam ajudar na formação de um sistema nacional inovação.

A década de 1980, a despeito de ser palco de grandes crises macroeconômicas, foi testemunha da criação de importantes instrumentos de apoio ao SNI brasileiro, dentre os quais destacam-se a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia em 1985. Contudo, o fraco desempenho histórico das ações institucionais de estímulo ao SNI trouxe grandes obstáculos às ações do MCT. Suzigan e Albuquerque (2008) sugerem que esses obstáculos estão associados à criação tardia de instrumentos institucionais de apoio à C,T&I no Brasil: o Banco Central do Brasil foi criado apenas em 1964, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) surgiram, respectivamente, em 1952 e 1967. Esse cenário contribuiu para a extinção de vários Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) criados entre 1972 e 1984.

A década de 1990 também foi marcada por um fraco desempenho do SNI brasileiro. Villaschi (2005) aponta pelo menos três razões de cunho econômico, tecnológico e institucional que explicam esse cenário: a) pouco investimento em áreas de infraestrutura econômica; b)

redução de recursos em áreas potencialmente tecnológicas, como educação e P&D, cujos temas são centrais na era da economia do conhecimento; e c) não inclusão do desenvolvimento tecnológico como parte da política de desenvolvimento do país.

Contudo, apesar dos entraves das décadas anteriores, o cenário brasileiro começa a tomar nova forma a partir das novas legislações dos anos 2000, principalmente com a criação da lei nº. 10.973/2004, intitulada de Lei de Inovação, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e a Lei nº 11.196/2005, conhecida como Lei do Bem, que incentiva e formaliza os incentivos fiscais para as pessoas jurídicas que realizam pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Desta forma, o SNI brasileiro, do ponto de vista histórico, pode ser considerado um sistema complexo e muito dependente dos recursos do setor público, além de ser pouco diversificado, tendo em vista que apenas poucas empresas tornam-se vitrines no mercado competitivo/inovativo global, com destaque para empresas como EMBRAER, Petrobrás e EMBRAPA (MAMEDE et al., 2016).

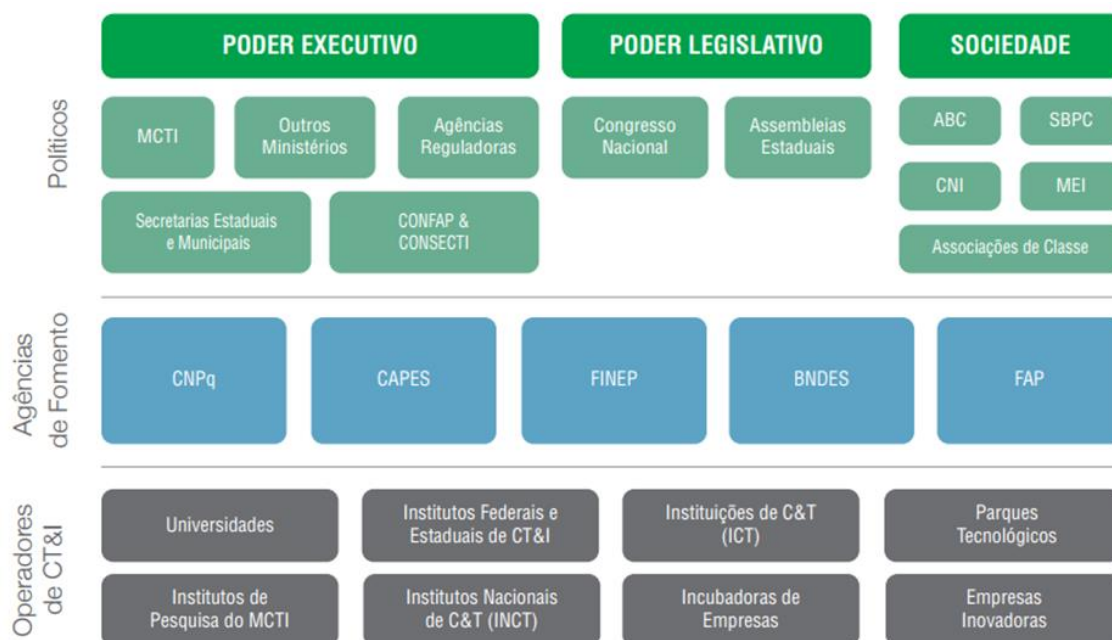
Ao longo dos anos, as políticas brasileiras de estímulo à competitividade industrial demoraram a inserir o capital intelectual e o desenvolvimento tecnológico como peça estratégica para a competitividade da indústria nacional - somente na década de 1990, com a abertura comercial, é que essa ênfase será observada -, razão pela qual muitas dessas políticas se tornaram inócuas ou pouco eficazes em promover a inovação tecnológica no país (RODRIGUEZ; DAHLMAN; SALMI, 2008).

Apesar de ainda possuir um SNI imaturo, Mendonça, Lima e Souza (2008) lembram que há bons exemplos no Brasil de interação entre universidades e empresas. Eles citam os seguintes casos de cooperação: a) Universidade Federal de Viçosa (UFV), que desenvolve pesquisas em parceria com grupos como a Nestlé e a Monsanto; b) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), que mantém cooperação com o setor privado nas áreas de celulose e papel; c) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que tem parceria com várias indústrias metalmeccânica e elétrica do próprio estado; d) Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o qual mantém estreita relação com a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer); e) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, que realiza estudos conjuntos com a siderúrgica COSIPA e a COPERSUCAR; f) Instituto do Coração (Incor), da Universidade de São Paulo (USP), que, na área médica, tem sido responsável pela criação de diversos produtos para uso clínico e cirúrgico, os quais são posteriormente repassados para a indústria. Segundo os autores, grande parte do reconhecimento dessas universidades e

instituições de pesquisa se dá por conta da boa cooperação que elas possuem com as empresas, sobretudo na área de pesquisa científica.

Em termos institucionais, o SNI brasileiro é composto por diferentes atores, divididos em três grandes grupos: poder executivo, poder legislativo e sociedade. Há ainda a divisão em termos de funcionalidade: atores políticos, agências de fomento e operadores de C,T&I, conforme está ilustrado na figura 1 a seguir.

Figura 1 - Principais atores do SNCTI Brasileiro



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2016, p.18.

O MCTI, por força de suas competências legais e pelo seu papel histórico, exerce a função de Coordenador do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI²⁶). A liderança e centralidade do MCTI também ocorre devido a sua atuação junto ao FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pela sua competência de formulador de políticas de C,T&I para o Brasil, implementadas com o auxílio da FINEP e do CNPq, além de diversos institutos de pesquisa à disposição do ministério. Tal cenário faz do MCTI o verdadeiro protagonista das ações de expansão, consolidações e integração do SNCTI brasileiro (BRASIL, 2016).

Em se tratando do poder executivo nos estados, cabe destaque para as secretarias estaduais de C,T&I, que atuam na coordenação dos sistemas regionais de inovação. Essas

²⁶ O MCTI adota a nomenclatura Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), que para efeitos deste trabalho possui relação sinônima com Sistema Nacional de Inovação (SNI), conforme proposto por Freeman (1988).

secretarias contam com a representação de dois conselhos importantes: o Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CONSECTI) e o Conselho Nacional de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP). Essas duas instâncias se apresentam como fóruns de discussão e de articulação com o intuito de formular as políticas dos governos estaduais voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico. Dessa interação, diversas iniciativas têm surgido envolvendo tanto os atores federais quanto os estaduais, todas elas em favor da melhoria e consolidação do SNCTI (BRASIL, 2016).

Os Institutos Federais contribuem para o SNI brasileiro na qualidade de operadores de CT&I, ao lado das universidades, parques tecnológicos, incubadoras e empresas inovadoras (figura 1). No caso específico dos IFs, a recente transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, ocorrido no final de 2008, projetou os IFs como novos atores institucionais de grande potencial para o SNI brasileiro, uma vez que a mudança de CEFET para IF não foi apenas uma mudança de nome, mas de perfil institucional, conforme fica visto na lei de criação dos institutos, em sua seção II (das finalidades e características dos Institutos Federais), artigo 6º, incisos VIII e IX, respectivamente:

Realizar e estimular a pesquisa aplicada, a produção cultural, o empreendedorismo, o cooperativismo e o desenvolvimento científico e tecnológico; promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente. (BRASIL, 2008)

Perfil esse também expresso na seção III (dos objetivos dos Institutos Federais), artigo 7º, incisos III e IV, respectivamente:

Realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade; desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais, e com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos (BRASIL, 2008).

Embora as instituições que compõe a Rede Federal tenham, historicamente, travado momentos conflituosos entre a identidade de escola técnica e a vontade universidade (MORAES; KIPNIS, 2017), a lei que criou os IFs trouxe de modo muito claro a identidade dessas instituições no cenário educacional nacional. Do total de vagas a serem ofertadas, 50% devem ser destinadas a cursos técnicos (prioritariamente na forma de cursos integrados ao ensino médio e para o público da educação de jovens e adultos), 20% para cursos de licenciatura e formação pedagógica com foco na formação de professores para a educação básica, em especial nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional. Os 30% das vagas

restantes podem ser destinados para ofertar cursos superiores de tecnologia, bacharelados, engenharias e pós-graduação lato sensu e stricto sensu (ver artigos 7º e 8º da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008).

Desta forma, o novo perfil institucional dos IFs o aponta como um dos agentes estatais de promoção do desenvolvimento científico-tecnológico, sem negar a sua base de sustentação, que é a oferta de cursos técnicos à sociedade. Pacheco, Pereira e Sobrinho (2010) atribuem a criação dos IFs como algo inovador e ousado e com grande potencial de transformar a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) do país e de servir de modelo para outras nações em desenvolvimento semelhantes ao Brasil. O quadro 1 traz um histórico da EPT em solo brasileiro, desde a criação da primeira instituição chamada Escola de Aprendizes Artífices até a formação atual dos IFs.

Quadro 01 - Síntese do histórico da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil

Ano	Histórico
1909	O Decreto-Lei nº 7.5662, de 23 de setembro de 1909, sancionado pelo Presidente da República Nilo Peçanha, instituiu oficialmente a educação profissional no Brasil, com a criação de 19 Escolas de Aprendizes Artífices que objetivava a preparação de mão-de-obra qualificada.
1937	No governo de Getúlio Vargas, em 13 de janeiro de 1937, foi assinada a Lei 378 que transformava as Escolas de Aprendizes e Artífices em Liceus Profissionais, destinados ao ensino profissional, de todos os ramos e graus.
1942	O Decreto nº 4.127, de 25 de fevereiro de 1942, transforma as Escolas de Aprendizes e Artífices em Escolas Industriais e Técnicas ((EIT's). Nesse período, a educação profissional passou por grandes transformações, o que ficou conhecido com (Reforma Capanema), em alusão à Gustavo Capanema, então ministro da Educação e Saúde no Brasil. O ensino profissional passou a ser considerado de nível médio.
1959	Início da transformação das Escolas Industriais e Técnicas em autarquias com o nome de Escolas Técnicas Federais, com autonomia pedagógica e administrativa.
1971	Promulgação da Lei 5.692/71, Lei da Reforma do Ensino de 1º e 2º Graus, que instaurava a profissionalização compulsória em todo o Brasil, fazendo com que todos os cursos de 2º grau passassem a ter caráter profissionalizante.
1978	Surgem os três primeiros Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET's), centralizados nas Escolas Técnicas Federais de Minas Gerais, do Paraná, do Rio de Janeiro, que tinham como objetivo formar engenheiros de operação e tecnólogos.
1980-1990	Período em que os CEFET's viraram a unidade padrão da Rede Federal de Ensino Profissional, Científico e Tecnológico. Eles absorveram as atividades das ETF's e das Escolas Agrotécnicas Federais e se preocuparam em preparar o País para a revolução tecnológica ocorrida entre os anos 1980 e 1990.
1996	Promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9.394/96, a qual favoreceu a publicação do Decreto Lei nº 2.208/96, reformulando o ensino técnico, promovendo a separação das disciplinas de formação geral daquelas destinadas à formação técnico-profissional.
2004	O Decreto 5.154/04 determina a reintegração, mais uma vez, do ensino técnico ao médio.
2005	O Decreto 5.458/05 cria o Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos – PROEJA.
2008	O Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva sanciona a Lei nº 11.892/08, criando 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET).
2011	A partir da Lei nº 12.513 de 26 de outubro, sob o governo de Dilma Rousseff, institui-se o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC).

Fonte: Adaptado de Santos e Marchesan (2017, p.6).

Nota: A linha do tempo de transformação das instituições que compõem a Rede Federal não é linear, ou seja, as instituições foram migrando com o passar do tempo após a promulgação das leis e decretos.

A síntese histórica apresentada no quadro 1 aponta para uma ascensão da importância da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no contexto das políticas educacionais brasileiras. Santos e Marchesan (2017) salientam que no contexto do crescimento da EPT no país, o papel do professor foi valorizado ao longo do tempo, uma vez que o sucesso dos egressos no campo de trabalho, ainda que em profissões técnicas, passou a ser fortemente associado à formação que eles recebem em sala de aula e nos laboratórios.

Contudo, Manfredi (2002) enfatiza que na década de 1990 a EPT passou por um período de desestruturação no país, sobretudo pelas regulamentações do Decreto nº 2.208/97, Medida Provisória nº 1.549/97 e Portaria nº 646/97. Como exemplo, a autora chama a atenção para o artigo 44 da medida provisória 1.549/97, o qual transferia a responsabilidade de manutenção e gestão do ensino técnico para os estados, município, Distrito Federal e também para o setor produtivo e ainda organizações não governamentais, excluindo o Governo Federal de participar da expansão da EPT no país.

Convém ressaltar que em termos de crescimento numérico de instituições da EPT do Brasil, a década de 2000 foi crucial. Desde a criação das Escolas de Aprendizes Artífices até o ano de 2002, o país dispunha de 140 unidades educacionais. Entre os anos de 2003 e 2016 foram construídas mais 500 unidades, totalizando 644 campi em funcionamento no Brasil²⁷. Sobre essa expansão, Pacheco, Pereira e Sobrinho (2010) lembram que foi no segundo mandato do presidente Lula que a EPT ganhou seu maior reforço, mesmo com alguns entraves legais que impediam a expansão da chamada Rede Federal. Nas palavras dos autores,

A ideia da criação dessas novas instituições surgiu no bojo do segundo mandato do presidente Lula, o qual, dentre outros aspectos, será marcado pela determinação do presidente em assegurar à educação e, particularmente, à educação tecnológica um lugar privilegiado nas políticas do seu governo. No caso da EPT, vale lembrar que, para assegurar a atual expansão e modernização, foi necessário um forte esforço político visando revogar o aparato legal responsável por impedir a sua ampliação por todo o país (PACHECO; PEREIRA; SOBRINHO, 2010, p.2).

Atualmente, as instituições que compõem a Rede Federal estão inseridas em todo o Brasil (ver figura 2). Diferentemente das instituições particulares ou mesmo das universidades

²⁷ Ver dados em <http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal> (acesso em 30/05/2018).

federais, os campi da RFEPCT possuem forte presença no interior do país e em regiões pobres, mostrando a importância dessas instituições para o desenvolvimento regional.

Figura 2 - Mapa da Rede Federal no Brasil



Fonte: Disponível em: <<http://redefederal.mec.gov.br/instituicoes>>. (Acesso em 22/10/2018).

O cenário atual da EPT, sobretudo em decorrência da criação e ampliação dos IFs, aponta para um potencial protagonismo dessas instituições no SNI brasileiro, em virtude tanto da verticalização do ensino, quanto da forte ênfase em tecnologia e inovação que são parte da nova missão institucional dos IFs. Essas instituições fazem parte uma nova proposta político-pedagógica e de um modelo institucional bastante inovador no cenário nacional, construído a partir da própria experiência brasileira e sem paralelos em outros países (PACHECO, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os dados relativos às infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais. Essas informações foram contempladas no questionário enviado pelo MCTI/CNPq/IPEA aos coordenadores dessas infraestruturas, os quais se responsabilizaram pelo envio das informações.

Na tabela 1 pode-se verificar a distribuição regional e a área física total das infraestruturas. Das 61 que participaram da pesquisa, 26 informaram no questionário que suas áreas físicas totais eram inferiores a 50m² e 20 relataram estar entre 50 e 100m²; apenas quatro disseram possuir mais de 200m² de área física total, sendo 3 localizadas na região Sul e uma no Nordeste. Percebe-se, ainda, que cerca de 75% das infraestruturas possuem uma área física inferior a 100m², totalizando 46 infraestruturas, o que significa que para cada 4 infraestruturas, 3 se enquadram nesse perfil.

No levantamento geral feito por De Negri e Schmidt (2016), a média das infraestruturas de pesquisa do Brasil se situa em torno de 205m², demonstrando que os laboratórios de pesquisa dos IFs, a partir da amostra aqui utilizada, são de menor escala em comparação os seus pares nacionais.

Tabela 1 - Número de infraestruturas e área física total por região geográfica

Região Geográfica	Área física (m ²)					Total
	Não informado	Inferior a 50	De 50 a 100	De 100 a 200	Superior a 200	
2. Nordeste	0	5	6	0	1	12
3. Sudeste	0	1	0	0	0	1
4. Sul	7	19	13	3	3	45
5. Centro-Oeste	1	1	1	0	0	3
Total	8	26	20	3	4	61

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

Nota: Nenhum coordenador de infraestrutura de pesquisa dos IFs da região Norte enviou o questionário respondido para a equipe do IPEA, razão pela qual essa região não está contemplada nesta pesquisa.

Na tabela 2, cada coordenador foi solicitado a indicar quais grandes áreas do conhecimento estariam associadas às suas infraestruturas. Nota-se que as áreas de engenharia e ciências exatas e da terra correspondem a 76% do total, demonstrando a inclinação dos IFs para as chamadas ciências duras. Apenas 5 respondentes indicaram as ciências humanas e da saúde como áreas preponderantes de suas pesquisas, sendo 2 e 3 respectivamente.

A forte ligação dos IFs com a área tecnológica possui forte associação com o perfil dos cursos oferecidos por essas instituições, que em grande parte são cursos técnicos nas modalidades integrado e subsequente ligados à indústria e agropecuária (no caso das antigas escolas agrotécnicas), além de cursos superiores nas áreas tecnológicas e engenharias.

Convém lembrar que o Decreto nº 4.127, de 25 de fevereiro de 1942, ainda no governo de Getúlio Vargas, transformou as Escolas de Aprendizes e Artífices em Escolas Industriais e Técnicas, passando a oferecer a formação profissional em nível equivalente ao do secundário com o objetivo de oferecer mão-de-obra especializada para a nascente indústria brasileira. Desta forma, desde a sua gênese, os IFs mostram sua vocação para o ensino industrial e técnico, sendo esse um de seus principais legados para o país.

Tabela 2 - Distribuição das infraestruturas por grande área do conhecimento

Grande Área	Nº de Infraestruturas	%
Ciências Agrárias	13	16
Ciências Biológicas	3	3
Ciências Exatas e da Terra	28	31
Ciências Humanas	2	2
Ciências da Saúde	3	3
Engenharias	40	45
Total	89	100

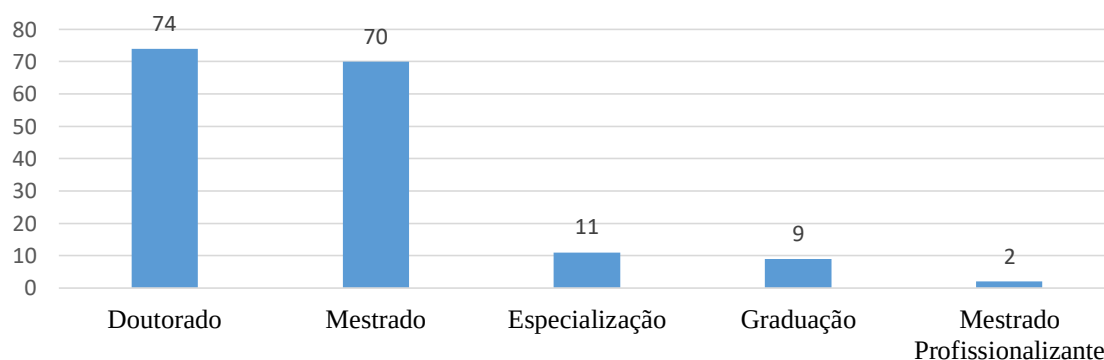
Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

Nota: A soma desta tabela é maior do que o número total de infraestruturas, pois, nessa questão, os coordenadores poderiam escolher mais de uma área do conhecimento como área predominante da infraestrutura.

Em relação ao número e qualificação dos pesquisadores em atividade nas infraestruturas dos IFs (gráfico 2), dos 166 pesquisadores listados, cerca de 88% possuem pós-graduação stricto sensu (mestrado acadêmico ou profissionalizante ou doutorado), sendo que 74 são doutores (45%). Os estudantes de graduação representam apenas 5% do total (9 alunos).

Percebe-se ainda que o número de pesquisadores por infraestrutura é relativamente baixo, pois cada laboratório não chega a ter 3 pesquisadores (2,72). Esse número é inferior ao encontrado por De Negri e Schmidt (2016) no levantamento geral, que é de 4 pesquisadores por infraestrutura. Como as infraestruturas dos IFs também são menores que a média nacional, isso pode explicar, em parte, essa proporção inferior.

Gráfico 2 - Número de pesquisadores atuando nas infraestruturas de pesquisa segundo titulação



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

A tabela 3 mostra o número de pesquisadores nas infraestruturas de pesquisa por tipo de vínculo com a instituição. Nesse quesito, fica evidente a concentração dos pesquisadores que são funcionários públicos, notadamente professores, os quais representam quase 98% do total. É praticamente irrelevante a participação dos pesquisadores bolsistas e celetistas, o que aponta

para uma necessidade de abertura para esses tipos de contratos com recursos humanos vinculados a área de pesquisa.

Além disso, há ainda outra particularidade que envolve os institutos federais (assim como as universidades federais): não existe o cargo de “pesquisador” no quadro funcional dessas instituições, sendo as atividades de pesquisa realizada pelos professores, que precisam preencher seus horários com outras atividades pertinentes à função docente, tais como preparação e ministração de aulas, atividades de extensão e de gestão institucional.

Tabela 3 - Número de pesquisadores nas infraestruturas de pesquisa por tipo de vínculo com a instituição

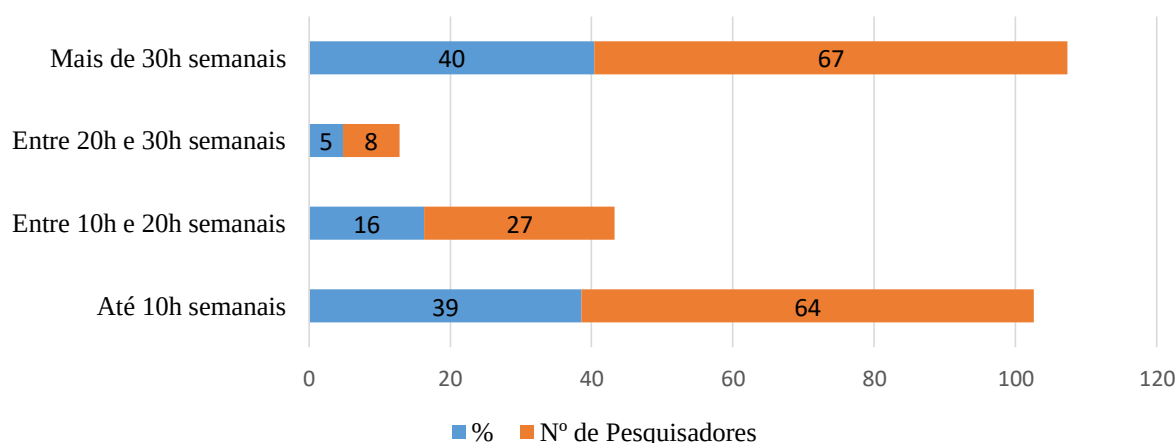
Tipo de vínculo	Total	%
Bolsista	1	0,6
Celetista	1	0,6
Outro	2	1,2
Servidor público	162	97,59
Total	166	100

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.
Elaboração própria.

Apesar dos pesquisadores serem em sua imensa maioria composta de professores, os quais preenchem suas atividades de pesquisa com as demais funções docentes, cerca de 40% (67 pesquisadores) afirmaram destinar mais de 30 horas semanais para aos trabalhos de pesquisa relacionados às suas infraestruturas (gráfico 3). No outro oposto, 64 (quase 40%) indicaram que destinam até 10 horas semanais para seus laboratórios. Os demais 21 pesquisadores (35%) dedicam entre 10 a 30 horas por semana.

Nesse mesmo quesito, De Negri e Schmidt (2016) encontraram, para a amostra geral, que a maior parte dos pesquisadores atua por mais de trinta horas semanais na infraestrutura (65%) e Squeff (2016), que analisou esses mesmos dados aplicados ao setor de defesa do Brasil, informa que 54% dos pesquisadores também destinam mais de 30 horas semanais nas suas infraestruturas de pesquisa.

Gráfico 3 - Número de pesquisadores nas infraestruturas de pesquisa, por tempo de dedicação à infraestrutura

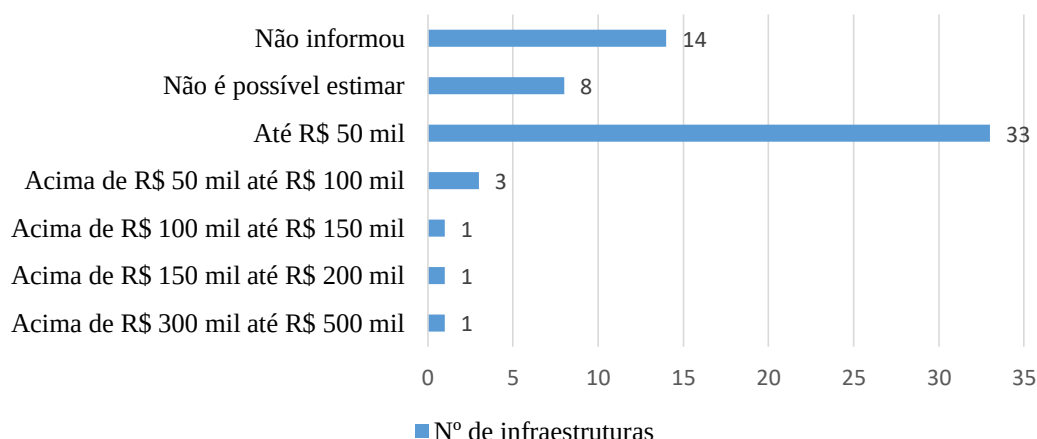


Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

Em se tratando dos custos operacionais (gráfico 4), mais de metade das infraestruturas (33, 54%) informaram que seus custos não ultrapassaram R\$ 50 mil no ano de 2012, valor que chega a quase 60% se for considerado os custos de até R\$ 100 mil. As categorias de maior valor (superior a R\$ 100 mil) tiveram apenas uma indicação cada. Nenhum IFs ficou situado entre as categorias de custos de R\$ 250 mil/ano e R\$ 300 mil/ano e também superior a R\$ 500 mil, o que demonstra que a infraestrutura de pesquisa dos IFs pode ser classificada em média como de pequeno porte.

Convém ressaltar que 22 coordenadores (cerca de 1 em cada 3) não souberam informar os custos operacionais anuais, mesmo sendo apresentadas a eles as opções categóricas, o que facilitava a estimação dos custos por representar um valor aproximado. Uma possível explicação para este fato é sugerida por De Negri e Schmidt (2016), que associam este problema à ausência de centros de custos ou departamentalização das infraestruturas de pesquisa.

Gráfico 4 - Custos operacionais anuais das infraestruturas estimados pelos seus coordenadores para o ano de 2012



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

Santos (2000), tendo como base de estudo a Universidade de Minho em Portugal, sugere que as instituições de ensino e pesquisa desenvolvam um modelo de imputação de custos por meio de projetos a fim de resolver problemas dessa natureza, o qual abrangeria:

- a) cursos de graduação;
- b) cursos de pós-graduação no âmbito de cada departamento;
- c) as infraestruturas de pesquisa;
- d) unidades culturais;
- e) serviços voltados à comunidade.

Apesar de incluir os laboratórios de pesquisa, o modelo proposto por Santos (2000) é voltado para as instituições de ensino superior organizadas em faculdades ou departamentos, notadamente as universidades, o que exigiria dos IFs um esforço de adequação e adaptação desse modelo.

No cenário brasileiro, Silva et al. (2013) lembram que há dois métodos oficiais de custeio para Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) adotados no país: o método do Tribunal de Contas da União (TCU), e o método do Ministério da Educação e Cultura (MEC)²⁸. O utilizado pelas IFES é o do MEC, que em 1994 publicou o manual denominado Sistema de Apuração de Custos das Instituições Federais de Ensino Superior, com o intuito de subsidiar essas instituições na apuração de seus custos. Este manual é padronizado, assim como o do TCU, e voltado para as universidades públicas federais, ficando os IFs desprovidos de um

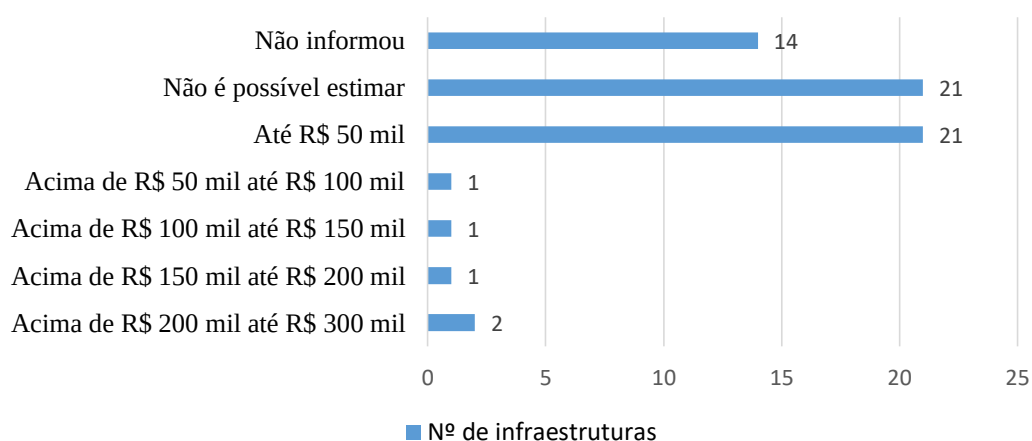
²⁸ Atualmente Ministério da Educação

sistema personalizado, o que pode explicar parcialmente o desconhecimento dos coordenadores das infraestruturas de pesquisa sobre seus custos operacionais.

De maneira semelhante ao ocorrido com os custos operacionais, foi apresentado aos coordenadores algumas faixas possíveis de receitas anuais que mais se assemelhavam às suas infraestruturas (gráfico 5). Também chama atenção o fato de que mais da metade (57%) dos coordenadores não souberam informar suas receitas anuais, valor superior ao ocorrido com os custos operacionais (36%). Isso significa que 35 coordenadores, de um total de 61 entrevistados, não tinham qualquer controle de suas receitas anuais, fato que dificulta o planejamento de médio e longo prazo dessas infraestruturas, como, por exemplo, aquisição de equipamentos, concessão de bolsas, verbas de bancada para participação em eventos, publicação de livros, etc. No levantamento geral, De Negri e Schmidt (2016) relatam que 37% dos respondentes não souberam dar qualquer tipo de resposta, número bem inferior ao apresentado pelos IFs.

Como apenas 26 coordenadores responderam essa questão, a grande maioria (80% dos respondentes) das infraestruturas recebem até R\$ 50 mil por ano, o que equivale a cerca de R\$ 4 mil mensais. Como há um forte desconhecimento por parte dos coordenadores acerca dos aspectos econômicos de suas infraestruturas, esses dados devem ser vistos com cautela, uma vez que pode ter havido imprecisões na resolução do questionário.

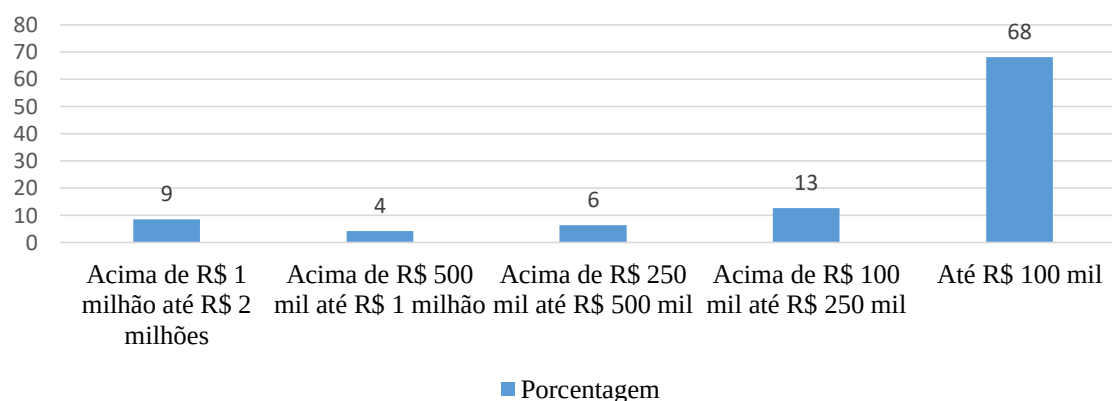
Gráfico 5 - Receitas anuais das infraestruturas estimadas pelos seus coordenadores para o ano de 2012



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

O valor dos equipamentos de pesquisa disponíveis em 2012 (gráfico 6) também sugere que as infraestruturas de pesquisa dos IFs são de pequeno porte, uma vez que 68% dos coordenadores informaram que o conjunto dos equipamentos de pesquisa não ultrapassam a quantia de R\$ 100 mil, ainda que cerca de 5 respondentes (9% das unidades de pesquisa) tenham indicado valores entre R\$ 1 milhão e R\$ 2 milhões.

Gráfico 6 - Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa disponíveis na infraestrutura



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA. Elaboração própria.

Sobre essa questão, Albuquerque et al. (2005) salienta que investimentos públicos em modernização e ampliação das infraestruturas de pesquisa deve ser visto como política estratégica de C,T&I, especialmente quando se trata de países emergentes, como é o caso do Brasil, onde além de impulsionar esses países para a fronteira do conhecimento científico e tecnológico global, esses investimentos tem potencial de realizar recuperação econômica por meio da economia gerada pelas inovações tecnológicas e também pela absorção de novas tecnologias produzidas em outros países.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Nacional de Inovação no Brasil é visto como imaturo e pouco eficiente se comparado aos SNIs de países desenvolvidos (ALBUQUERQUE et al., 2005). Vechio (2017) sugere que essa condição é caracterizada pela baixa quantidade e qualidade da infraestrutura científico-tecnológica existente no país e pela sua pouca relação com o setor produtivo. Tudo isso está aliado ao fato de o Brasil apresentar uma industrialização tardia e por ter um sistema universitário recente (FÁVERO, 2006).

A transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), Escolas Agrotécnicas Federais e Escolas Técnicas Federais em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), ocorrido no final de 2008, não foi apenas uma mudança de nome, mas de perfil institucional. Aos IFs compete realizar e estimular a pesquisa aplicada, com foco no empreendedorismo e na inovação, visando o desenvolvimento científico e tecnológico das localidades onde estão inseridos, sendo um agente importante no Sistema Nacional de Inovação do Brasil.

Desta forma, o novo perfil institucional dos IFs o projeta como um dos agentes estatais de promoção do ensino, pesquisa, extensão e inovação, sem negar a sua base de sustentação, que é a oferta de cursos técnicos à sociedade. Nesse sentido, é imperativo que os IFs possuam uma infraestrutura de pesquisa moderna e equipada com recursos financeiro e humanos a fim de cumprir a sua nova vocação socioeconômica, além da educacional.

Entretanto, analogamente ao que ocorre com a universidade brasileira (RAPINI, 2007), o presente estudo mostrou que os IFs do Brasil ainda não possuem uma infraestrutura de pesquisa ampla, moderna e competitiva, ainda que mudanças recentes tenham sido implementadas visando a modernização dessas instituições, como alterações na legislação e também no perfil institucional, o que aponta para a necessidade de mais investimentos visando ampliação, modernização e gestão dos laboratórios de pesquisa.

Os dados mostraram ainda que os IFs possuem uma forte associação com as áreas de ciências exatas e da terra e engenharias, o que os tornam mais próximos do setor produtivo, sobretudo com a indústria, demonstrando um grande potencial de aproximação das atividades de ensino e pesquisa com as demandas tecnológicas do mercado, contribuindo para a construção de um Sistema Nacional de Inovação mais moderno, dinâmico e competitivo.

Portanto, as informações aqui apresentadas sugerem que as infraestruturas de pesquisa dos IFs precisam melhorar nos seguintes quesitos: a) ampliação dos espaços físicos; b) modernização dos equipamentos; c) aumento do número de estudantes de graduação que participam das infraestruturas; d) ampliação dos pesquisadores com outros vínculos além de servidor federal, tais como bolsistas e celetistas; e) ampliação das receitas operacionais, em geral destinadas à concessão de bolsas, verbas para participação em eventos, publicação de livros etc. e d) aprimorar sua apuração de custos e receitas visando uma melhor gestão financeira de suas unidades de pesquisa.

Sugere-se que trabalhos futuros ampliem a amostra e incluam também os chamados Polos de Inovação, que são laboratórios de pesquisa dos IFs escolhidos para tornarem-se referência nacional no desenvolvimento da pesquisa aplicada e na qualificação de recursos humanos para ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M. National systems of innovation and non-OECD countries: notes about a tentative typology. **Revista de Economia Política**, v. 19, n. 4, p. 35-52, 1999.

ALBUQUERQUE, E. M; BAESSA, A. R.; KIRDEIKAS, J. C. V.; SILVA, L. A.; RUIZ, R. M. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista de Economia contemporânea**, v.9 n.3. Rio de Janeiro: set/dez, 2005.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016 - 2019**. Brasília, 2016.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: Ipea, 2013.

DE NEGRI, Fernanda, SCHMIDT, Flávia de Holanda. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. **A Universidade no Brasil**: das origens à Reforma Universitária de 1968. Educar, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 330-348.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LUNDVALL, B. National innovation systems – analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, fev. 2007.

MAMEDE, Michele; RITA, Luciana Peixoto Santa; SÁ, Eliana Maria Oliveira et al. Sistema Nacional de Inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **Navus**, v.6, n.4. p. 06-25, out/dez de 2016.

MANFREDI, Sílvia Maria. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MENDONÇA, Marco A. de; LIMA, Divany Gomes; SOUZA, Jano Moreira de. Cooperação entre ministério da defesa e COPPE/UFRJ: uma abordagem baseada no modelo triple helix III. In: DE NEGRI, João Alberto e KUBOTA, Luis Claudio (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MORAIS, Gustavo Henrique; KIPNIS, Bernardo. Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: uma abordagem histórica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.23, n.52, p. 693-716, 2017.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo:** Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. Brasília: FINEP, 2005.

PACHECO, Eliezer Moreira. PEREIRA, Luiz Augusto Caldas, DOMINGOS SOBRINHO, Moisés. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: limites e possibilidades. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 16, n. 30, p. 71-88, jan./jun. 2010.

PACHECO, Eliezer Moreira. **Os Institutos Federais:** uma revolução na educação profissional e tecnológica. Natal: IFRN, 2010.

RAPINI, Márcia Siqueira. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, v.37, n.1, São Paulo, jan./mar. 2007.

RODRIGUEZ, A.; DAHLMAN, C.; SALMI, J. **Conhecimento e inovação para a competitividade**. Brasília: CNI, 2008.

SANTOS, Guilherme da Silva dos; MARCHESAN, Maria Tereza Nunes. Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil e seus docentes: trajetos e desafios. **Linguagens - Revista de Letras, Artes e Comunicação**, v. 11, n. 1, p. 357-374, jan./abr. 2017.

SANTOS, Sérgio Machado dos. Modelo de imputação de custos e de recursos: o caso da Universidade do Minho. **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 13, n. 2, p. 267-292, 2000.

SILVA, Elvis Magno da, CARVALHO, Francisval de Melo, BENEDICTO, Gideon Carvalho de, ALVARENGA, Tiago Henrique de Paula. Método de Custeio de Instituições Federais de Ensino Superior: a Metodologia do Tribunal de Contas da União & Metodologia do MEC. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 6, n. 1, p.97-105, 2013.

SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt. Sistema setorial de inovação em defesa: Análise do caso do Brasil. In: DE NEGRI, Fernanda; SCHMIDT, Flávia de Holanda. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, **Texto para discussão**, n. 329, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VECHIO. Angelo Del. Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e a pesquisa na universidade brasileira: implicações geopolíticas. **Laplage em Revista** (Sorocaba), vol.3, n.3, set/dez de 2017, p.133-146.

VILLASCHI. Arlindo. Anos 90, uma década perdida para o sistema nacional de inovação brasileiro? **São Paulo em Perspectiva**, v.19, n.2, Abr/Jun, 2005.

5. INFRAESTRUTURA ACADÊMICA DE PESQUISA E INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NO CONTEXTO DOS INSTITUTOS FEDERAIS DO BRASIL²⁹

RESUMO: Em que medida as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais (IFs) possuem recursos técnicos, financeiros e humanos adequados às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e como elas se relacionam com o setor privado? Este artigo propõe responder essa questão verificando as principais interações existentes entre as infraestruturas de pesquisa dos IFs com outros atores institucionais, sobretudo as empresas. Foram utilizados dados primários oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Do total de 1760 infraestruturas que participaram do levantamento geral, 61 pertencem aos IFs. Os dados apontam para uma forte vocação dos IFs com o setor privado, sobretudo com a indústria de transformação, ainda que as ações efetivas de cooperação com as empresas estejam incipientes e haja pouca interação com instituições e empresas estrangeiras, demonstrando uma fraca internacionalização das unidades de pesquisa.

Palavras-chave: Interação Universidade-Empresa. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Infraestrutura de Pesquisa.

ABSTRACT: In what way do the research infrastructures of the Federal Institutes (FIs) have technical, financial and human resources that are appropriate for Science, Technology and Innovation (ST&I) and how do they interact with the private sector? This article proposes to answer this question by verifying the main interactions between the research infrastructures of the FIs with other institutional actors, especially the companies. The data used was primary data coming from the unprecedented mapping done by MCTI/CNPq/IPEA, which was provided by the Directorate of Sectoral Studies and Policies for Innovation and Infrastructure (DISET-IPEA). From the total of 1760 infrastructures that participated in the general data collection, 61 belong to the Federal Institutes. The data points to a strong vocation of the Federal Institutes for the private sector, especially with the manufacturing industry, even though the effective actions of cooperation with companies are still incipient and there is little interaction with international institutions and companies, evidencing a weak internationalization of the research units.

Keywords: University- Company Interaction. Federal Institute of Education, Science and Technology. Research Infrastructure.

²⁹ Artigo parcialmente aceito (com revisões requeridas) no periódico LAPLAGE EM REVISTA - UFSCAR (ISSN:2446-6220, Qualis A1), onde se encontra na 1ª rodada de revisão.

1. INTRODUÇÃO

A relação entre as instituições de ciência e tecnologia com o setor produtivo tem sido encarada como uma nova revolução acadêmica, tamanha é a importância dessa interação. A primeira revolução acadêmica ocorreu ainda no século XIX, quando as atividades de pesquisa foram plenamente integradas no contexto das universidades, que até então estavam centradas na disseminação do conhecimento através das atividades voltadas para o ensino (RODRIGUES, 2011). Nos séculos XX e XXI, as universidades são chamadas para um novo protagonismo histórico, o de serem corresponsáveis pelo desenvolvimento regional e local, contribuindo diretamente para o avanço social e econômico das sociedades onde atuam (ETZKOWITZ, 2001). Esse movimento surgiu na segunda metade do século XX e adveio das experiências de várias universidades, a exemplo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Stanford e Harvard, onde surge o conceito de Universidade Empreendedora (CUNHA; NEVES, 2008).

Dentro dessa conjuntura e aplicando especificamente ao contexto da América Latina, Sábato e Botana (1975) propuseram a tese de que a cooperação universidade-empresa-governo possui papel decisivo na promoção do desenvolvimento socioeconômico dos países dessa região. As agendas de superação das crises econômicas e sociais aplicadas aos países latino-americanos deveriam incluir fortemente a inserção de políticas de incentivo à pesquisa científico-tecnológica, sob pena de tornar esses países distantes de uma condição de vida moderna.

Pode-se resumir a proposta de Sábato e Botana (1975) em quatro argumentos: a) o processo de absorção de tecnologias (via importação) seria mais eficiente se o país receptor possuísse uma sólida infraestrutura de pesquisa capaz de realizar a adequada transferência de tecnologia; b) a especialidade das condições de cada país para conseguir uma utilização inteligente dos fatores de produção; c) a ênfase nas exportações de bens com maior valor agregado, deixando de lado a velha condição de país primário exportador; d) políticas de apoio à ciência e a tecnologia como catalisadoras da mudança social (PLONSKI, 1995).

Enquanto no Triângulo de Sábato (como ficou conhecida a proposta) explica como cada vértice que compõe o modelo (governo, estrutura produtiva e infraestrutura científico-tecnológica) interage uns com os outros ou com a sociedade, em um fluxo de informação unidirecional, a chamada hélice tríplice propõe uma interação mais dinâmica entre as mesmas três vértices. Enquanto o governo estabelece as políticas, a indústria e a ciência estão constantemente interagindo entre si. Ambas as teorias descrevem os atores envolvidos nas relações universidade-indústria e os canais de transferência de tecnologia e conhecimento que serão adotados a partir do contexto de cada país. De acordo com o ambiente do país, as

universidades ou as empresas podem estabelecer diferentes formas de transferência de conhecimento (ZAWISLAK; DALMARCO, 2011). Essa relação dinâmica proporcionaria maiores chances do conhecimento e da tecnologia produzida chegar ao setor produtivo com maior eficiência e rapidez.

No entendimento de Zawislak e Dalmarco (2011), o modelo de hélice tríplice é uma visão atualizada do triângulo de Sábato e também busca integrar a ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico entre os mesmos três atores. Contudo, o modelo de hélice tríplice baseia-se em uma hélice, onde o conhecimento circula principalmente entre a indústria e as instituições de pesquisa (academia), tendo o governo um papel de desenvolvimento e de monitoramento de políticas públicas de estímulo à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) (ZAWISLAK; DALMARCO, 2011).

A proposta da hélice tríplice, que surgiu na primeira metade da década de 1990, é alertar para o fato de que na era da economia do conhecimento, somente a interação orgânica entre esses três atores seria capaz de criar um sistema de inovação durável e eficaz para as sociedades. Os casos de sucesso oriundos de universidades como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) inspiraram a proposição do modelo por Henry Etzkovitz em parceria com Loet Leydesdorff, no qual a inovação é encarada como um processo bastante complexo e ao mesmo tempo contínuo, exigindo dos agentes muito mais que esforço mútuo, mas eficiência e eficácia na cooperação entre eles (STAL; FUJINO, 2005).

Para Etzkowitz e Leydesdorff (2000), os objetivos da hélice tríplice são criar um ambiente inovador, através da interação entre empresas e universidades (causando *spin-off* acadêmico³⁰); gerar iniciativas trilaterais baseadas no conhecimento com foco no desenvolvimento econômico; formar alianças estratégicas entre empresas de grande e pequeno porte, que operam em diferentes áreas e com níveis de tecnologia distintos; incentivar a cooperação entre infraestruturas de pesquisa pública e grupos de pesquisas acadêmicas. Esses arranjos são frequentemente encorajados, mas não controlados pelo governo.

Enquanto o triângulo de Sábato tem como ator principal o governo e o modelo de hélice tríplice evidencia as intuições de pesquisa, o modelo conhecido como Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) coloca em destaque o papel das empresas como agente principal no processo inovativo. Como o SNI é um sistema dinâmico, Perucchi e Mueller (2016) lembram que é comum alguns autores, mesmo que de maneira minoritária, terem opiniões diferentes quanto ao agente de maior importância no modelo. Desta forma, alguns poderão destacar o papel do

³⁰ *Spin-off* acadêmico é uma empresa criada para explorar uma propriedade intelectual gerada a partir de um trabalho de pesquisa desenvolvido em uma instituição acadêmica (PIRNAY; SURLEMONT; NLEMVO, 2003).

Estado, enquanto outros poderão dá ênfase às universidades enquanto propulsora da inovação, sem com isso desqualificar ou mesmo desconfigurar o modelo de SNI.

O conceito de SNI tem a contribuição de vários autores, dos quais se destacam os trabalhos de Freeman (1988), Nelson (1988) e Lundvall (2007). De início, duas interpretações envolvendo o conceito de SNI surgem a partir dos trabalhos desses autores. Enquanto que para Nelson (1988), um SNI é um conjunto de instituições (empresas e universidades) que interagem entre si para promover a inovação, Freeman (1988) e Lundvall (2007) sugerem que o SNI, além do que foi colocado por Nelson (1988), engloba as ações estratégicas que as instituições realizam entre si no esforço conjunto de promover a inovação de um país. Nos dois casos, figura-se o conceito de que o processo de inovação é uma ação coletiva.

De maneira mais ampla, o SNI pode ser definido como o agrupamento de diversas instituições que buscam a ampliação da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou mesmo de uma localidade. Desta forma, o processo inovativo que acontece dentro de uma empresa ocorre devido às relações que essa empresa exerce com outras empresas e instituições, transformando a inovação em um fenômeno sistêmico e interativo. Desta forma, a capacidade de um país, em termo de geração de inovação tecnológica, é definida pelo resultado das relações que os atores do SNI (atores econômicos, políticos e sociais) exercem entre si (CASSIOLATO; LASTRES; MACIEL, 2003).

Optou-se por apresentar brevemente neste trabalho os três principais modelos históricos que tratam da relação universidade-empresa-governo, quais sejam: Triângulo de Sábato, Hélice Tríplice e Sistema Nacional de Inovação. Há na literatura outros modelos e teorias que também tratam dessa mesma temática, os quais não foram tratados por extrapolar o objetivo dessa introdução e por serem eles derivações daqueles modelos. A título de exemplo, Perucchi e Mueller (2016) listam os seguintes modelos: Inovação Aberta (*open innovation*) - modelo abordado por Henry Chesbrough, sistemas de pesquisa pós-moderna (*post-modern research system*) - sistema descrito por Ariel Rip e Barend Van Der Meulen e sistemas de pesquisa em transição (*research system in transition*) - modelo elaborado por Susan Cozzens, Patsy Healey, Ariel Rip e John Ziman.

Até aqui percebeu-se que os variados modelos que tratam da interação universidade-empresa, a despeito de suas divergências, dão elevada ênfase ao papel das instituições de pesquisa enquanto agentes de transformação socioeconômica, o que torna os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil (doravante apresentado pela sigla IF) atores estratégicos na construção de uma nação competitiva e inovadora no cenário mundial. Nesse quesito, uma questão vem à tona: em que medida as infraestruturas de pesquisa dos IFs possuem

recursos técnicos, financeiros e humanos adequados às atividades de CT&I e como elas se relacionam com o setor privado?

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo verificar as principais interações existentes entre as infraestruturas de pesquisa dos IFs com outros atores institucionais, sobretudo as empresas, entendendo, conforme foi relatado na literatura, que essa interação é estratégica na promoção do desenvolvimento científico-tecnológico e também socioeconômico dos países e regiões.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com o Instituto de Pesquisas Econômica Aplicadas (IPEA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), desenvolveu em 2013 um amplo e inédito trabalho que durou cerca de dois anos intitulado “Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil” (DE NEGRI; SCHMIDT, 2016), o qual se configura como o primeiro mapeamento das infraestruturas de pesquisa do Brasil.

Para a construção desse artigo foram utilizados os dados primários oriundos dessa pesquisa do MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Foram entrevistadas 1760 infraestruturas de pesquisa de 130 instituições de ciência e tecnologia do Brasil, em sua maioria composta por universidades (públicas e privadas). Desse total, 61 infraestruturas pertencem aos Institutos Federais (IFs) dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, ficando de fora apenas a região Norte.

Das 61 unidades participantes, 45 (74%) foram caracterizadas como laboratórios, sendo as demais distribuídas em plantas, usinas piloto, laboratórios de informática para uso didático e outros tipos de infraestruturas de pesquisa.

Alguns estados possuem mais de um IF, como é o caso da Bahia, Santa Catarina, Goiás, Rio Grande do Sul e de Pernambuco. Contudo, como não foi disponibilizada a relação nominal das infraestruturas de pesquisa por parte do IPEA, em virtude do sigilo dos participantes, e como essa informação não altera os objetivos do trabalho, os dados serão analisados de forma agregada, isto é, a base de dados será a infraestrutura de pesquisa dos IFs como um todo.

Convém ressaltar que o IPEA, instituição que liderou esse mapeamento, optou por não publicar as informações específicas dos IFs, tendo em vista que objetivo do levantamento estava

focado nos sistemas setoriais de inovação, o que torna este trabalho relevante para o entendimento estrutural dos IFs e de seus laboratórios.

Sobre infraestrutura de pesquisa, entende-se como o “conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio – equipamentos, recursos e serviços – utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de P&D [Pesquisa & Desenvolvimento]” (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013, p. 76).³¹ Como exemplos de infraestruturas de pesquisa, podem-se citar laboratórios, plantas-piloto, biotérios, bases de dados, bibliotecas especializadas, observatórios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outros (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

O trabalho caracteriza-se como sendo uma pesquisa exploratória com levantamento e análise documental, a partir dos dados do MCTI/CNPq/IPEA, com abordagem mista – quantitativa e qualitativa. As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar uma visão geral acerca do problema proposto, sendo bastante útil quando o tema escolhido é pouco conhecido ou pouco explorado (GIL, 2009), adequando-se, desta forma, ao objeto e objetivo do presente estudo.

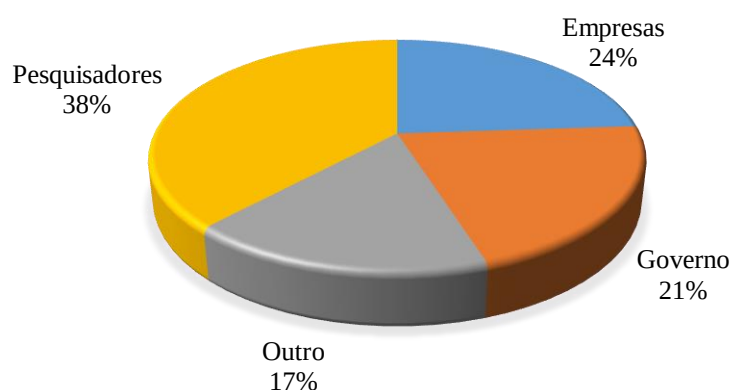
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os dados relativos às atividades de interação existentes entre as infraestruturas de pesquisa dos IFs com outros atores externos, como as empresas, além de trazer os dados relativos a avaliação dessas infraestruturas sob o ponto de vista de seus coordenadores. Essas informações foram contempladas no questionário enviado pelo MCTI/CNPq/IPEA aos coordenadores das infraestruturas de pesquisa, os quais se responsabilizaram pelo envio das informações.

Inicialmente, conforme mostra o Gráfico 1, cerca de uma em cada quatro infraestrutura de pesquisa declararam prestar algum tipo de serviço tecnológico às empresas. Esse número só é menor se comparado com os serviços prestados para pesquisadores de outros laboratórios, o que já era um valor esperado, tendo em vista que os pesquisadores possuem uma maior tendência de se relacionarem entre si, mesmo quando se trata de instituições diferentes.

³¹ Os autores comentam que o conceito de infraestrutura de pesquisa utilizado foi adaptado a partir do conceito empregado no projeto Meril (*Mapping of the European Research Infrastructure Landscape*), patrocinado pela Comissão Europeia no âmbito do *Framework Programme 7*.

Gráfico 1 - Prestação de serviços tecnológicos pelas infraestruturas de pesquisa, segundo tipo de clientes



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

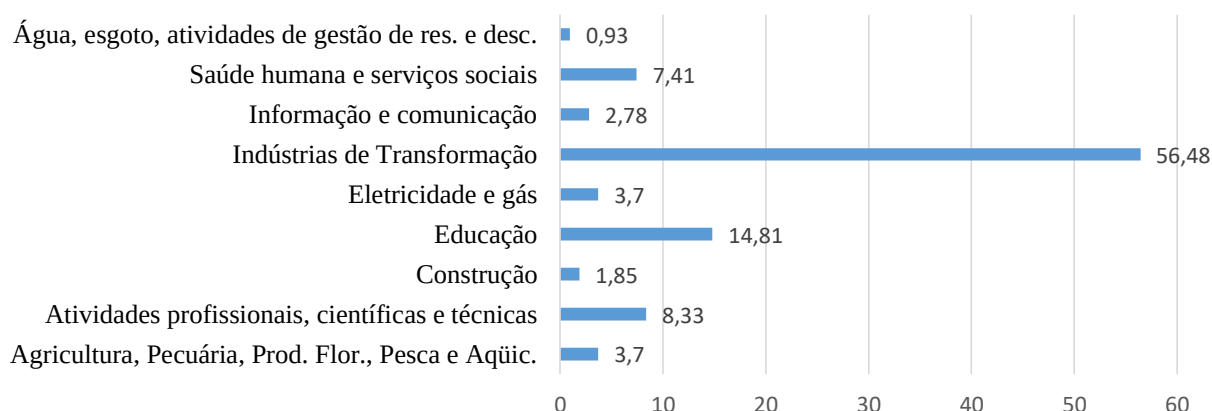
Aos coordenadores foi perguntado sobre os setores de atividade, dentro da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que mais se enquadrariam como potenciais detentores das pesquisas realizadas em suas infraestruturas de pesquisa. Entre as atividades listadas, cerca de 57% dos respondentes (Gráfico 2) destacaram a indústria de transformação, a qual engloba empresas como as de siderurgia, metalurgia, petroquímica, mecânica e alimentos.

A forte ligação dos IFs com a indústria de transformação pode estar associada com o fato de que esse setor envolve a transformação física, química e biológica de materiais com o objetivo de fabricar produtos novos, sejam eles bens de produção ou bens de consumo, atividades essas que possuem muita proximidade com diversos cursos oferecidos pelos IFs, tais como os cursos técnicos nas modalidades integrado e subsequente de eletrotécnica, eletromecânica, eletrônica, edificações, além de cursos superiores nas áreas tecnológicas e engenharias.

Convém lembrar que o Decreto nº 4.127, de 25 de fevereiro de 1942, ainda no governo de Getúlio Vargas, transformou os Liceus Industriais³² em Escolas Industriais e Técnicas, passando a oferecer a formação profissional em nível equivalente ao do secundário com o objetivo de oferecer mão-de-obra especializada para a nascente indústria brasileira. Desta forma, desde a sua gênese, os IFs mostram sua vocação para o ensino industrial e técnico, sendo esse um de seus principais legados para o país.

³² Os Liceus Industriais substituíram as Escolas de Aprendizes Artífices (primeira instituição da Rede Federal) por força da lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937.

Gráfico 2 - Setores de atividade econômica (CNAE) mais frequentemente citados como potenciais usuários das pesquisas realizadas pelas infraestruturas (%)



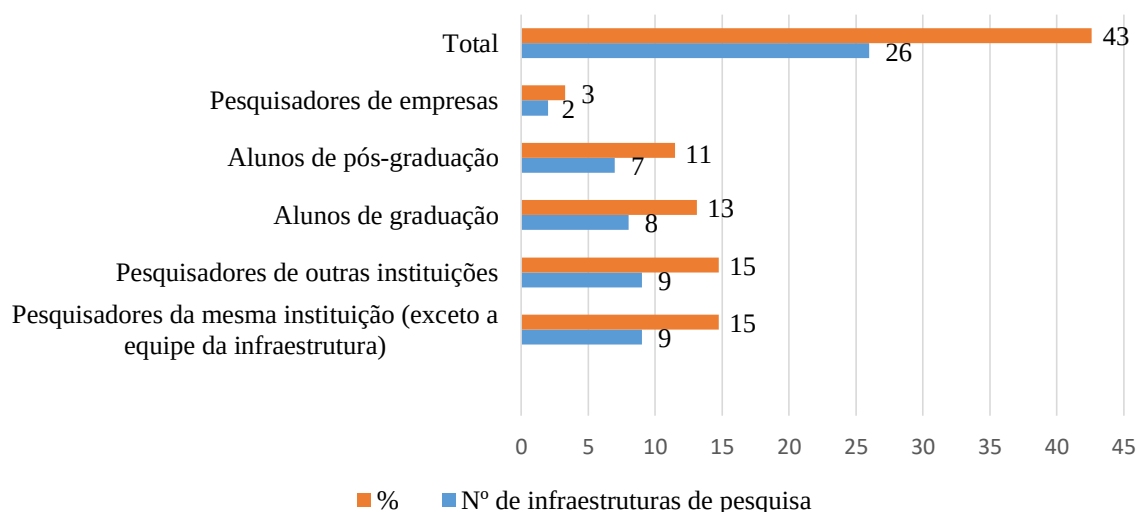
Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

Um indicador importante que mostra o grau de abertura ou mesmo de cooperação de uma infraestrutura de pesquisa é o que revela o quanto ela atendeu usuários externos. Squeff (2016) acredita que uma maior abertura a diferentes tipos de usuários externos estimula o desenvolvimento tecnológico, pois propicia a troca de experiências e resultados, além de estimular a excelência acadêmica e o estreitamento entre as universidades e as empresas.

Os dados contidos no Gráfico 3 revelam que das 61 infraestruturas consultadas, 26 delas informaram ter recebido pelo menos um usuário externo durante o ano-base de 2012, o que corresponde a 28% do total. No questionário, todas as infraestruturas se enquadraram na faixa de atendimento que vai de 01 a 20 usuários externos atendidos.

Em relação ao tipo de usuário externo atendido, pesquisadores vinculados às empresas ocupam a última posição, com apenas 2 infraestruturas recebendo esses profissionais em seus espaços. Fica visível que o perfil majoritário dos usuários externos que visitam as infraestruturas dos IFs é composto de pesquisadores da mesma e de outras instituições, os quais representam quase 70% (18 infraestruturas) de todas os atendimentos externos ocorridos nas unidades de pesquisa, número esse acompanhado de perto pelos estudantes (graduação e pós-graduação), que representam 58% (15 unidades) de todas as 26 infraestruturas que relataram atendimento externo durante o ano de 2012.

Gráfico 3 - Número de infraestruturas de pesquisa que atenderam usuários externos, segundo vínculo com a instituição de origem



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

Outra informação bastante útil para analisar a interação universidade-empresa são as atividades de cooperação que as infraestruturas de pesquisa realizam com os diversos tipos de agentes da sociedade, tais como empresas, agências de fomento e instituições existentes dentro e fora do país.

Essa cooperação constitui-se elemento vital de sobrevivência das empresas na chamada era do conhecimento, conforme salienta Font (1997), o qual sugere que um dos principais obstáculos do desenvolvimento da América Latina reside na falta de comunicação interinstitucional entre os agentes da sociedade, entendimento este seguido por Rapini (2007), que analisou a interação universidade-empresa no Brasil a partir dos grupos de pesquisa do CNPq e constatou que o sistema empresarial produtivo brasileiro pouco aproveita as oportunidades tecnológicas desenvolvidas pelas infraestruturas de pesquisa das instituições de C&T nacional.

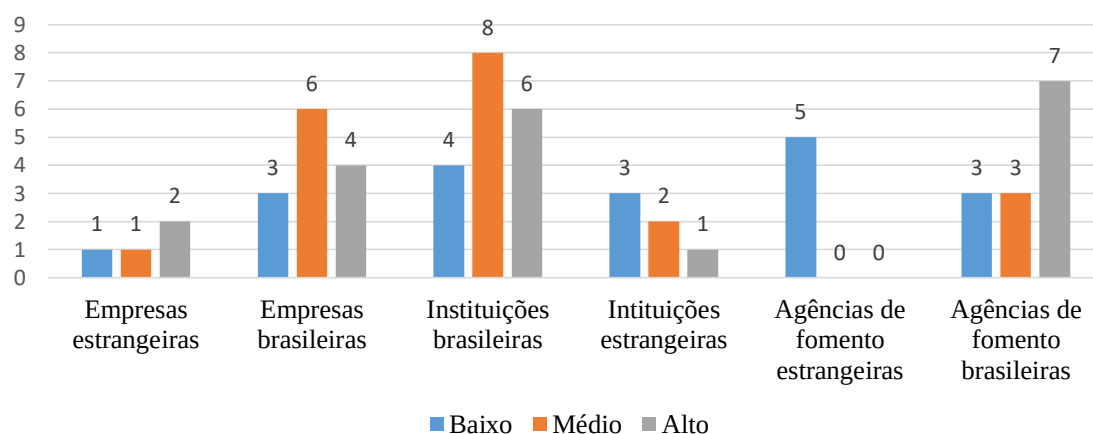
O Gráfico 4 revela os graus de importância que os coordenadores atribuíram aos diferentes tipos de atividades de cooperação desenvolvidas pela instituição durante o ano de 2012, na qual tenha havido participação relevante da infraestrutura. Chama atenção o fato de que a maior propensão à interação das infraestruturas de pesquisa dos IFs está focada nas instituições brasileiras, sejam elas de fomento ou não, apresentando graus médios ou altos de importância.

Em sentido contrário, nenhuma infraestrutura indicou como sendo médio ou alto o grau de importância de suas atividades rotineiras com a cooperação de agências de fomento estrangeiras. A interação com empresas de fora do país também apresentou resultado ínfimo,

pois apenas duas infraestruturas apontaram um alto grau de importância para esse tipo de agente. Esses dados apontam para a pouca internacionalização das infraestruturas de pesquisa dos IFs.

Importante informar que o questionário não obrigava os coordenadores a assinalarem apenas uma opção, o que abria espaço para eles atribuírem, por exemplo, alta importância à cooperação com empresas nacionais e estrangeiras simultaneamente.

Gráfico 4 - Atividade de cooperação realizadas pelas infraestruturas por grau de importância



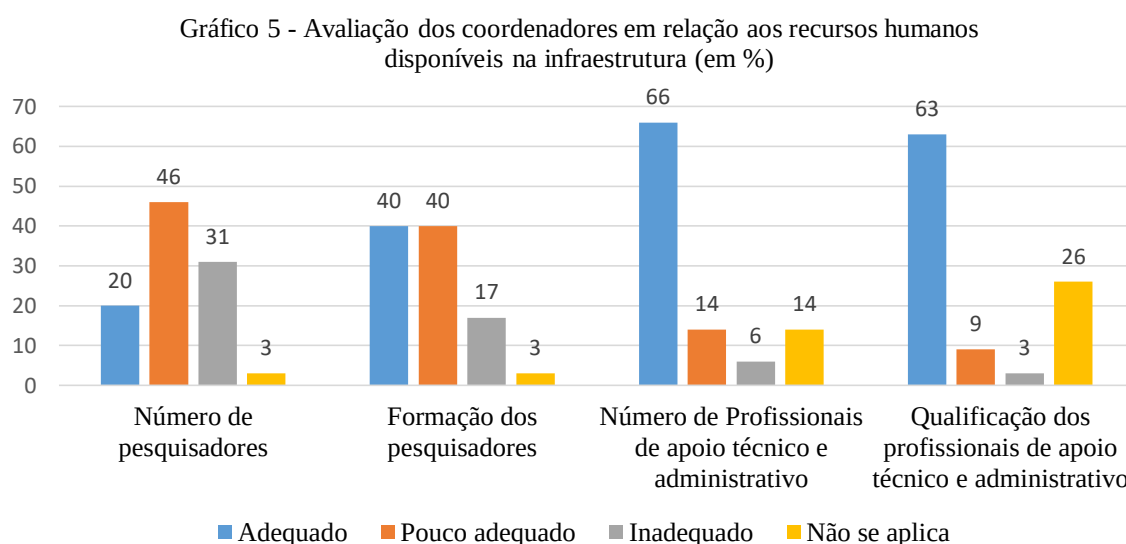
Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

Diante das informações até aqui expostas, a elucidação de uma questão torna-se essencial: estariam as infraestruturas de pesquisa dos IFs adequadas em termos técnicos, financeiros e de recursos humanos para produzir CT&I relevantes e transferi-las para o mercado? Apesar de ser difícil esse tipo de medição, os coordenadores participantes da pesquisa foram solicitados a avaliarem livremente suas infraestruturas, o que possibilitará, sob a ótica desses coordenadores, uma análise avaliativa delas.

O Gráfico 5 mostra a avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura. Observa-se que 2 em cada 3 coordenadores entendem como adequada a quantidade dos profissionais de apoio técnico e administrativo envolvidos nas atividades de pesquisa, percepção estendida também em relação à qualificação desses profissionais, uma vez que 63% dos coordenadores declararam-na adequada.

Por outro lado, mais da metade (57%) entende que a formação dos pesquisadores está pouco adequada ou inadequada. Nesse mesmo campo, 77% dos coordenadores entendem como pouco adequado ou inadequado o número de pesquisadores existentes nas infraestruturas. Squeff (2016) entende que essa lacuna está relacionada às particularidades da Administração Pública Federal Direta, à qual os IFs pertencem, uma vez que a contratação de pesquisadores

está atrelada, em sua maioria, a existência de concurso público. Há ainda outra particularidade no caso das universidades e institutos federais: não existe o cargo de “pesquisador” no quadro funcional dessas instituições, sendo às atividades de pesquisa realizada pelos professores, que precisam preencher seus horários com outras atividades pertinentes à função docente, tais como preparação e ministração de aulas, atividades de extensão e de gestão institucional.



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

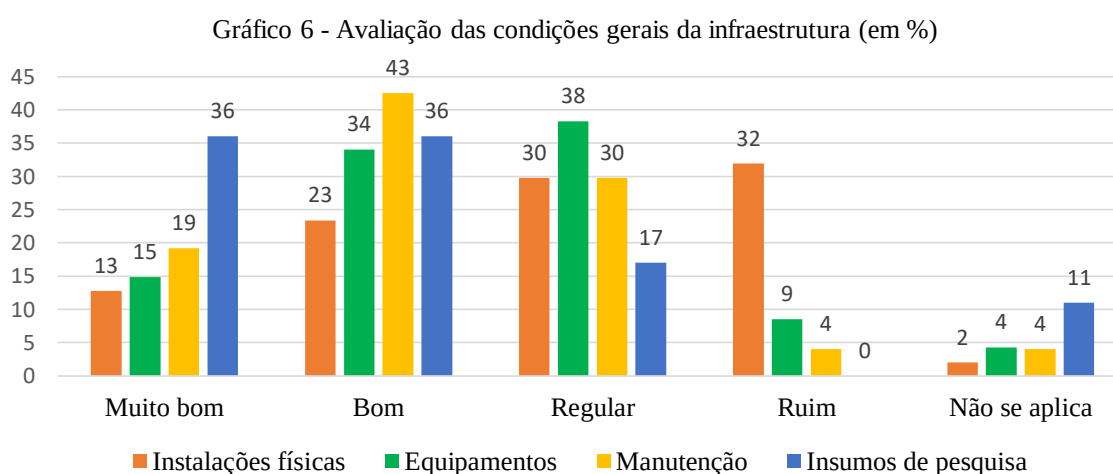
Quando questionados sobre as condições gerais da infraestrutura, os coordenadores puderam opinar sobre quatro áreas: instalação física, equipamentos, manutenção e insumos de pesquisa. Chama atenção o fato de que a pior avaliação foi feita para as instalações físicas, onde quase 1/3 dos respondentes atribuíram um conceito ruim, valor que se aproxima de 2/3 se incorporado a esse valor os que creditam como regular, chegando a 62% do total, conforme pode ser visto no Gráfico 6.

No quesito equipamentos, cerca da metade (49%) dos coordenadores acreditam que os equipamentos disponíveis em suas infraestruturas são no mínimo bons, o que contrasta com avaliação anterior, sugerindo uma forte densidade de equipamentos por metro quadrado. De fato, das 61 infraestruturas dos IFs que participaram da pesquisa, 26 informaram no questionário que suas áreas físicas totais eram inferiores a 50m² e 20 relataram estar entre 50 e 100m², sendo que apenas quatro disseram possuir mais de 200m² de área física total.

Importante notar que os *campi* mais antigos dos IFs, os quais herdaram as instalações dos antigos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), Escolas Técnicas e Escolas Agrotécnicas, tiveram que adaptar suas estruturas à oferta de novos serviços à sociedade, tais

como os cursos superiores e de pós-graduação, além das atividades de pesquisa, extensão e inovação.

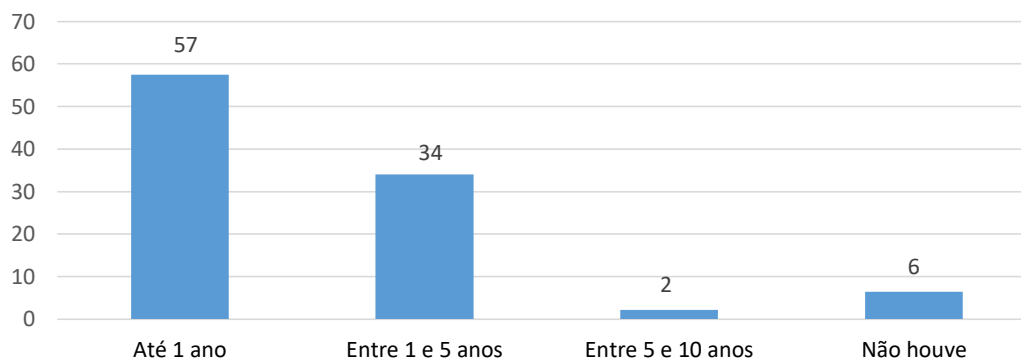
As avaliações positivas ficaram por conta da manutenção das infraestruturas (62% informaram como boa ou muito boa) e também dos insumos disponíveis, em que para cada 10 infraestruturas, cerca de 7 se sentem satisfeitas ou muito satisfeitas. Em termos de valores, os insumos e a manutenção, como bem lembrou Squeff (2016), tendem a ser menos onerosos para a administração pública, o que talvez possa explicar a avaliação mais positiva para eles, tendo em vista que o aumento da área física e a compra de equipamentos exigem maiores investimentos.



O Gráfico 7 mostra o percentual de infraestruturas que realizaram investimentos significativos em modernização ou ampliação nos últimos cinco anos antes de 2012. Como já era previsto, uma vez que a formação dos IFs ocorreu no final de 2008³³, mais da metade dos coordenadores (57%) informaram que último investimento significativo ocorreu em no máximo um ano, demonstrando, de modo geral, que a preocupação com a modernização e ampliação dessas infraestruturas é algo recente nos IFs.

³³ Em 29 de dezembro de 2008, os 31 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), as 75 unidades descentralizadas de ensino (Uneds), juntamente com 39 escolas agrotécnicas e 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a universidades, deixaram de existir para formar os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, o qual integra a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Gráfico 7 - Número de infraestruturas segundo período de realização do último investimento significativo em modernização ou ampliação (em %)



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

A capacidade dos IFs interagirem com o setor produtivo depende também da modernização das suas infraestruturas de pesquisa, uma vez que é no laboratório, através do uso dos equipamentos e com os recursos humanos e financeiros envolvidos, que ocorrem tanto a pesquisa quanto a inovação.

Conforme bem avaliaram Mazzoleni e Nelson (2005), para um país se desenvolver científica e tecnologicamente é preciso altos investimentos para ampliar e modernizar sua infraestrutura de pesquisa, proporcionando um ambiente propício para a produção de conhecimento, transferência de tecnologias e processo inovativo. É importante salientar, conforme observou De Negri e Ribeiro (2013), que boa parte dos investimentos em P&D realizados pelos países é proveniente de universidades e instituições públicas de pesquisa, o que ressalta a importância dos IFs dentro do contexto da CT&I nacional.

Nesse mesmo diálogo, Mazzucato (2014) salienta que o Estado é fundamental para apoiar a atividade inovadora, tendo em vista que ele pode assumir riscos que o setor privado não está disposto a arcar. Ela busca desconstruir o que chama de mito de um estado burocrático e pesado em detrimento de um setor privado dinâmico e inovador. Ao realizar alguns estudos de caso nas áreas de tecnologia da informação, biotecnologia e nanotecnologia, ela mostra que o oposto é verdadeiro, isto é, o setor privado só encontra a motivação e a coragem de investir depois que um Estado empreendedor realizou investimentos de alto risco, como foi o caso do desenvolvimento das tecnologias que tornaram produtos como o iPhone®, o GPS, o assistente virtual acionado por voz (Siri®) e a tela sensível ao toque campeões de mercado. Segundo Mazzucato (2014), todos esses produtos tiveram financiamento estatal para suas implementações.

A Tabela 1 revela as principais fontes adicionais de recursos das infraestruturas no ano anterior (2011), além do seu orçamento próprio. Estão inclusos os projetos de pesquisa financiados por instituições públicas de fomento, subvenções, projetos com empresas, venda de serviços tecnológicos e outros dessa mesma natureza. Observa-se que a principal fonte de receita das infraestruturas de pesquisa está concentrada na própria instituição, ou seja, os recursos são oriundos do próprio orçamento dos IFs. Ainda assim, 75% informaram não ter recebido recursos adicionais no ano anterior à pesquisa.

O financiamento de empresas ocupa o último lugar na escala de importância. Apenas duas infraestruturas relataram ter recebido recursos adicionais oriundos de empresas privadas, sendo que uma delas recebeu valores inferiores a R\$ 10 mil e a outra não ultrapassou a quantia de R\$ 50 mil. Apenas as instituições FINEP e as FAPs tiveram projetos acima de R\$ 100 mil relatados, sendo duas infraestruturas para cada instituição. O CNPq também foi citado, mas os recursos não ultrapassaram a quantia de R\$ 50 mil.

No questionário, os coordenadores poderiam indicar ainda outras fontes de financiamento, quais sejam: CAPES, outra empresa pública, outra instituição pública, Petrobras, prestação de serviços ou outro tipo qualquer. Nenhuma infraestrutura mencionou essas fontes.

Tabela 1 - Principais fontes de receita das infraestruturas de pesquisa segundo a entidade financiadora e o valor dos recursos obtidos em 2012

Instituição financiadora	Receitas para pesquisa (em R\$)											
	Até 10 mil		De 10 a 50 mil		De 50 a 100 mil		A partir de 100 mil		Não possui		Total	
	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%	Q	%
Própria instituição	4	7	4	7	4	7	4	7	45	74	61	100
CNPq	1	2	2	3	0	0	0	0	58	95	61	100
FINEP	0	0	0	0	0	0	1	2	60	98	61	100
FAPs	1	2	0	0	0	0	1	2	59	97	61	100
Empresa privada	1	2	1	2	0	0	0	0	59	97	61	100
Total	7	11	7	11	4	7	6	10	..	..	..	..

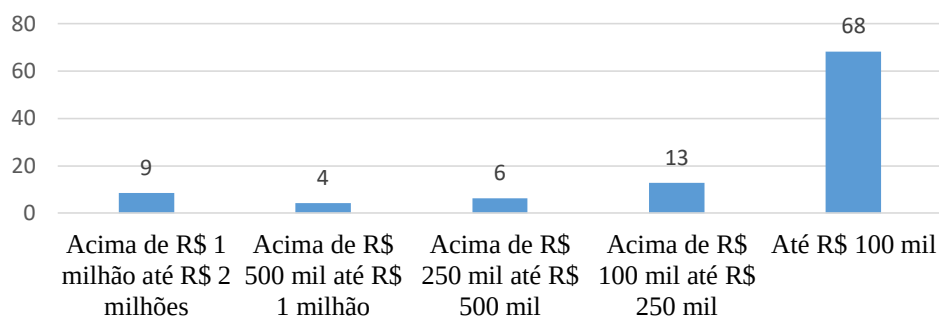
Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

Nota¹: (Q) quantidade de infraestruturas de pesquisa; (..) não se aplica.

Nota²: FAPs: Fundações estaduais de amparo à pesquisa.

A dificuldade de financiamento para modernização das infraestruturas tem impacto direto na aquisição de maquinários modernos, conforme mostra o Gráfico 8, onde 68% dos respondentes disseram que os valores estimados do conjunto dos equipamentos de pesquisa não ultrapassam a quantia de R\$ 100 mil. Apenas 9% delas relataram possuir entre R\$ 1 milhão e R\$ 2 milhões em equipamentos.

Gráfico 8 - Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa disponíveis na infraestrutura (em %)



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

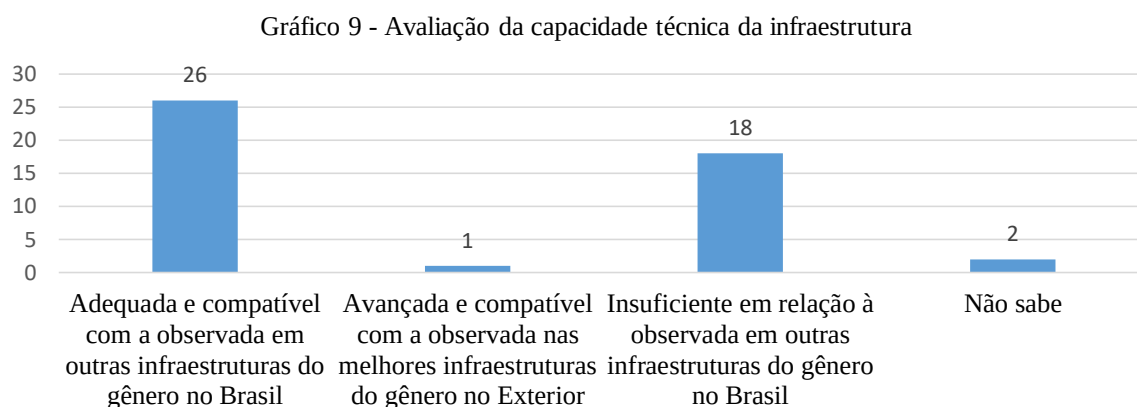
Albuquerque et al. (2005) chama atenção para o fato de que a ciência possui um grande diferencial para os países que estão buscando recuperação econômica (notadamente os países emergentes, como o Brasil). Segundo eles, a ciência gerada nas infraestruturas de pesquisa atuaria como uma espécie de instrumento de focalização e como uma antena para identificar oportunidades tecnológicas e para garantir a capacidade de absorção de novas tecnologias no país. Serviria também como meio de situar esses países no contexto científico e tecnológico internacional, justificando, desta forma, os investimentos públicos em modernização e ampliação das infraestruturas de pesquisa enquanto política estratégica de CT&I.

Por fim, no último item do questionário, os coordenadores fizeram uma avaliação geral da capacidade técnica das infraestruturas (Gráfico 9). Dos 47 que responderam a essa questão, 26 classificaram suas infraestruturas como adequada e compatível com a observada com outras infraestruturas similares do Brasil, o que equivale a 55% do total. Para pouco mais da metade desses coordenadores, os seus laboratórios, onde realizam suas atividades de CT&I, não está incompatível com a realidade nacional.

Contudo, quando comparado com o contexto internacional, apenas um coordenador informou que sua infraestrutura está avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior. De Negri e Schmidt (2016), os quais apresentaram os resultados do levantamento geral, salientam que nesse mesmo item 13% dos respondentes entendem que suas infraestruturas estão de acordo com o padrão internacional de excelência. Squeff (2016) analisou esses mesmos dados aplicados ao setor de defesa do Brasil. Das 44 infraestruturas desse setor que participaram da pesquisa, aproximadamente 7% (3 infraestruturas) relataram padrão de excelência internacional de seus laboratórios.

Observa-se, portanto, que nesse quesito as infraestruturas dos IFs estão abaixo da média nacional e do observado no setor de defesa brasileiro, sendo que os resultados encontrados na

amostra geral e no setor de defesa também estão abaixo do esperado, conforme observam De Negri e Schmidt (2016) e Squeff (2016), respectivamente.



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma fraca infraestrutura de pesquisa, bem como seu distanciamento com o setor produtivo, tem sido apontada como um dos fatores decisivos no atraso de alguns países em termos de desenvolvimento científico e tecnológico (COHEN et al., 2002). Esse cenário tem sido, historicamente, a realidade dos países latino-americanos, em que o Brasil se enquadra, ao contrário, por exemplo, dos países asiáticos, que mesmo a despeito de suas economias em desenvolvimento, conseguem manter um alto crescimento no quesito P&D, devido, entre outros fatores, ao alto grau de investimentos em suas infraestruturas de pesquisa (MAZZOLENI; NELSON, 2005).

Desta forma, quais fatores podem estar relacionados com a baixa interação das instituições de ciência e tecnologia com o setor privado no Brasil, pelo menos em comparação com os países avançados? Gonçalo e Zanluchi (2011) culpam a burocracia como principal razão para a fraca interação entre empresas e universidades no país, sobretudo no que diz respeito às públicas. Ainda que algumas instituições busquem se modernizar em seus processos e contratos administrativos, para os autores, os empresários demonstram uma alta expectativa de encontrarem muita burocracia ao se aproximarem das universidades.

Para Maehler, Cassanego Junior e Schuch (2009), além da alta burocracia que envolve as instituições acadêmicas brasileiras, outros fatores também podem ser creditados como potenciais entraves para a interação universidade-empresa no Brasil. São eles: diferenças culturais, desinteresse da equipe acadêmica (docentes e equipe técnica) e baixo acesso às universidades. Santana e Porto (2009) acrescentam essa lista incluindo as questões político-ideológicas como possíveis entraves ao processo de cooperação entre empresas e universidades.

Outro fator apontado por Gonçalo e Zanluchi (2011) que contribui para o afastamento das universidades do setor produtivo é a sensação de muitos empresários de que a pesquisa realizada nas universidades não lhes diz respeito, ou seja, no imaginário de alguns, a pesquisa acadêmica serve apenas para a academia. O fato do perfil institucional dos IFs ser focado na pesquisa aplicada não os tiram desse cenário, conforme mostrou o Gráfico 4.

No caso dos IFs, a recente transformação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), ocorrido no final de 2008, não foi apenas uma mudança de nome, mas de perfil institucional. Aos IFs compete realizar e estimular a pesquisa aplicada, com foco no empreendedorismo e na inovação, visando o desenvolvimento científico e tecnológico das localidades onde estão inseridos.

Desta forma, o novo perfil institucional dos IFs o projeta como um dos agentes estatais de promoção do ensino, pesquisa, extensão e inovação, sem negar a sua base de sustentação, que   a oferta de cursos técnicos   sociedade. Nesse novo modelo, a aproximação com o setor produtivo torna-se indispensável, sob pena de tornar a nova missão dos IFs in cu.

Como, então, os IFs poderão atingir sua missão? Em que medida suas infraestruturas de pesquisa se relacionam com o setor privado? Diante desse cenário, o presente trabalho procurou responder a essas questões norteadoras, a partir dos dados disponibilizados pelo IPEA, através do mapeamento inédito realizado por esse órgão em parceria com o CNPq e o MCTI.

  semelhança do que acontece com as universidades brasileiras (RAPINI, 2007), os dados aqui expostos apontam que os IFs do Brasil, mesmo diante das melhorias recentes no marco regulatório e institucional, ainda não alcançaram um estágio maduro no que diz respeito   interação com o setor produtivo, o que pode ser parcialmente explicado devido à recente formação e vocação dessas instituições no contexto nacional. A estrutura centenária da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT),   qual teve início no longínquo 1909 com as Escolas de Aprendizizes Artífices, pode ser uma poderosa aliada dos IFs na busca por minimizar esse problema que tem afetado as instituições de CT&I brasileiras.

Constatou-se que as infraestruturas de pesquisa dos IFs se relacionam prioritariamente com pesquisadores (interno e externo   instituição de origem) de dentro do território nacional, demonstrando uma incipiente internacionalização de seus laboratórios de pesquisa. Os dados também demonstraram menor grau de importância atribuído   cooperação com empresas em relação a outros tipos de instituições e  g ncias de fomento, fato este que pode obstaculizar os IFs no cumprimento de sua missão e torná-los entidades públicas descontextualizadas do setor produtivo.

Por outro lado, nota-se forte associação entre as pesquisas realizadas nas infraestruturas e a indústria de transformação, a qual possui estreita relação com os cursos técnicos, tecnológicos e de engenharia ofertados pelos IFs, o que demonstra convergência das atividades de ensino e de pesquisa com as demandas tecnológicas desse setor da atividade econômica e, de modo mais amplo, uma intensa vocação para o mercado.

Em termos de avaliação das infraestruturas de pesquisa, a maioria dos coordenadores sinalizou positivamente em relação ao número e à qualificação dos profissionais de apoio técnico e administrativo, à manutenção e aos insumos de pesquisa, entendendo como pouco adequado ou inadequado o número e a formação dos pesquisadores e das instalações físicas das infraestruturas. Apenas um coordenador declarou que sua infraestrutura está avançada e compatível com os padrões internacionais, o que torna esse último indicador um dos mais preocupantes para os gestores dos IFs.

Conclui-se este trabalho recorrendo ao entendimento de Mazzoleni e Nelson (2007), os quais reforçam a ideia de que as infraestruturas de pesquisa das universidades e demais instituições públicas similares (como os IFs), se constituem como elementos indispensáveis no processo de *catching up* (recuperação econômica) dos países em desenvolvimento. Os autores ainda insinuem que as crescentes mudanças no ambiente econômico e tecnológico internacional farão com que essas instituições fiquem ainda mais importantes e estratégicas num futuro recente, principalmente se forem focadas em áreas como engenharia e ciências tecnológicas, cujo foco está orientado para resolução de problemas e novas soluções para as demandas de mercado modernas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M.; BAESSA, A. R.; KIRDEIKAS, J. C. V.; SILVA, L. A.; RUIZ, R. M. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista de Economia contemporânea**, v.9 n.3. Rio de Janeiro: set./dez. 2005.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Systems of innovation and development: evidence from Brazil**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, nº 1, p. 1-23, 2002.

CUNHA, S. K. da; NEVES, P. Aprendizagem tecnológica e a teoria da hélice tripla. São Paulo: **RAI - Revista de Administração e Inovação**, v. 5, n. 1, p. 97-111, 2008.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: Ipea, 2013.

DE NEGRI, F., SCHMIDT, F. de H. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

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**, n. 29, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H. The second academic revolution and the rise of entrepreneurial Science. **IEEE Technology and Society Magazine**, vol. 20, n.2, p. 18-29, 2001.

FONT, M. F. **Innovación tecnológica y competitividad**: un intento de divulgación de conceptos, enfoques y métodos. Cidade do México: FESCARIBE, 1997.

FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? In: DOSI, G. et al. (Org.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 330-348.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALO, C. R.; ZANLUCHI, J. Relacionamento entre Empresa e Universidade: uma análise de cooperação em um setor intensivo em conhecimento. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, jul./set. 2011.

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

MAEHLER, A. E.; CASSANEGO JUNIOR, P. V.; SCHUCH, V. F. A universidade e o desenvolvimento de empresas de base tecnológica. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, jan./abr. 2009.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. The roles of research at universities and public labs in economic *catch-up*. **Working Paper Series**. Laboratory of Economics and Management Sant’Anna School of Advanced Studies. Italy, august, 2005.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, Issue 10, Pages 1512-1528, 2007.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor**: Desmascarando o Mito do Setor Público vs Setor Privado. São Paulo: portfolio-penguin, 2014.

NELSON, R (Ed). **National innovation systems**: a comparative analysis. Nova York: Oxford University, 1993.

PERUCCHI, V.; MUELLER, S. P. M. Produção de conhecimento científico e tecnológico nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: uma investigação sobre a sua natureza e aplicação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.21, n.1, p.134-151, jan./mar. 2016.

PLONSKI, G. A. Cooperação empresa-universidade: antigos dilemas, novos desafios. São Paulo: **Revista USP**, v.25, p.32-41, 1995.

RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, v.37, n.1, São Paulo, jan./mar. 2007.

SÁBATO, J. A., BOTANA, N. La ciencia y la tecnologia en el desarrollo futuro de América latina. In: SABATO, J.A. **El pensamiento latinoamericano em la problemática: ciência-tecnología-desarrollo- dependencia**. Buenos Aires: Paidós, 1975.

RODRIGUES, C. Universities, the Second Academic Revolution and Regional Development: A Tale (Solely) Made of “Techvalleys”? **European Planning Studies**, v. 19, n. 2, 2011.

SANTANA, E. E. P.; PORTO, G. S. E Agora, o que Fazer com Essa Tecnologia? Um Estudo Multicaso sobre as Possibilidades de Transferência de Tecnologia na USP-RP. **RAC – Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 3, art. 4, jul./ago. 2009.

SQUEFF, F. de H. S. Sistema setorial de inovação em defesa: Análise do caso do Brasil. In: DE NEGRI, Fernanda; SCHMIDT, Flávia de Holanda. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

STAL, E., FUJINO, A. As relações universidade-empresa no Brasil sob a ótica da Lei de Inovação. **Revista de Administração e Inovação**, n.2, v.1, p. 5-19, 2005.

ZAWISLAK, P. A.; DALMARCO, G. The Silent Run: New Issues and Outcomes for University-Industry Relations in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.6, n.2, 2011.

6. GESTÃO ESTRATÉGICA COM FOCO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL DAS INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS INSTITUTOS FEDERAIS: PROPOSIÇÃO DE MODELO ADAPTADO DO BSC

Resumo: Como gerenciar estrategicamente as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais do Brasil (IFs) e como elas podem contribuir para o cumprimento da missão e visão institucional? O presente trabalho propõe responder a essa questão, ainda que parcialmente, desenvolvendo um modelo de gestão estratégica adaptado do *Balanced Scorecard* com foco na geração de propriedade intelectual para as infraestruturas de pesquisa dos IFs, a fim de auxiliar no fortalecimento dessas instituições no que diz respeito ao ensino, pesquisa, extensão e inovação, em face da nova missão institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Enquadra-se como uma pesquisa aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, e como descritiva-comparativa, uma vez que utiliza dados secundários do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA para comparar os IFs com as demais ICTs do Brasil. A análise da fundamentação teórica e dos resultados possibilitou a criação de cinco perspectivas: 1) financeira, 2) cultura organizacional, 3) ensino e aprendizagem, 4) cooperação e transferência de tecnologia e 5) propriedade intelectual. Foi elaborado o mapa estratégico e um barema de avaliação para auxiliar os IFs na seleção de projetos tecnológicos. A fim de buscar a validação do modelo, foi enviado um questionário com perguntas semiestruturadas com escala do tipo Likert aos 38 Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs, dos quais 14 responderam ao questionário. Constatou-se que a maioria dos Pró-Reitores concorda parcialmente com o modelo, considerando-o útil tanto como ferramenta de gestão estratégica das infraestruturas de pesquisa, quanto como instrumento adicional de seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo dos editais PIBITI.

Palavras-chave: Propriedade intelectual. *Balanced Scorecard*. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Laboratórios de pesquisa. Gestão estratégica.

Abstract: How to strategically manage the research infrastructures of the Federal Institutes of Brazil (IFs), and how can they contribute to the fulfilling of their institutional vision and mission? This work aims to answer that question, even if only partially, developing a model of strategic management adapted from Balance Scorecard with a focus on the generation of intellectual property for the research infrastructures of the IFs, in order to help in the strengthening of these institutions when it comes to teaching, research, extension and innovation, given the new institutional mission that was established for them by the law number 11.892, from December 29, 2008. It is an applied research, with a quantitative and qualitative approach, and of a descriptive-comparative nature since it uses secondary data from the new mapping done by MCTI/CNPq/IPEA to compare the IFs with the other ICTs in Brazil. The analysis of the theoretical foundation and the results allowed for the creation of five perspectives: 1) finance, 2) organizational culture, 3) teaching and learning, 4) cooperation and transference and 5) intellectual property. We created a strategic map and an evaluation scale to help IFs in the selection of technological projects. For the validation of the model, we sent a questionnaire of semistructured questions with a Likert scale to the 38 Research Prorectors of the IFs, of which 14 answered. We verified that most of the Prorectors agreed partially with the model, considering it useful both as a tool of strategic management of the research infrastructures and as an additional instrument for selecting projects of a technological nature, such as the PIBITI announcements.

Keywords: Intellectual property. Balanced Scorecard. Federal Institutes of Education, Science and Technology. Research laboratories. Strategic management.

1 INTRODUÇÃO

Os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia (IFs) são o resultado de quase um século de evolução nas políticas de educação profissional e tecnológica do governo federal. A proposta não reproduz modelos externos e busca inovar em sua concepção didático-pedagógica, articulando para si tanto a educação de qualidade quanto o desenvolvimento tecnológico capaz de impactar positivamente as localidades onde estão inseridos os campi.

Com a criação dos IFs, por força da lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, as expectativas pública e privada aumentaram, tendo em vista que a mudança ocorrida não foi apenas de nomenclatura, mas de perfil institucional. Além de realizar e estimular a pesquisa aplicada, com foco no empreendedorismo e na inovação, aos IFs pesa a responsabilidade de serem coparticipantes, juntamente com outros agentes públicos, de promover o desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional. Isso implica em não apenas oferecer serviços à sociedade, mas em oferecer com excelência e foco adequado, buscando a eficiência e eficácia do dinheiro público investido.

Desta forma, o novo perfil institucional dos IFs o projeta como um dos agentes estatais de promoção do ensino, pesquisa, extensão e inovação, sem negar a sua base de sustentação, que é a oferta de cursos técnicos à sociedade. Nesse novo modelo, a aproximação com o setor produtivo torna-se indispensável, sob pena de tornar a nova missão dos IFs inócua.

Para cumprir tão grande e nova missão, os IFs devem utilizar todos os recursos que estão à sua disposição. Isso envolve recursos humanos, financeiros, salas de aulas, equipe técnica e administrativa, estruturas prediais e as infraestruturas de pesquisa, onde ocorrem tanto as aulas práticas quanto a execução das pesquisas aplicadas, que eventualmente se transformam em inovações. Uma infraestrutura de pesquisa adequada, com equipamentos modernos e bons insumos de pesquisa, com pesquisadores qualificados e desenvolvendo pesquisas com foco em novas tecnologias; é imprescindível para que os IFs se estabeleçam no país como instituições públicas de CT&I.

Diante desse contexto surge uma importante questão: como gerenciar estrategicamente as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais do Brasil e como elas podem contribuir para o cumprimento da missão e visão institucional? Moraes e Kipnis (2017) lembram que os IFs têm um conflito histórico entre sua identidade de escola técnica e a vontade de universidade. Para eles, o modelo de pesquisa universitária, baseado na formação de grupos de pesquisa que se articulam em torno dos programas de pós-graduação, tem se mostrado impróprio à Rede Federal, da qual os IFs fazem parte.

Diante dessa hipótese, o presente trabalho propõe a criação de um modelo adaptado do *Balanced Scorecard* (BSC) aplicado às infraestruturas de pesquisa dos IFs com foco na geração de propriedade intelectual, denominado BSC-Lab. Esse modelo visa fortalecer essas instituições no que diz respeito ao ensino, pesquisa, extensão e inovação, em face da nova missão institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

De maneira específica, este trabalho objetiva ser útil em duas finalidades: 1) servir de modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa dos IFs e também como parte do planejamento da instituição, sobretudo do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); 2) melhorar a seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo dos editais PIBITI, adicionando uma nova etapa na seleção, isto é, a avaliação dos laboratórios de pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Balanced Scorecard*: conceito e estrutura

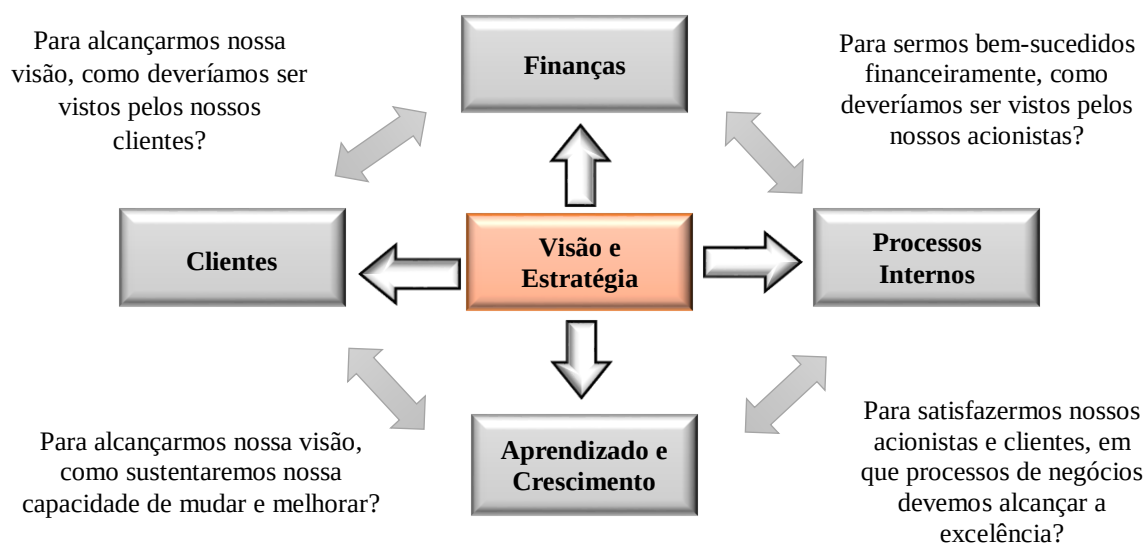
No início da década de 1990, o Instituto Nolan Norton, em uma unidade da empresa de consultoria KPMG, cujo executivo principal era David Norton, iniciou um estudo intitulado *Measuring Performance in the Organization of the Future*, onde a hipótese principal era a de que os indicadores tradicionais de medição de desempenho, focado apenas nos resultados contábeis e financeiros das empresas, estavam se tornando obsoletos (KAPLAN; NORTON, 1997). Nesse estudo, David Norton contou com a consultoria acadêmica de Robert Kaplan e após examinarem diversos estudos de casos sobre sistemas inovadores de mensuração do desempenho e também após ouvirem dezenas de executivos de empresas de variados ramos de negócios, eles formularam um novo modelo de medição de desempenho denominado *Balanced Scorecard* (BSC) (KAPLAN; NORTON, 1997).

O termo *balanced* é utilizado para ressaltar o equilíbrio necessário entre as diversas variáveis envolvidas no processo de planejamento estratégico, quais sejam: equilíbrio entre os objetivos de curto e de longo prazo, medidas financeiras e não financeiras, indicadores de resultados ocorridos e de tendências futuras, e as perspectivas interna e externa de desempenho (TAYLER, 2010). Já o termo *scorecard*, diz respeito à forma pela qual a mensuração dos resultados passou a ser demonstrada (BUTLER et al., 1997). Em tradução livre, o BSC pode ser descrito como um sistema de indicadores balanceados de desempenho (HERRERO FILHO, 2005).

O BSC objetiva traduzir a visão e a estratégia da organização em objetivos estratégicos, indicadores de medição, metas e iniciativas agrupadas em quatro perspectivas: financeira, dos

clientes, dos processos internos e do aprendizado e crescimento (KAPLAN; NORTON, 1997), conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 - Perspectivas do *Balanced Scorecard*



Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton, 1997, p.10.

Na primeira perspectiva, o foco está em como gerar valor para os acionistas da empresa, sendo esse o alvo de toda instituição com fins lucrativos. O objetivo é proporcionar resultados financeiros sólidos, tais como lucro, retorno sobre o investimento e outros indicadores semelhantes. Além disso, espera-se que nessa perspectiva também estejam elencados objetivos relacionados à eficiência financeira, envolvendo temas como redução de custos, melhoria da produtividade, aumento do *mix* de receitas, dentro outros (TOWLE, 2000).

As três perspectivas seguintes do BSC compõem os ativos intangíveis. Essa metodologia de não restringir os indicadores a informações econômicas e financeiras é o que torna o BSC um modelo balanceado. Os indicadores financeiros refletem o passado da empresa, ao passo que as demais perspectivas apontam para o futuro, para onde a empresa deseja chegar. (HERRERO FILHO, 2005)

A perspectiva dos clientes busca agregar valor aos consumidores, fortalecendo o relacionamento e ganhando a confiança e participação no mercado. Para tal, é imprescindível ações de retenção e captação dos clientes, dentro de uma visão bilateral, isto é, que aja satisfação e lucratividade para consumidores e empresas (TAYLER, 2010). Nessa perspectiva, são incluídos objetivos estratégicos que buscam viabilizar tanto a ampliação do *portfólio* de bens e serviços quanto decisões sobre preços, imagem e qualidade (BUTLER et al., 1997).

A perspectiva dos processos internos procura identificar os processos críticos que as empresas enfrentam para atender aos anseios dos clientes e também dos acionistas (KAPLAN; NORTON, 1997). O objetivo é dotar a empresa de procedimentos operacionais ágeis que consigam atender as necessidades presentes e futuras dos clientes e tragam retorno financeiro aos acionistas. Essa tarefa exige um esforço de entender toda a cadeia de valor dos processos internos, passando pela inovação, logística até o pós-venda. Indicadores que medem a produtividade, eficiência e qualidade da produção são bastante utilizados nessa perspectiva (TOWLE, 2000).

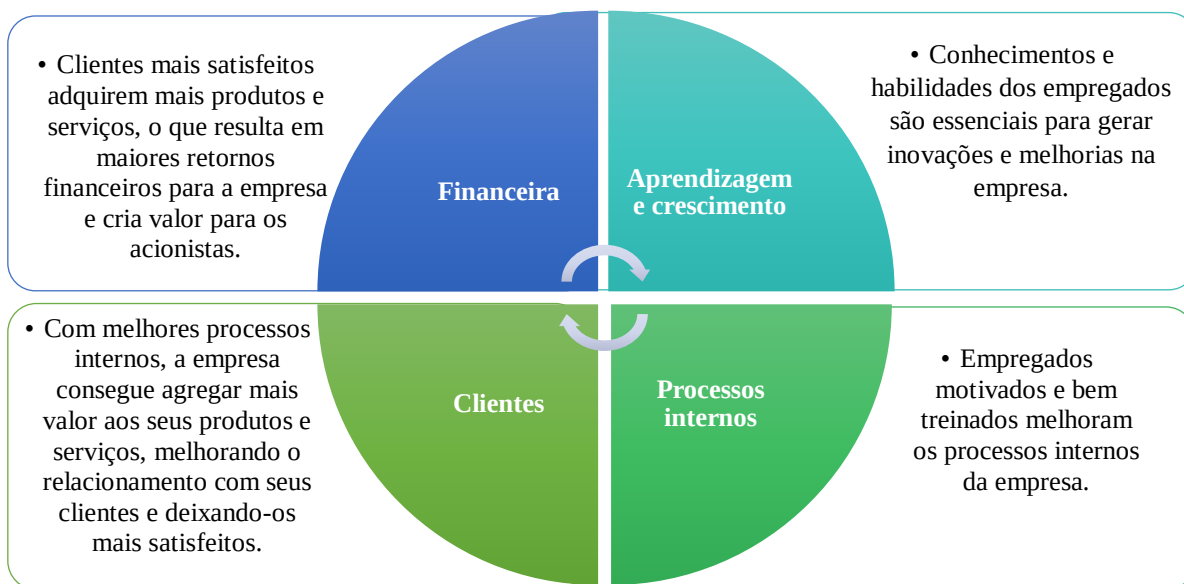
A quarta e última perspectiva do BSC objetiva orientar o aprendizado e o crescimento dentro das empresas, fornecendo elementos necessários a fim de que os objetivos das demais perspectivas sejam atingidos (KAPLAN; NORTON, 1997). O alvo é criar uma infraestrutura empresarial que trabalhe com as capacidades dos empregados, os sistemas de informações, a motivação, o empoderamento e o alinhamento com a missão e visão institucional (BUTLER et al., 1997). Do ponto de vista dos recursos humanos, a ideia é proporcionar um clima organizacional que trabalhe tanto as capacidades técnicas, quanto às de motivação e iniciativa dos funcionários (NIVEN, 2003).

Mansur (2008) lembra que a relação entre as quatro perspectivas no BSC ocorre dentro de um processo de causa e efeito. Essa relação pode ser resumida da seguinte maneira: funcionários motivados e capacitados proporcionam melhorias nos processos internos, os quais possibilitam a captação, fidelização e satisfação dos clientes, gerando retornos financeiros para as empresas. Nas palavras de Kaplan e Norton (2006, p. 8):

Cada uma dessas quatro perspectivas é interligada por uma cadeia de relações de causa e efeito. Por exemplo, um programa de treinamento para aprimorar as habilidades dos empregados (perspectiva de aprendizado e crescimento) contribui para a melhoria dos serviços aos clientes (perspectiva dos processos internos), o que, por sua vez, resulta em maior satisfação e lealdade dos clientes (perspectiva dos clientes) e, por fim, aumenta a receita e as margens (perspectiva financeira).

As quatro perspectivas do BSC descrevem como uma empresa poderá criar valor para os seus acionistas, por meio de um programa de relacionamento com os clientes e fundamentado na excelência dos processos internos e do melhoramento contínuo de pessoas, sistemas e culturas (KAPLAN; NORTON, 2006). A relação entre causa e efeito, proposta pelo modelo BSC, pode ser melhor visualizada pela figura 2.

Figura 2 – Relação de causa e efeito e sinergias entre as perspectivas do BSC



Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton (1997, 2006)

O BSC possibilita que as organizações traduzam a missão e estratégia em objetivos e medidas. Em cada perspectiva, o gestor poderá acompanhar os objetivos, indicadores, metas e as iniciativas previstas, tornando o BSC um instrumento valioso de comunicação, informação e aprendizagem empresarial e não simplesmente como um sistema de controle (KAPLAN; NORTON, 1997).

Ao longo do tempo, executivos passaram a utilizar o BSC não apenas para esclarecer e comunicar a estratégia de suas empresas, mas também para gerenciá-la, fazendo com que o BSC evoluísse de um sistema de medição de desempenho para um sistema de gestão estratégica (GRIFFITHS, 2003). De maneira resumida, o BSC é utilizado para viabilizar os seguintes processos críticos em uma organização (KAPLAN; NORTON, 1997, p.9):

- a) esclarecer e traduzir a visão e a estratégia;
- b) comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas;
- c) planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas;
- d) melhorar o *feedback* e o aprendizado estratégico.

Dessa forma, o BSC contribui para que as empresas monitorem tanto o seu desempenho em ativos tangíveis, como os da área financeira, quanto o desempenho de ativos intangíveis (pessoas, sistemas, culturas), os quais são fundamentais para o crescimento de longo prazo das organizações (HERRERO FILHO, 2005; HOQUE, 2014).

2.2 Uso do mapa estratégico para o BSC

No intuito de facilitar a visualização gráfica dos objetivos estratégicos e suas relações de causa e efeito em cada perspectiva do BSC, Kaplan e Norton (2004) desenvolveram uma ferramenta denominada Mapa Estratégico, revelando-se uma invenção tão importante quanto o próprio BSC original (QU; COOPER, 2011).

A ideia de Kaplan e Norton (2004), ao criar o mapa estratégico, foi proporcionar uma arquitetura genérica que descrevesse a estratégia empresarial de maneira coesa, integrada e sistêmica (HAN; ZHONG, 2015). Ele é feito dentro de uma posta de alinhamento e integração da empresa (KAPLAN; NORTON, 2006), e destaca-se por ser uma ferramenta visual e simplificada no intuito de que todos os colaboradores da instituição se vejam no modelo e compreendam as relações de causa e efeito em que estão inseridos (PINTO et al., 2011). As diferentes funções do mapa estratégico estão descritas no quadro 1.

Quadro 1 - As diferentes funções do mapa estratégico

Função	Descrição
Mostrar o destino estratégico	“O mapa estratégico possibilita que uma organização descreva e ilustre, em linguagem clara e geral, seus objetivos, iniciativas e alvos; os indicadores utilizados para avaliar seu desempenho e as conexões, que são o fundamento da direção estratégica. ”
Destacar o valor do capital intelectual	“O mapa estratégico, ajustado à estratégia específica da organização, descreve como os ativos intangíveis impulsionam melhorias de desempenho dos processos internos da organização, que exercem o máximo de alavancagem no fornecimento de valor para os clientes, os acionistas e a comunidade.”
Representar visualmente a estratégia	“O mapa estratégico é a representação visual da estratégia, mostrando numa única página como os objetivos nas quatro perspectivas se integram e combinam para descrever a estratégia.”
Ligar o trabalho individual à estratégia	“Com o mapa estratégico, os empregados têm uma representação visual de como suas funções se conectam com os objetivos gerais da empresa, ao mesmo tempo em que os gerentes compreendem com mais clareza a estratégia e identificam os meios para detectar e corrigir os desvios de rumo.”
Demonstrar o fluxo de valor	“Os objetivos nas quatro perspectivas são conectados uns aos outros por relações de causa e efeito. A partir do topo, parte-se da hipótese de que os resultados financeiros só serão alcançados se os clientes-alvo estiverem satisfeitos.”
Reforçar a importância do conhecimento	“O fundamento de qualquer mapa estratégico é a perspectiva de aprendizado e crescimento, que define as competências e habilidades essenciais, as tecnologias e a cultura organizacional necessárias para dar suporte à estratégia da empresa.”

Fonte: Herrero Filho (2005, p. 202). Elaboração própria.

Lourenzani et al. (2008) comentam que o mapa estratégico proposto por Kaplan e Norton apresenta os objetivos estratégicos de uma empresa através de relações de causa e efeito de forma linear e estática. Segundo os autores, o desdobramento causal das perspectivas do modelo ocorre de maneira unidirecional e não leva em consideração os efeitos circulares, como os *feedbacks*, e as defasagens temporais que podem ocorrer entre a causa e o efeito. Essa lacuna no mapa estratégico original causa uma deficiência na avaliação das empresas e podem trazer prejuízos no processo de análise, aprendizagem e tomada de decisão estratégica, alertam os autores.

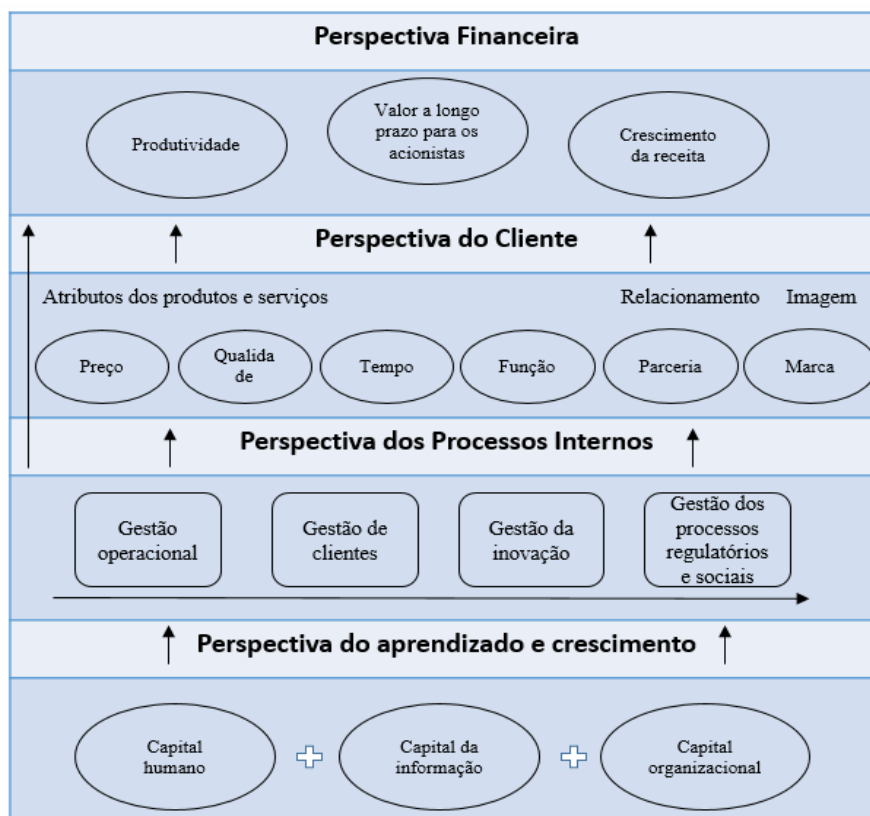
Zeng e Luo (2013) chamam a atenção para o fato de que a implantação do BSC nos países não é homogênea. Os autores comentam que a China, apesar de ter começado a usar tardiamente o BSC, tem tido muitos obstáculos (culturais e metodológicos), o que requer muitas adequações visando adaptá-lo aos contextos de países asiáticos e emergentes. Para eles, um mapa estratégico capaz de traduzir a estratégia empresarial, dentro de uma relação de causa e efeitos claros, é um dos grandes desafios para a empresas chinesas implantarem o BSC.

Norreklit (2000) analisou até que ponto existe uma relação de causa e efeito entre as quatro áreas de medição sugeridas no BSC. Em sua compreensão, essa relação causal disposta no mapa estratégico não é válida, sobretudo por não contemplar o aspecto não linear entre os objetivos, sendo necessário o aperfeiçoamento e a adequação desse sistema de avaliação. No entanto, pondera NORREKLIT (2000), a avaliação do BSC será sempre parcialmente subjetiva, por depender em grande parte da capacidade e intuição da alta administração, uma vez que serão analisados não apenas os resultados passados, mas também o impacto de oportunidades futuras que envolvem o contexto da empresa.

Contudo, é importante salientar que um mapa estratégico é uma apresentação visual simplificada das relações de causa e efeito entre os componentes da estratégia de uma organização, convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis e estabelecendo visivelmente os objetivos estratégicos da empresa (KAPLAN; NORTON, 2004).

Um mapa estratégico não é simplesmente um plano estratégico visualizado, razão pela qual muitas críticas podem surgir, mas destaca as relações entre cada componente em um plano estratégico para facilitar a compreensão e a comunicação entre as partes interessadas (HAN; ZHONG, 2015). Dechow (2012) lembra que um mapa estratégico bem elaborado deve comunicar, de maneira clara, toda a estratégia da empresa para os seus colaboradores, guiando-os de tal forma que todos tenham clareza de suas funções a fim de alcançar a visão e missão da organização. A figura 3 apresenta o modelo de mapa estratégico idealizado por Kaplan e Norton (2004).

Figura 3 - Modelo de mapa estratégico do *Balanced Scorecard*



Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton (2004, p. 33).

2.3 O uso do *Balanced Scorecard* na administração pública

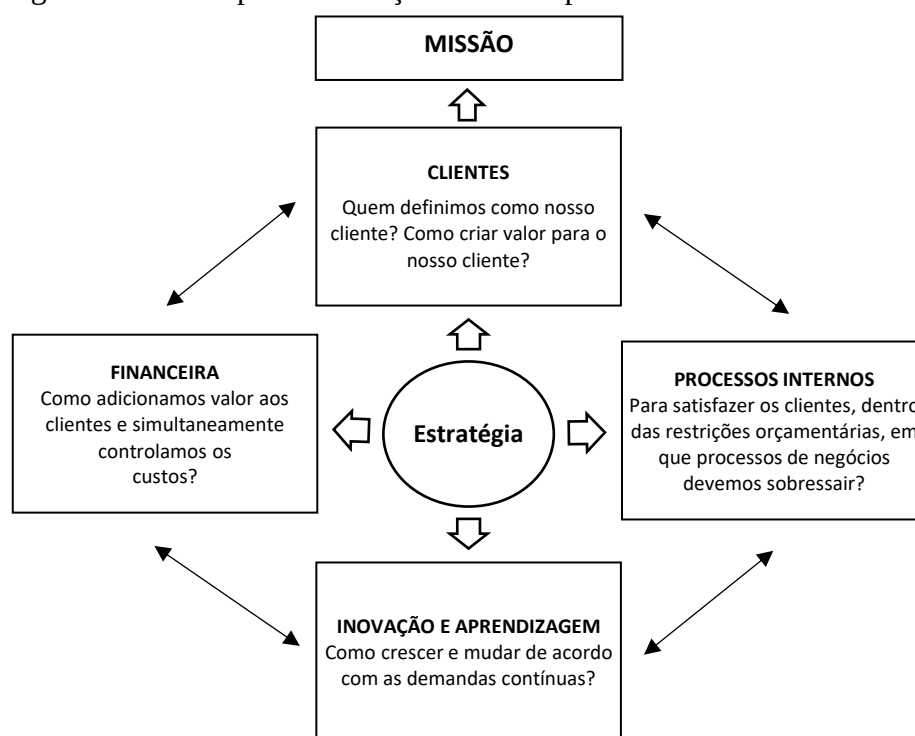
O BSC foi formulado originalmente visando as empresas com fins lucrativos, o que levou inicialmente a uma certa incerteza por parte das instituições públicas e sem fins lucrativos quanto à viabilidade de utilizá-lo como instrumento de gestão estratégica (NIVEN, 2003). Contudo, o sucesso do BSC entre as empresas do setor privado levou as agências públicas e sem fins lucrativos de todo o mundo a olharem o BSC como aliado na busca por melhores resultados. Observou-se que com algumas modificações, o BSC prontamente se adaptaria ao contexto das organizações públicas e do terceiro setor, conforme constata Griffiths (2003), que estudou essa relação entre as instituições públicas na Nova Zelândia.

O uso do BSC na administração pública possui grandes semelhanças com o original, com a estratégia no centro e mantendo-se as quatro perspectivas do modelo. O que muda é a posição dessas perspectivas, uma vez que a financeira assume o lugar da perspectiva do cliente, ficando esta no topo, porque em se tratando do setor público, o mais importante é a satisfação

da sociedade, ao contrário da visão empresarial, onde a criação de valor para os acionistas é o principal foco (CHEN et al., 2006).

Observa-se também uma ressignificação das perspectivas. A financeira no setor público assume a função prioritária de controlar os custos (KAPLAN; DYLAN, 2010), enquanto que a perspectiva dos clientes procura gerar valor para a sociedade, no sentido de proporcionar serviços públicos de excelência e, com isso, agradar os contribuintes, colaborando, portanto, para o alcance da missão institucional (NIVEN, 2003). A figura 4 ilustra a arquitetura das perspectivas do BSC para a administração pública e instituições sem fins lucrativos.

Figura 4 - O BSC para instituições do setor público e sem fins lucrativos



Fonte: Adaptado de Niven (2003, p. 32).

Kaplan e Norton (2001) também reconhecem a aplicabilidade do BSC para as instituições públicas. Para eles, isso traria benefícios tanto para os órgãos estatais, em termos de gestão estratégica, quanto para os eleitores, os quais teriam serviços públicos mais eficientes. Essa adequação do BSC dá forte destaque ao papel do cliente, isto é, das pessoas que usufruem dos serviços públicos, ou seja, na esfera pública, a missão organizacional estabelece uma visão orientada para os clientes e não para os aspectos financeiros (RUBEN, 1999).

Em relação ao uso do BSC em instituições públicas de ensino, Chang e Chow (1999) foram pioneiros na investigação dos seus resultados. Os autores entrevistaram 69 chefes de

departamentos do curso de ciências contábeis, de universidades americanas e canadenses, quanto ao nível de implementação e o potencial uso do BSC em seus departamentos. Os autores chegaram à conclusão de que a adesão estava em um nível baixo, contudo havia um forte sentimento positivo entre as lideranças entrevistadas quanto ao potencial do BSC para melhorar a gestão e a medição do desempenho dos seus programas. A baixa adesão foi justificada, segundo Chang e Chow (1999), devido ao trabalho excessivo dos professores que exerciam liderança administrativa, à dificuldade de interligar um sistema de desempenho à folha de pagamento dos docentes, à dificuldade inicial que as mudanças requereriam e a ausência de recursos financeiros para alimentar e manter o novo sistema.

Desde então, vários estudos foram realizados na tentativa de medir a viabilidade da aplicação do BSC em instituições de ensino pública e privada ao redor do mundo³⁴ e também no Brasil (PESSOA, 2000; RICHARTZ, 2012; ROCHA, 2016; SILVA, 2009), dentro do contexto de cada instituição, com bons resultados em termos de aplicabilidade.

Para Beard (2009), o contexto das instituições de ensino públicas, apesar delas não trabalharem dentro de um sistema de competitividade que visa lucro, força a reconhecerem cada vez mais a necessidade de melhorar a gestão estratégica visando o aperfeiçoamento dos seus serviços, dada à restrição orçamentária a que são submetidas. Construir um sistema de indicadores específicos para essas instituições tem se mostrado muito útil no processo de gestão (MARTIN; SAUVAGEOT, 2011).

Han e Zhong (2015) lembram que não é costume das universidades públicas empregarem ferramentas técnicas de gestão para facilitar o seu desenvolvimento estratégico e as operações diárias. Diante disso, eles enfatizam que há uma necessidade crescente das universidades melhorarem a alocação de seus recursos e a comunicação de suas estratégias e planos, a fim de alcançar um melhor desempenho e competir de forma mais eficaz, ainda que não tenham em vista o lucro. O uso efetivo de mapas estratégicos pode melhorar a gestão de várias formas, concluem os autores.

Quanto ao uso do mapa estratégico nessas instituições, Niven (2003) ressalta a dinamismo que o modelo propõe dentro de cada contexto e propósito a que o BSC foi concebido. Ele analisou 15 mapas estratégicos de universidades americanas e descobriu duas formas básicas de criação do mapa estratégico. Na primeira, as instituições seguiram estritamente o modelo original proposto por Kaplan e Norton (2004), enquanto que na segunda

³⁴ Sobre este assunto, ver AL-Hosaini e Sofian (2015), os quais realizaram um estudo bibliométrico sobre o uso do BSC no contexto das instituições de ensino superior ao redor do mundo.

foi observado um modelo mais flexível, de acordo com algumas características específicas da universidade, mas sem perder a essência do modelo inicial.

Nesse último quesito, Kaplan e Norton (2004) enfatizam que o modelo não é rígido, e que novas perspectivas podem ser inseridas ou mesmo alteradas a nomenclatura, visando atender a propósitos específicos. Como exemplo, Guerra et al. (2018) desenvolveram um mapa estratégico do BSC para implementar e monitorar programas de educação ambiental em universidades, sugerindo 5 perspectivas: desenvolvimento sustentável, educação ambiental, processos de ensino e gestão ambiental, aprendizado e crescimento ambiental, e responsabilidade econômica e financeira.

Portanto, os estudos empíricos realizados ao longo da história recente têm mostrado que o BSC é um modelo adequado para o estabelecimento de estratégias de criação de valor tanto em empresas privadas quanto em instituições públicas dos diversos seguimentos (HOQUE, 2014; REDA, 2017; TOHIDI et al., 2010). Conforme lembra Ribeiro (2017), a diferença entre as duas aplicações é que enquanto na primeira o sucesso é medido pelo desempenho financeiro, por meio da criação de valor para os acionistas, na segunda o sucesso reside no cumprimento da missão, que em termos gerais diz respeito à satisfação da sociedade, particularmente daqueles cujos serviços públicos são direcionados.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho está dividido metodologicamente em 6 (seis) fases. Na primeira, foram consultados autores que fundamentam o tema, dentre os quais destacam-se Kaplan e Norton (1997, 2004, 2006), criadores do modelo intitulado *balanced scorecard*, o qual foi adaptado para alcançar os objetivos desta pesquisa.

A fase seguinte consiste na análise empírica das infraestruturas de pesquisa dos IFs vis-à-vis às ICTs brasileiras. Para alcançar esse intento, foram utilizados dados primários do mapeamento inédito das infraestruturas de pesquisa do Brasil. Esse grande projeto foi iniciado em 2013 e concluído em 2014 e envolveu várias agências governamentais: Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Instituto de Pesquisas Econômica Aplicadas (IPEA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Foram entrevistadas 1760 infraestruturas de pesquisa de 130 instituições de ciência e tecnologia do Brasil, em sua maioria composta por universidades (públicas e privadas).

Desse total, 61 infraestruturas pertencem aos Institutos Federais (IFs) dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e

Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, excluindo-se apenas a região Norte, cujos pesquisadores não retornaram aos questionários enviados pelos organizadores. Das 61 unidades participantes, 45 (74%) foram caracterizadas como laboratórios, sendo as demais distribuídas em plantas, usinas piloto, laboratórios de informática para uso didático e outros tipos de infraestruturas de pesquisa.

Os dados relativos ao IFs foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA), após contatos telefônicos e envio de e-mails. Para efeito de análise comparativa com as demais ICTs, os dados dos IFs foram confrontados com os do mapeamento geral publicados por De Negri e Squeff et al. (2016). Essa fase da pesquisa objetiva contextualizar as infraestruturas de pesquisa dos IFs dentro do cenário nacional, a fim de apontar as áreas em que essas instituições precisam melhorar ou mesmo se fortalecer.

Na terceira fase, com base nos resultados e na fundamentação teórica, foi criado um modelo adaptado do BSC aplicado às infraestruturas de pesquisa dos IFs com foco na geração de propriedade intelectual, denominado BSC-Lab. Esse modelo possui cinco perspectivas: financeira, cultura organizacional, ensino e aprendizagem, cooperação e transferência de tecnologia e propriedade intelectual. Além disso, é proposto um mapa estratégico contendo as relações de causa e efeito entre os objetivos estratégicos e as perspectivas.

Na quarta fase foi realizada uma pesquisa documental junto aos 38 IFs do Brasil. Essa análise foi feita nos editais do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), com o objetivo de verificar as metodologias de seleção adotadas pelos IFs.

Uma vez confirmada a hipótese de que os laboratórios de pesquisa não são pontuados nas seleções de projetos PIBITI, e como forma de aplicação prática do modelo, foi criado um barema de avaliação que poderá ser utilizado nas seleções de projetos de natureza tecnológica, a exemplo dos editais do PIBITI, no âmbito dos IFs. Essa foi a 5ª fase.

Na sexta e última fase, no intuito de validar o modelo, foi enviado um questionário semiestruturado, via formulário eletrônico, para análise dos Pró-Reitores de Pesquisa dos 38 IFs. As perguntas de múltipla escolha foram mensuradas pela escala do tipo Likert³⁵ de 5 pontos com as seguintes opções: (1) discordo totalmente, (2) discordo parcialmente, (3) não discordo e nem concordo, (4) concordo parcialmente e (5) concordo totalmente. O Termo de

³⁵ A escala Likert foi criada em 1932 por Rensis Likert (1903 - 1981) e mostra o quanto um respondente concorda ou discorda de uma questão ou afirmação. Esse tipo de escala traz um nível mais aceitável de respostas, ao contrário das perguntas do tipo “sim” ou “não”.

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi encaminhado junto com o questionário, explicando aos Pró-Reitores os objetivos e outras partes da pesquisa. A coleta do questionário ocorreu entre os dias 20/11/2018 a 08/01/2019 (50 dias), obtendo o retorno de 14 respondentes (37%), todos com o TCLE assinado eletronicamente. Durante o período de coleta dos questionários, foram realizados três lembretes aos Pró-Reitores de Pesquisa. Os endereços eletrônicos institucionais das Pró-Reitorias foram encontrados nas páginas da *internet* dos IFs.

Eu sua natureza metodológica (GIL, 2009), este trabalho enquadra-se como uma pesquisa aplicada, pois visa gerar conhecimentos para a aplicação prática, com abordagem quantitativa e qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos, é classificado como descritivo-comparativo, uma vez que se utiliza dos dados oriundos das ICTs do Brasil para elaborar um modelo de gestão estratégica para as infraestruturas de pesquisa dos IFs.

Por fim, é importante ressaltar que, neste trabalho, entende-se por infraestrutura de pesquisa o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de PD&I (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013; MAZZOLENI; NELSON, 2005, 2007). São exemplos de infraestrutura de pesquisa: laboratórios, plantas-piloto, biotérios, bases de dados, bibliotecas especializadas, observatórios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outros (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Os laboratórios de pesquisa dos IFs, dada sua importância acadêmico-científica e por serem eles mais comuns na estrutura institucional, serão o foco e a tipificação de infraestrutura de pesquisa no presente estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise empírica das infraestruturas de pesquisa dos IFs *vis-à-vis* às ICTs brasileiras

Nesta subseção serão apresentados os dados relativos à avaliação que os coordenadores dos laboratórios de pesquisa dos IFs fizeram de suas infraestruturas. Foram utilizados dados secundários oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Para efeito de análise comparativa, os dados dos IFs serão confrontados *vis-à-vis* às demais Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) do país, sobretudo as universidades, dos seguimentos públicos e privados, disponíveis no estudo realizado por De Negri e Squeff (2016).

A avaliação dos recursos humanos disponíveis nos laboratórios está descrita na tabela 1. No quesito qualificação dos pesquisadores, enquanto 40% dos coordenadores dos IFs entendem

que a formação dos seus pesquisadores está adequada, nas ICTs esse número sobe para 45%, no entanto, é digno de nota que a maioria dos coordenadores tanto dos IFs quanto das demais ICTs considera adequada a qualificação do seu corpo técnico e administrativo (63% e 71%, respectivamente). Esse entendimento não é replicado quando o tema é formação dos pesquisadores, uma vez que mais da metade (57% e 52%) dos coordenadores dessas instituições entende que está pouco adequada ou inadequada, demonstrando que o tema formação é uma prioridade a ser perseguida pelos docentes.

Tabela 1 - Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura (em %)

Descrição	Adequado		Pouco adequado		Inadequado		Não se aplica		Total (%)	
	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs
Número de pesquisadores	20	24	46	32	31	43	3	2	100	100
Formação dos pesquisadores	40	45	40	33	17	19	3	2	100	100
Número de Profissionais de apoio técnico e administrativo	66	69	14	18	6	3	14	10	100	100
Qualificação dos profissionais de apoio técnico e administrativo	63	71	9	5	3	1	26	22	100	100

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

Se a qualificação é insuficiente, a quantidade de pesquisadores também segue a mesma tendência. Identificou-se que 77% dos coordenadores dos laboratórios dos IFs atribuem como pouco adequado ou inadequado o número de pesquisadores existentes em suas infraestruturas, número seguido de perto pelas demais ICTs do Brasil (75%). No caso dos IFs e das universidades públicas, esse problema pode estar relacionado ao fato de que não há o cargo de pesquisador no quadro funcional dessas instituições, sendo as atividades de pesquisa realizada pelos professores, que precisam preencher seus horários com outras atividades pertinentes à função docente, tais como: preparação e ministração de aulas, atividades de extensão e de gestão institucional.

Em relação às universidades privadas, Souza et al. (2018) comentam que a produção científica nacional está concentrada nas universidades públicas, o que pode explicar parcialmente a insatisfação quanto ao número de pesquisadores atuando nas infraestruturas de pesquisa das instituições privadas.

Quando perguntados sobre a quantidade e qualidade dos profissionais de apoio técnico e administrativo, 2 em cada 3 coordenadores (66%) dos IFs entendem como adequada a

quantidade desses profissionais envolvidos nas atividades de pesquisa, percepção estendida também em relação à qualificação, uma vez que 63% dos coordenadores declararam-na adequada. Nesse mesmo quesito, as demais ICTs pesquisadas apresentaram valores similares, com 69% (quantidade) e 71% (qualidade). Percebe-se que a exigência quanto à quantidade e qualificação dos profissionais atuando nos laboratórios de pesquisa dos IFs e das ICTs é maior em relação aos pesquisadores, que em geral são docentes dessas instituições.

Aos coordenadores também foi perguntado sobre as condições gerais de seus laboratórios (tabela 2), em áreas como instalação física, equipamentos, manutenção e insumos de pesquisa. Tanto nos IFs quanto nas demais ICTs, a pior avaliação foi atribuída às instalações físicas, onde quase 2/3 dos coordenadores (62% e 65%, respectivamente) entendem como regular ou ruim.

No quesito equipamentos, quase metade dos coordenadores entendem que eles são regulares ou ruins, sendo que apenas 15% dos IFs possuem excelentes equipamentos, contra 12% das demais ICTs, segundo os coordenadores.

Na contramão das demais áreas da instalação física, as avaliações positivas ficaram por conta da manutenção das infraestruturas, uma vez que 62% dos coordenadores dos IFs e 74% das demais ICTs informaram como boa ou muito boa, e também dos insumos disponíveis, em que para cada 10 coordenador dos IFs, cerca de 7 se sentem satisfeitos ou muito satisfeitos, número que chega a 84% nas demais ICTs.

Tabela 2 - Avaliação das condições gerais da infraestrutura (em %)

Descrição	Muito bom		Bom		Regular		Ruim		Não se aplica		Total (%)	
	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs
Instalações físicas	13	6	23	28	30	40	32	25	2	1	100	100
Equipamentos	15	12	34	41	38	35	9	11	4	1	100	100
Manutenção	19	23	43	51	30	21	4	3	4	2	100	100
Insumos de pesquisa	36	41	36	43	17	9	0	1	11	6	100	100

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

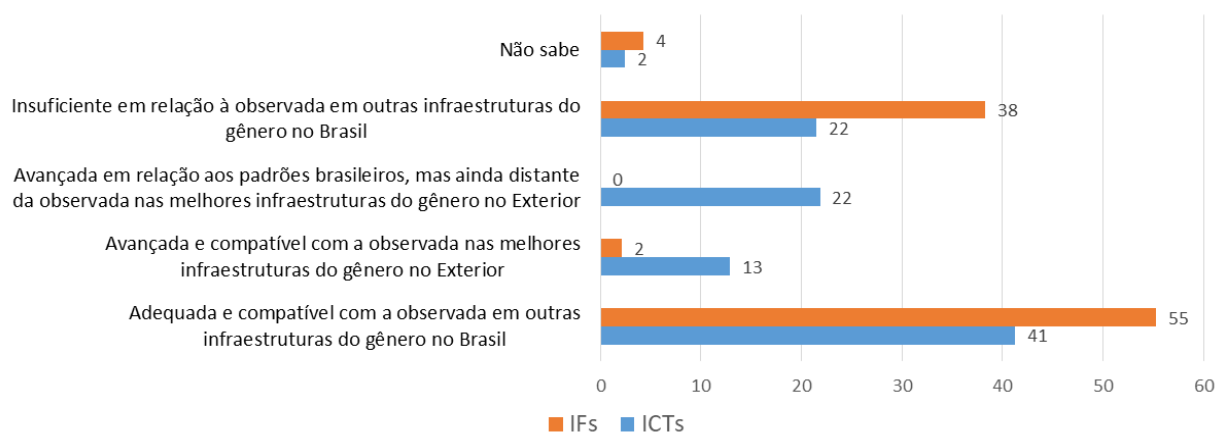
De forma geral, pode-se inferir que a insatisfação quanto às condições gerais das infraestruturas de pesquisa dos IFs e ICTs estão concentradas nas instalações físicas, geralmente porque possuem espaços insuficientes, e na qualidade dos equipamentos disponíveis nos laboratórios, possivelmente devido à obsolescência tecnológica, uma vez que a nota atribuída à manutenção foi superior a 60% em ambas as instituições.

Outro indicador importante para a contextualização dos laboratórios de pesquisa dos IFs é a capacidade técnica comparada com os padrões internacionais, que nesse caso sugere-se os

melhores laboratórios que atuam na fronteira científica. No gráfico 1, pode-se ver que a diferença entre os IFs e as demais ICTs que participaram da pesquisa é bem acentuada. Apenas 2% dos coordenadores dos IFs entendem que seus laboratórios são avançados e compatíveis com as melhores infraestruturas de pesquisa do mundo, ao passo que 13% das demais ICTs colocam seus laboratórios no padrão internacional de excelência.

O entendimento majoritário (55%) é de que as infraestruturas de pesquisa dos IFs estão na média do observado no país, mas isso não representa um indicador confortável, uma vez que 38% dos coordenadores acreditam que os seus laboratórios estejam insuficientes e abaixo dos padrões brasileiros. A insatisfação dos coordenadores das demais ICTs com a capacidade técnica dos seus laboratórios é bem menor (22%).

Gráfico 1 - Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura (em %)



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.
 Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

Em conclusão à análise dos IFs *vis-à-vis* às ICTs brasileiras, o quadro 2 apresenta um resumo dos principais indicadores das infraestruturas de pesquisa dos IFs, mostrando em quais áreas os IFs se sobressaem (sinal para cima) ou estão aquém do observado nas demais ICTs do Brasil que participaram da pesquisa (sinal para baixo).

Quadro 2 – Resumo dos indicadores das infraestruturas de pesquisa dos IFs *vis-à-vis* às ICTs do Brasil

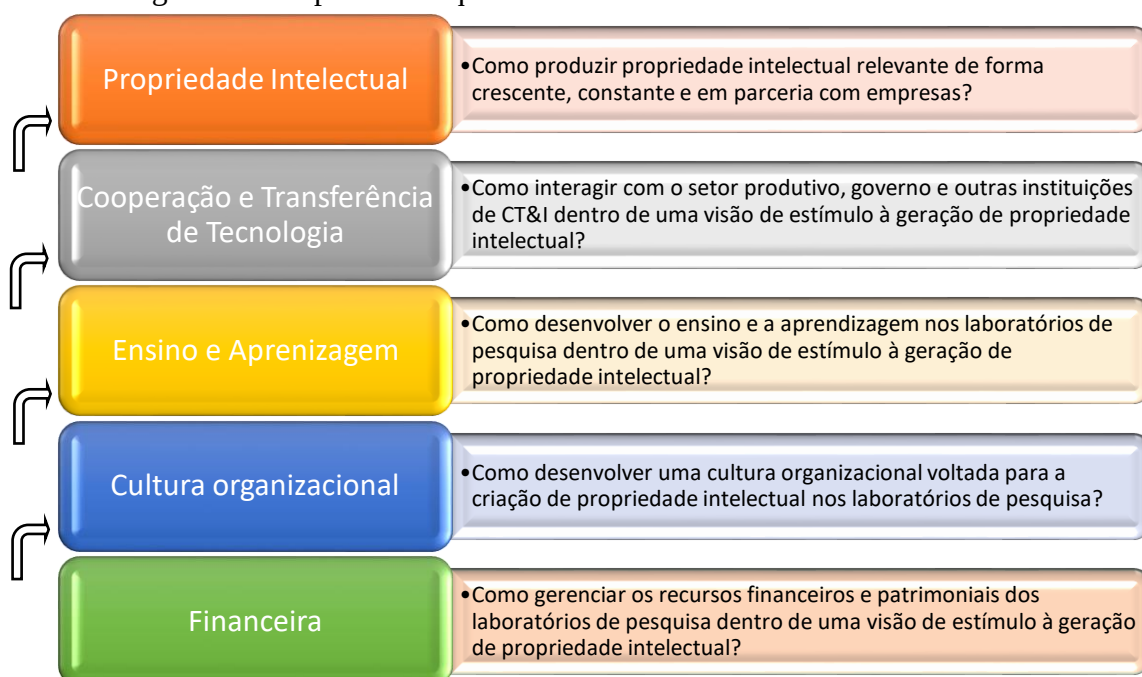
Área de avaliação	Indicador	Situação dos IFs em relação às ICTs do Brasil
Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura	Número de pesquisadores considerado adequado	↓
	Formação dos pesquisadores considerada adequada	↓
	Número de Profissionais de apoio técnico e administrativo considerado adequado	↓
	Qualificação dos profissionais de apoio técnico e administrativo considerada adequada	↓
Avaliação das condições gerais da infraestrutura	Instalações físicas consideradas muito boas	↑
	Equipamentos considerados muito bons	↑
	Manutenção considerada muito boa	↓
	Insumos de pesquisa considerados muito bons	↓
Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura	Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	↓
	Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	↓
	Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	↑

Fonte: Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

4.2 Proposição de modelo de gestão estratégica adaptado do BSC aplicado às infraestruturas de Pesquisa dos IFs

A análise do referencial teórico e das infraestruturas de pesquisa *vis-à-vis* as demais instituições de C&T do Brasil, sobretudo as universidades, possibilitou a identificação de cinco perspectivas que serão utilizadas no modelo, quais sejam: (1) financeira, (2) cultura organizacional (3) ensino e aprendizagem, (4) cooperação e transferência de tecnologia e (5) propriedade intelectual (figura 5).

Figura 5 - Perspectivas e questões norteadoras do modelo BSC-Lab



Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (1997)

A partir da visão e estratégica dos IFs, baseado na Lei nº 11.892, cada perspectiva contribuirá para que os laboratórios possuam foco e metas bem definidas de propriedade intelectual, o que faz do modelo BSC-Lab um sistema de gestão estratégica orientado para a geração de CT&I de forma dinâmica (figura 6). A razão para a propriedade intelectual entrar como uma perspectiva no modelo é para dar um direcionamento de todas as ações, sob pena dos laboratórios exercerem atividades correlatas que, apesar de preencherem os espaços e tempo de pesquisadores, não estarão contribuindo para o fortalecimento dos IFs no quesito desenvolvimento tecnológico.

Figura 6 - Perspectivas do modelo BSC-Lab e suas inter-relações



Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (1997)

As subseções subsequentes apresentarão as cinco perspectivas do modelo, juntamente com os indicadores e os fatores críticos de sucesso, entendendo estes como os fatores-chave para que os IFs obtenham bons resultados na execução do BSC-Lab e cumpram os seus objetivos estratégicos (COSTA, 2017).

4.2.1 Perspectiva Financeira

Esta perspectiva busca responder à seguinte questão: como gerenciar os recursos financeiros e patrimoniais dos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual? O objetivo é estimular a captação de recursos financeiros oriundos de outras instituições públicas - como o CNPq, fundações de apoio à pesquisa - e de empresas privadas, visando o financiamento de projetos de pesquisa aplicada com potencial inovativo e também para modernização dos equipamentos laboratoriais.

Em geral, nas administrações públicas, a perspectiva financeira do BSC assume a responsabilidade prioritária de controlar os custos e melhorar a eficiência financeira (TOWLE, 2000). Contudo, como bem lembram TOHIDI et al. (2010), nas instituições educacionais, como os IFs, essa perspectiva também assume a prioridade de ampliar as fontes de receita visando a modernização de suas infraestruturas de pesquisa.

Quadro 3 – Perspectiva Financeira

Questão norteadora: Como gerenciar os recursos financeiros e patrimoniais dos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?	
Objetivos estratégicos	Indicadores
1 - Captar recursos públicos para PD&I.	Nº de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos públicos de editais externos à instituição de origem.
2 - Captar recursos privados para PD&I.	Nº de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos de empresas.
3 - Estimular a modernização dos equipamentos.	Valor estimado do conjunto dos equipamentos em uso no laboratório.
Fator crítico de sucesso	
Buscar novas fontes de financiamento de CT&I.	

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

4.2.2 Perspectiva da Cultura organizacional

Esta perspectiva busca responder a seguinte questão: como desenvolver uma cultura organizacional voltada para a criação de propriedade intelectual nos laboratórios de pesquisa? O objetivo é estimular a pesquisa aplicada com foco nas demandas tecnológicas e de mercado de acordo com o contexto local onde os IFs estão inseridos.

Basicamente, busca-se com essa perspectiva desconstruir a separação clássica entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, dicotomia presente no chamado modelo linear de inovação (DAGNINO, 2003). O modelo linear cria uma clara divisão entre os executores da pesquisa básica, o que inclui as universidades, institutos de pesquisa e demais instituições que promovem P&D, e pesquisa aplicada, que teria as empresas como protagonistas (MORAIS, 2008).

O entendimento do modelo linear de inovação é visto como simplista, pois reside na crença de que é a partir da pesquisa básica que se obtém as inovações e que sua transferência para o mercado ocorre automaticamente. Assim, tudo começa pela pesquisa básica, seguido pela pesquisa aplicada, culminando no desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

Stokes (2005), ao criticar o modelo linear de inovação, propõe uma ilustração bastante intuitiva, conhecida como “Quadrante de Pasteur”. Nesse modelo, o autor dá grande ênfase para o equívoco da dicotomia entre a pesquisa básica e aplicada e o pensamento linear de inovação dela resultante. Essa dicotomia, além de separar o que essencialmente caminha junto, não proporciona respostas tanto acadêmicas quanto de mercado na velocidade que o mundo atual necessita. Stokes (2005) advoga veementemente que as pesquisas básica e aplicada podem ser combinadas de diversas maneiras. Desta forma, o autor entende que a despeito de sempre haver espaços para estudos separados de pesquisa básica e aplicada, as instituições também deveriam

se esforçar para construir espaços conjuntos de estudos, atendendo às diferentes demandas, seja na área acadêmica ou nas áreas práticas da sociedade.

Mendonça, Lima e Souza (2008) comentam que no caso do Brasil ainda prevalece a visão de que o estímulo à pesquisa aplicada – e a consequente aproximação entre as universidades e as empresas – ameaçaria a integridade da pesquisa acadêmica, na qual a pesquisa básica seria a base. Por conta disso, os autores constataam que a separação típica entre as pesquisas básica e avançada ainda é muito forte no país, razão pela qual a inovação tecnológica tem sido o alvo das empresas, enquanto as universidades continuam se empenhando em grande medida no desenvolvimento da pesquisa básica. Para os autores, esse tipo de dicotomia não faz sentido, pois a união entre as universidades e as empresas não significa o abandono da pesquisa básica e também porque a pesquisa pode se desenvolver em ambas as dimensões, assim como propõe o Quadrante de Pasteur.

Quadro 4 - Perspectiva Cultura Organizacional

Questão norteadora: Como desenvolver uma cultura organizacional voltada para a criação de propriedade intelectual nos laboratórios de pesquisa?	
Objetivos estratégicos	Indicadores
1 - Promover a cultura da inovação no ambiente do laboratório de pesquisa.	Nº de palestras/aulas na área de propriedade intelectual.
2 - Estimular a participação de estudantes dos cursos integrados e subsequentes nas pesquisas aplicadas laboratoriais.	Nº de projetos de pesquisa aplicada em parceria com estudantes dos cursos integrados e subsequentes.
3 - Estimular a participação de docentes e discentes em eventos de propriedade intelectual.	Participação em eventos na área de propriedade intelectual.
Fator crítico de sucesso	
Imprimir uma cultura de trabalho focada em inovação e tecnologia.	

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

4.2.3 Perspectiva do Ensino e Aprendizagem

Esta perspectiva procura responder à seguinte questão: como desenvolver o ensino e a aprendizagem nos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual? O objetivo é que os pesquisadores estejam em contínuo processo de qualificação em temas que envolvem propriedade intelectual, tais como prospecção tecnológica, direitos autorais, sistemas embarcados, redação e negociação de patentes, dentre outros, além de promover a internacionalização dos recursos humanos.

Mazzoleni e Nelson (2007) argumentam que somente com uma boa infraestrutura de pesquisa, os países serão capazes de assimilar e produzir novas tecnologias. A capacidade tecnológica das nações está fortemente associada com a capacidade técnica e humana de suas

infraestruturas científico-tecnológicas. Portanto, continuam os autores, as políticas de desenvolvimento dos países deveriam priorizar o fortalecimento das infraestruturas públicas de pesquisa, tendo em vista a recente competitividade internacional e a velocidade com que as inovações tecnológicas surgem e modificam os mercados.

Nesse sentido, a pesquisa científico-tecnológica para tornar-se de excelência precisa de uma ótima infraestrutura que forneça aos pesquisadores os meios necessários para a realização de investigações de alto nível em seus respectivos campos de atuação. Uma infraestrutura de pesquisa moderna e atualizada é fundamental tanto para a formação de recursos humanos como para a produção de conhecimento e desenvolvimento de inovações tecnológicas (DE NEGRI; RIBEIRO, 2013).

A lei nº 11.892 (lei de criação dos IFs) trouxe mudanças relevantes quanto ao foco do ensino nessas instituições. Como o próprio nome dos IFs sugere, a ciência e a tecnologia, com foco na inovação, ganharam mais ênfase institucional. Aos IFs, além de oferecer educação em diversas modalidades e níveis de ensino, cabe também promover o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional.

Quadro 5 – Perspectiva Ensino e Aprendizagem

Questão norteadora: Como desenvolver o ensino e a aprendizagem nos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?	
Objetivos estratégicos	Indicadores
1 - Aperfeiçoar docentes e discentes em propriedade intelectual	Nº de cursos realizados (presencial ou EAD) na área de propriedade intelectual
2 - Aperfeiçoar docentes e discentes em prospecção científica e tecnológica	Nº de cursos realizados (presencial ou EAD) em prospecção científica e tecnológica
3 - Reter talentos	Nº de bolsistas atuando no laboratório
4 – Aumentar a participação dos estudantes em eventos internacionais	Nº de trabalhos completos em coautoria com estudantes apresentados em eventos científicos realizados no exterior e publicados em anais.
5 - Estimular a qualificação do corpo docente	Nº de doutores atuando no laboratório
Fator crítico de sucesso	
Tornar a propriedade intelectual um tema transversal de ensino em todos os níveis e modalidades e buscar a internacionalização do conhecimento.	

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

4.2.4 Perspectiva da Cooperação e Transferência de Tecnologia

Estudos recentes indicam que para um país se desenvolver científica e tecnologicamente é preciso altos investimentos para ampliar e modernizar sua infraestrutura de pesquisa,

proporcionando um ambiente adequado para a produção de conhecimento, transferência de tecnologias e processo inovativo (MAZZOLENI; NELSON, 2005).

Desta forma, a perspectiva cooperação e transferência de tecnologia busca responder à seguinte questão: como interagir com o setor produtivo, governo e outras instituições de CT&I dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual? Essa preocupação é de vital importância para a geração de emprego e renda, principalmente em países emergentes, como o Brasil, uma vez que há uma correlação positiva entre transferência de tecnologia e desenvolvimento econômico (ALBUQUERQUE, 2001; SHERWOOD; COVIN, 2008).

Albuquerque et al. (2005) chama atenção para o fato de que a ciência possui um grande diferencial para os países que estão buscando recuperação econômica (notadamente os países emergentes, como o Brasil). Segundo eles, a ciência gerada nas infraestruturas de pesquisa, em cooperação com o setor produtivo, atuaria como uma espécie de instrumento de focalização e como uma antena para identificar oportunidades tecnológicas e para garantir a capacidade de absorção de novas tecnologias no país. Desta forma, a infraestrutura de pesquisa em países em desenvolvimento serviria como meio de situar o país no contexto científico e tecnológico internacional.

Mazzoleni e Nelson (2007) argumentam que são as instituições públicas de ensino e pesquisa que têm desempenhado papel estratégico nas economias em desenvolvimento, ainda que instituições privadas também tenham seu valor nesses países. A tese dos autores é a de que as infraestruturas públicas de pesquisa (vinculadas a universidades e instituições públicas de ensino) têm possibilitado aos países em processo de *catching up* (recuperação econômica) se aproximarem dos países desenvolvidos no quesito inovação e tecnologia. Segundo os autores, esse feito não seria alcançado sem o investimento adequado para o fortalecimento dessas instituições, que além de desenvolverem a pesquisa tecnológica, formam profissionais de nível superior capazes de atuar em diferentes modelos de negócios.

Quadro 6 - Perspectiva: Cooperação e Transferência de Tecnologia

Questão norteadora: Como interagir com o setor produtivo, governo e outras instituições de CT&I dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?	
Objetivos estratégicos	Indicadores
1 - Estimular a participação em intercâmbios internacionais	Nº de intercâmbios internacionais realizados
2 - Cooperar com outras infraestruturas de pesquisa pública e privada	Nº de projetos ou ações conjuntas realizadas com outros laboratórios de pesquisa
3 - Realizar eventos em conjunto com o setor produtivo	Nº de eventos realizados em parceria com empresas

4 - Incentivar a incubação de empresas	Nº de projetos de (pré) incubação realizados
5 – Estimular a criação de empresas juniores e projetos de extensão em empresas	Nº de projetos de extensão realizados em parceria com empresas
6 - Aproximar a comunidade docente e discente dos parques tecnológicos	Nº de visitas técnicas a parques tecnológicos
7 - Criar <i>start-ups</i> e <i>spin-offs</i>	Nº de <i>start-ups</i> e/ou <i>spin-offs</i> criadas
8 - Aumentar os contratos de transferência de tecnologia	Nº de contratos de tecnologia (cessão e transferência) efetuados
Fator crítico de sucesso	
Criar estratégias de cooperação e transferência de tecnologia com empresas e instituições de CT&I.	

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

4.2.5 Perspectiva da Propriedade Intelectual

A última perspectiva do modelo é também o principal foco a ser alcançado pelas infraestruturas de pesquisa. Essa ênfase é necessária porque tanto nos países desenvolvidos quanto nos chamados emergentes, a geração de propriedade intelectual tem ocupado lugar de destaque nas agendas governamentais (SHERWOOD; COVIN, 2008) e as infraestruturas de pesquisa, associadas inclusive às instituições de ensino e pesquisa, ganham especial destaque (ALBUQUERQUE, 2001). Cassiolato e Lastres (2005) argumentam que as políticas de longo prazo que objetivam estruturar um determinado país, no sentido de torná-lo competitivo e tecnológico, precisa passar pela estruturação e fortalecimento das infraestruturas de pesquisa ligadas à CT&I, além de promover a cooperação e integração dos agentes que compõem o Sistema Nacional de Inovação (SNI), tendo em vista que o processo de inovação é dinâmico e exige a geração, aquisição e difusão de conhecimento em conjunto.

Cohen et al. (2002) são mais enfáticos sobre a importância das infraestruturas e sobre o foco que elas precisam ter na geração de propriedade intelectual. Para eles, é no laboratório, através do uso dos equipamentos e com os recursos humanos e financeiros envolvidos, que ocorre tanto a pesquisa quanto a inovação. Nesse sentido, não basta ter uma infraestrutura adequada em termos de recursos tecnológicos e humanos, é preciso ter um direcionamento das pesquisas visando a criação e difusão de nova tecnologias, concluem os autores. O foco na pesquisa aplicada e na geração de propriedade intelectual está em comum acordo com a lei de criação dos IFs, conforme pode ser visto na seção III (dos objetivos dos Institutos Federais), artigo 7º, incisos III e IV, respectivamente:

realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade; desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais, e com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos; (BRASIL, 2008)

Nessa perspectiva, a principal pergunta a ser respondida é como produzir propriedade intelectual relevante de forma crescente e em parceria com empresas? Os objetivos estratégicos conduzirão as infraestruturas a utilizarem seus recursos financeiros e humanos com ênfase na geração de propriedade intelectual, e não apenas como geradora de pesquisa básica dissociada dos arranjos produtivos e das demandas tecnológicas. Portanto, os objetivos e medidas da perspectiva propriedade intelectual servem de foco para os objetivos e indicadores das outras perspectivas do modelo.

Quadro 7 - Perspectiva Propriedade Intelectual

Questão norteadora: Como produzir propriedade intelectual relevante de forma crescente e em parceria com empresas?	
Objetivos estratégicos	Indicadores
1 - Publicar artigos de alto impacto	Nº de artigos publicado em periódicos científicos com Qualis A1 ou A2
2 - Incentivar a criação e registro de <i>Softwares</i> e marcas	Nº de <i>softwares</i> ou marca depositados e/ou registrados.
3 - Estimular a criação e registro de patentes	Nº de patentes depositadas e/ou obtidas
4 - Incentivar a criação e registro de desenhos industriais, cultivares e indicação geográfica	Nº de desenhos industriais, cultivares e indicação geográfica depositados e/ou registrados
5 - Aumentar participação de empresas na geração de propriedade intelectual	Nº de registros de propriedade industrial efetuados em cotitularidade com empresas
Fator crítico de sucesso	
Gerar indicadores de propriedade intelectual de forma crescente e em parceria com empresas.	

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

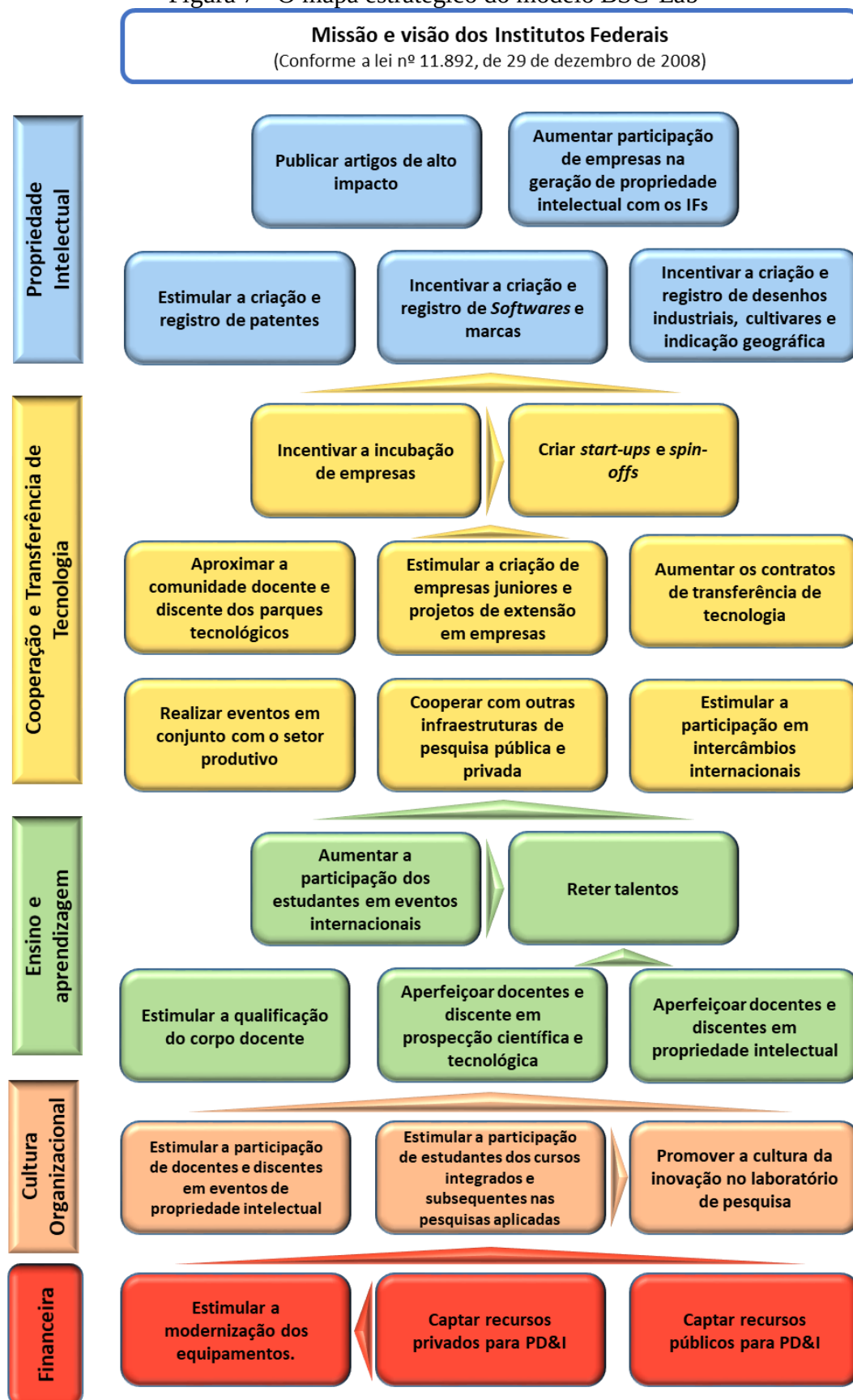
4.2.6 Mapa estratégico e painel de desempenho do modelo BSC-Lab

Para melhor compreensão do modelo, a figura 8 mostra o mapa estratégico com a relação de causa e efeito entre as perspectivas. Kaplan e Norton (2004) comentam que o mapa estratégico serve para melhorar a visualização dos objetivos estratégicos da instituição e as relações de causalidade existentes entre as perspectivas.

Han e Zhong (2015) analisaram 15 mapas estratégicos de universidades americanas visando estabelecer uma análise comparativa em termos de conteúdo, expressão e forma. Para os autores, a inclusão do mapa estratégico no modelo BSC tem se mostrado bastante útil e inovadora não somente para as empresas, mas também para instituições educacionais, uma vez que a fácil visualização da estratégia possibilita a melhoria dos processos e dos resultados esperados, dando eficiência e eficácia ao modelo.

A partir das perspectivas e dos objetivos estratégicos traçados, foi elaborado o mapa estratégico para o modelo BSC-Lab, buscando não apenas as relações de causa e efeito, mas também o foco na geração de propriedade intelectual, conforme pode ser visto na figura 7.

Figura 7 - O mapa estratégico do modelo BSC-Lab



Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (2004).

O primeiro passo para que os laboratórios de pesquisa dos IFs trabalhem dentro de uma perspectiva de geração de propriedade intelectual e, conseqüentemente contribuam para a formação de uma institucional inovadora, é a mudança na forma como lidam com as suas finanças. De maneira prática, os coordenadores dos laboratórios de pesquisa entenderão que os recursos financeiros para financiamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) não poderão ficar restritos ao orçamento das instituições às quais pertencem, sendo necessária a busca por outras fontes, notadamente de empresas e de outras agências públicas de financiamento. Além disso, a modernização dos equipamentos disponíveis na infraestrutura de pesquisa também deve ser priorizada. Dentro desse modelo, a perspectiva inicial leva à seguinte, e assim por diante.

Com mais recursos financeiros disponíveis, o coordenador do laboratório poderá financiar a ida de alunos, bolsistas e pesquisadores a eventos de propriedade intelectual com o objetivo de incentivar uma cultura organizacional inovadora. Internamente, o coordenador poderá estimular a execução de palestras ou aulas, inclusive em parceria com outros pesquisadores ou membros do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) do IF ao qual faz parte. Além disso, a ênfase em pesquisa aplicada deve fazer parte da agenda dos laboratórios, tendo em vista a vocação institucional dos IFs. Essas ações ajudarão a criar uma atmosfera favorável à geração de propriedade intelectual.

Uma vez ambientados, motivados e focados em propriedade intelectual, a equipe do laboratório de pesquisa precisará de capacitação. Obviamente que a área técnica de conhecimento específico do laboratório (química, alimentos, construção, etc) já faz parte da *expertise* do coordenador e de sua equipe, razão pela qual o presente modelo não propõe qualquer alteração. A capacitação que sugere a perspectiva Ensino e Aprendizagem diz respeito à formação e internacionalização de recursos humanos em competências e saberes na área de propriedade intelectual, uma vez que, na perspectiva empresarial, a proteção da inovação é tão importante quanto gerá-la. Espera-se, ainda, que essas ações possibilitem a retenção de talentos e a geração de novos doutores em atuação nos laboratórios, o que formará um círculo virtuoso de ensino-aprendizagem-inovação.

O efeito subsequente esperado é uma maior cooperação com as empresas, inclusive com transferência de tecnologia. No presente modelo, a geração de propriedade intelectual é gerada prioritariamente em parceria com as empresas, ao contrário do que costumeiramente é visto atualmente, onde as patentes são geradas nas instituições de pesquisa e depois negociadas no mercado, resultando em muitas inovações sem uso na economia. O objetivo é que os laboratórios de pesquisa dos IFs descubram as demandas tecnológicas em parceria com as

empresas e desenvolvam e protejam conjuntamente as inovações. Como expressão máxima da união entre os IFs e as empresas, espera-se que sejam criadas *start-ups* e *spin-offs*.

Em seu ponto máximo, o modelo apresenta a perspectiva da Propriedade Intelectual. Essa perspectiva encontra-se no topo para enfatizar o foco que os laboratórios devem ter em todos os seus trabalhos e também por ser o efeito último esperado das demais perspectivas. Essa ênfase busca trilhar as infraestruturas de pesquisa para o cumprimento da missão dos IFs. Espera-se resultados tanto na área acadêmica, como publicação de artigos de alto impacto, quanto na área tecnológica, como registro de *softwares*, patentes e outras proteções de propriedade intelectual, sempre em parceria com empresas e outras instituições.

A fim de auxiliar na gestão estratégica dos laboratórios, os coordenadores poderão utilizar o painel de desempenho para acompanhar o desenvolvimento de suas ações. Sugere-se que para cada indicador seja estabelecido um alvo, conforme exemplo sugerido no quadro 8. O painel servirá para avaliar o desempenho das medidas propostas e para nortear os envolvidos em cada processo de trabalho. Como ilustração, Kaplan e Norton (1997) sugerem que o painel de indicadores é como o painel de bordo de um avião, onde os pilotos têm informações vitais para o sucesso da viagem, como nível de combustível, velocidade do ar, altitude, dentre outros.

Quadro 8 – Exemplo de painel de medição de desempenho e acompanhamento das ações

Perspectiva	Objetivos estratégicos	Indicadores	Alvos (metas)	Execução	
				Ações	Responsável
Cooperação e Transferência de Tecnologia	Realizar eventos em conjunto com o setor produtivo	Nº de eventos realizados em parceria com empresas	Realizar dois eventos por ano	1. Listar empresas com potencial de cooperação; 2. Realizar visitas técnicas na(s) empresa(s) listadas; 3. Planejamento do evento; 4. Execução do evento (equipes).	Nome do responsável

Fonte: Autoria própria, adaptado de Kaplan e Norton (1997).

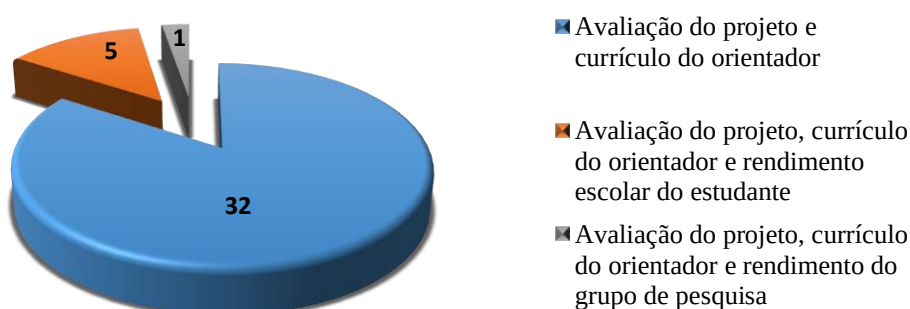
4.2.7 Proposta de aplicação do modelo BSC-Lab

O modelo proposto atenderá a dois objetivos específicos (e práticos) para os IFs: (1) servir de modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa dos IFs e também como parte do planejamento da instituição, sobretudo do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); (2) melhorar a seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo do PIBITI, adicionando uma nova etapa na seleção, isto é, a avaliação dos laboratórios de pesquisa.

No caso do segundo objetivo específico, sugere-se que o BSC-Lab seja utilizado pelas Pró-Reitorias de Pesquisa e Inovação³⁶ dos IFs como instrumento de avaliação para que os IFs possam direcionar seus recursos para PD&I de forma eficaz. Em geral, esses recursos virão na forma de bolsas e incentivos financeiros para pesquisa tecnológica, tais como: PIBITI, projetos de Pré-Incubação de base tecnológica, extensão tecnológica e similares. Os editais do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) e outros similares continuariam com a forma de seleção adotada pelas instituições.

Em geral, as seleções de projetos de CT&I nos IFs ocorrem mediante duas etapas: a primeira é a seleção do projeto por meio de uma comissão julgadora. A segunda etapa ocorre com a avaliação do currículo lattes do orientador que encaminhou a proposta, sendo o resultado geral o somatório da nota do projeto de pesquisa com a nota do currículo lattes do proponente. Pesquisa documental, junto aos editais PIBITI dos 38 IFs, revelou que 32 (cerca de 85%) realizam apenas a avaliação do projeto e do currículo lattes do orientador da proposta, o que se mostra insuficiente para selecionar projetos de natureza tecnológica (gráfico 2).

Gráfico 2 - Métodos de seleção de projetos PIBITI nos Institutos Federais



Fonte: Autoria própria, a partir de pesquisa documental.

Por meio do Decreto nº 4.728 de 9 de junho de 2003³⁷, o CNPq estabeleceu as normas gerais e específicas para várias modalidades de bolsas, inclusive as de PIBITI. No anexo 1, item 1.7.2, está escrito que “As propostas serão recomendadas (...) em função da qualificação profissional do coordenador, relevância, abrangência temática e viabilidade técnica do plano de trabalho e das atividades a serem desenvolvidas por cada bolsista”. Observa-se que não há referência a outros métodos de seleção dos projetos.

³⁶ A nomenclatura dessa pró-reitoria varia entre os IFs. Os termos mais comuns são: pró-reitoria de pesquisa e inovação; pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação; pró-reitoria de pesquisa, extensão e inovação.

³⁷ Disponível em <http://www.cnpq.br/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/100352>

A proposta do presente modelo consiste em adicionar a avaliação do laboratório de pesquisa como uma nova etapa na seleção de projetos de natureza tecnológica. Essa inclusão resultará em dois ganhos: o primeiro é a premiação dos laboratórios que estão buscando a excelência; já o segundo é, por meio da competição, encorajar os laboratórios à qualificação e à busca por geração de propriedade intelectual. A proposta de aplicação do modelo está representada no quadro 9.

Quadro 9 – Proposta de seleção de projetos para fins de financiamento público institucional de PD&I com foco em inovação nos Institutos Federais

Tipo de avaliação	Descrição	Peso
Avaliação do projeto de pesquisa (APP)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente), conforme as normas estabelecidas pela instituição.	Peso 4
Avaliação do currículo lattes do orientador do projeto (ACL)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente), conforme as normas estabelecidas pela instituição.	Peso 3
Avaliação do laboratório de pesquisa (ALP)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente).	Peso 3

Fonte: Autoria própria, a partir de pesquisa documental.

O projeto de pesquisa, devido a sua importância, representa 40% da nota final. Os 60% restantes serão divididos igualmente entre a avaliação do currículo do orientador proponente (30%) e a avaliação do laboratório de pesquisa (30%). A Nota Final do Projeto (NFP) será o resultado da média aritmética ponderada, dado os respectivos pesos, conforme apresentado na equação 01. A NFP será um número entre 0 e 10, o que facilitará o entendimento e a divulgação, uma vez que esta é a escala utilizada nas avaliações escolares.

$$NFP = \frac{APP(4) + ACL(3) + ALP(3)}{10} \quad (01)$$

Utilizando esse modelo, os IFs irão bonificar as infraestruturas de pesquisa pelos seus desempenhos científicos e tecnológicos, ajudando a evitar que projetos de pouca aplicação tecnológica venham a conseguir recursos financeiros institucionais. Isso não significa uma exclusão dos demais pesquisadores que não atuam em laboratórios, pois estes, além de poderem continuar competindo nos editais PIBITI, também poderão submeter seus projetos a editais de iniciação científica e outros de natureza não tecnológica, os quais continuariam com as avaliações vigentes em suas instituições. Ademais, espera-se que o fortalecimento dos

laboratórios atraia mais professores e grupos de pesquisa para esses espaços, possibilitando a cooperação entre pesquisa básica e aplicada, conforme propõe Stokes (2005).

Contudo, como mensurar cada tipo de avaliação do quadro 9? Os IFs já dispõem de metodologias avaliativas para os projetos de pesquisas e também para a avaliação do currículo lattes dos proponentes de projetos, no entanto, ainda não possuem um instrumento para avaliação dos laboratórios de pesquisa, lacuna que o modelo BSC-Lab busca preencher.

Nesse sentido, o modelo propõe um barema³⁸ que servirá de instrumento avaliativo dos laboratórios de pesquisa. Importante ressaltar que o barema disposto no quadro 10 contém os indicadores propostos para cada objetivo estratégico das cinco perspectivas que compõem o BSC-Lab. Espera-se que, utilizando este modelo, as infraestruturas de pesquisa dos IFs sejam orientadas na prática a cultivarem uma cultura onde a geração de propriedade intelectual esteja no foco.

Quadro 10 - Barema de Avaliação dos Laboratórios de Pesquisa

Perspectiva	Indicadores	Pontos por indicador	Pontuação máxima
Financeira	1. N° de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos públicos de editais externos à instituição de origem.	2	4
	2. N° de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos de empresas.	2	4
	3. Valor estimado do conjunto dos equipamentos em uso no laboratório (>100 mil).	2	2
Cultura Organizacional	4. N° de palestras/aulas na área de propriedade intelectual.	1	3
	5. N° de projetos de pesquisa aplicada em parceria com estudantes dos cursos integrados e subsequentes.	2	4
	6. Participação em eventos na área de propriedade intelectual.	1	3
Ensino e Aprendizagem	7. N° de cursos realizados (presencial ou EAD) na área de propriedade intelectual	1	2
	8. N° de cursos realizados (presencial ou EAD) em prospecção científica e tecnológica	1	1
	9. N° de bolsistas atuando no laboratório	1	2
	10. N° de trabalhos completos em coautoria com estudantes apresentados em eventos científicos realizados no exterior e publicados em anais.	1	2
	11. N° de doutores atuando no laboratório	1	3
Cooperação e Transferência de Tecnologia	12. N° de intercâmbios internacionais realizados	2	4
	13. N° de projetos ou ações conjuntas realizadas com outros laboratórios de pesquisa	1	3
	14. N° de eventos realizados em parceria com empresas	1	3
	15. N° de projetos de (pré) incubação realizados	3	3
	16. N° de projetos de extensão realizados em parceria com empresas	2	4
	17. N° de visitas técnicas a parques tecnológicos	1	2
	18. N° de <i>start-ups</i> e/ou <i>spin-offs</i> criadas	5	10

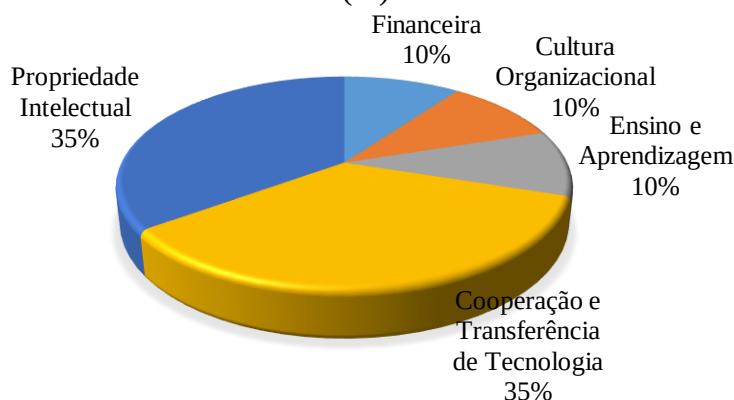
³⁸ Conjunto de critérios de avaliação acompanhados da respectiva pontuação.

	19. N° de contratos de tecnologia (cessão e transferência) efetuados	3	6
Propriedade Intelectual	20. N° de artigos publicado em periódicos científicos com Qualis A1 ou A2	2,5	5
	21. N° de <i>softwares</i> ou marca depositados e/ou registrados.	3	6
	22. N° de patentes depositadas e/ou obtidas	4	8
	23. N° de desenhos industriais, cultivares e indicação geográfica depositados e/ou registrados	4	8
	24. N° de registros de propriedade industrial efetuados em cotitularidade com empresas	4	8
Pontuação Máxima Total		100 pontos	

Fonte: Autoria própria.

O barema está dividido em cinco perspectivas, cujos pesos objetivam balancear e priorizar as perspectivas Cooperação e Transferência de Tecnologia e Propriedade Intelectual. Nesse caso, elas representam 70% do total do barema (35% para cada), dando uma clara ideia do foco tecnológico que os laboratórios de pesquisa precisam ter. As demais perspectivas somam 30%, divididas igualitariamente em 10% cada, conforme pode ser visto no gráfico 3.

Gráfico 3 - Peso das perspectivas na pontuação total (%)



Fonte: Autoria própria.

Como complemento à valorização das infraestruturas de pesquisa dos IFs e em adição ao modelo BSC-Lab, sugere-se a criação da Função de Coordenador de Laboratório (FCL), à semelhança da Função de Coordenador de Curso (FCC). A criação dessa função gratificada justifica-se devido à tarefa árdua que os coordenadores desses espaços executam em concomitância com as demais tarefas didático-científicas.

O acompanhamento e implementação das ações propostas no BSC-Lab recaem em grande parte sobre a responsabilidade do coordenador, sendo ele o servidor responsável perante

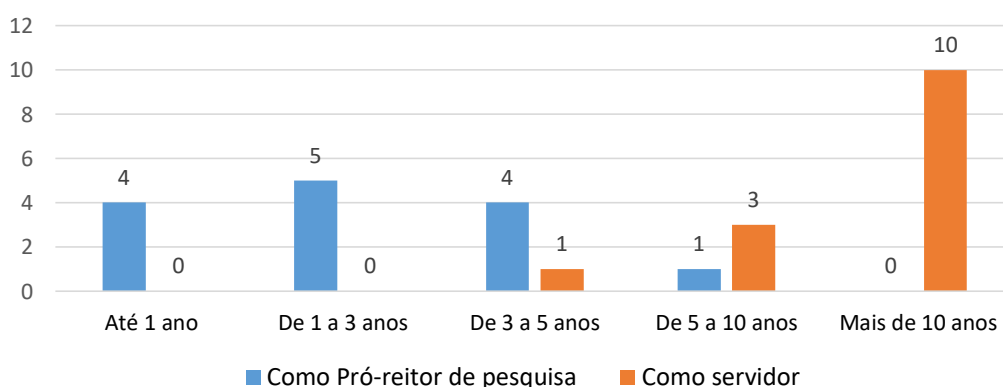
os IFs sobre os seus respectivos laboratórios. A valorização do laboratório e do coordenador é igualmente estratégica no modelo aqui proposto.

4.2.8 Validação do modelo BSC-Lab

A fim de buscar a validação do modelo proposto, foi enviado um questionário com perguntas semiestruturadas com escala do tipo Likert aos 38 Pró-Reitores de Pesquisa e Inovação dos IFs, dos quais 14 responderam ao questionário. O intuito é avaliar, sob a ótica da gestão dos IFs, se o modelo é adequado tanto como instrumento de gestão estratégica das infraestruturas de pesquisa, quanto como instrumento adicional de seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo do PIBITI.

Inicialmente os Pró-Reitores foram indagados sobre o seu conhecimento em BSC. Apesar de apenas 6 terem dito que seus conhecimentos eram bons ou razoáveis, mais de 70% têm mais de 10 anos de servidor do IFs (gráfico 4), sendo anteriores à ‘ifetização’ das instituições da Rede Federal. O tempo em que estão à frente da Pró-Reitoria (64% tem até 3 anos) é menor devido às gestões de reitores serem de apenas 4 anos, o que justifica os mandatos mais curtos. Ressalta-se ainda que os IFs, sob força do Decreto n. 5.773, de 9 de maio de 2006, são obrigados a elaborar o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), documento que traça os planos de médio e longo prazo da instituição. No PDI é muito comum conter o mapa estratégico, que resume a estratégia do IF, além de outros conceitos técnicos próprios do planejamento estratégico, razão pela qual os pró-reitores estão familiarizados com os termos pertinentes ao BSC, ainda que este nome geralmente não seja mencionado.

Gráfico 4 - Tempo de serviço no Instituto Federal

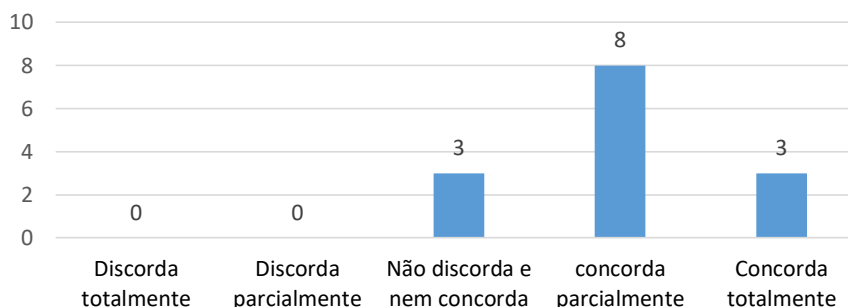


Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

Após apresentar o BSC para os Pró-Reitores, foi perguntado se as perspectivas sugeridas para o modelo faziam sentido para eles, ou seja, se elas de fato representariam a estratégica

adequada para o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs. Chama a atenção para o resultado positivo dessa questão, pois quase 80% (11) disseram que concordam parcialmente ou totalmente com as perspectivas apresentadas (gráfico 5).

Gráfico 5 - Avaliação das perspectivas do modelo



Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

De maneira mais específica, os Pró-Reitores foram indagados sobre os objetivos estratégicos elencados para cada perspectiva. Esse é um momento muito importante para a avaliação do BSC, pois, conforme salientam Kaplan e Norton (1997), os objetivos estratégicos traduzem e esclarecerem a estratégia e a visão institucional. Em relação à perspectiva financeira, cerca de 85% relataram que concordam parcialmente ou totalmente com os objetivos estratégicos apresentados, sendo que quase 30% concordaram explicitamente com eles (tabela 3).

Em geral, a avaliação dos Pró-Reitores foi positiva e seguiu a proporção da primeira perspectiva. Assim, 13 indicaram que concordavam, no mínimo parcialmente, com todos os objetivos estratégicos das demais perspectivas e nenhum indicou que discordava, ainda que parcialmente.

Tabela 3 - Avaliação dos objetivos estratégicos

Perspectiva	Avaliação				
	Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
Financeira	0	0	2	8	4
Cultura Organizacional	0	0	1	7	6
Ensino e Aprendizagem	0	0	1	10	3
Cooperação e Transferência de Tecnologia	0	0	1	9	4
Propriedade Intelectual	0	0	1	8	5

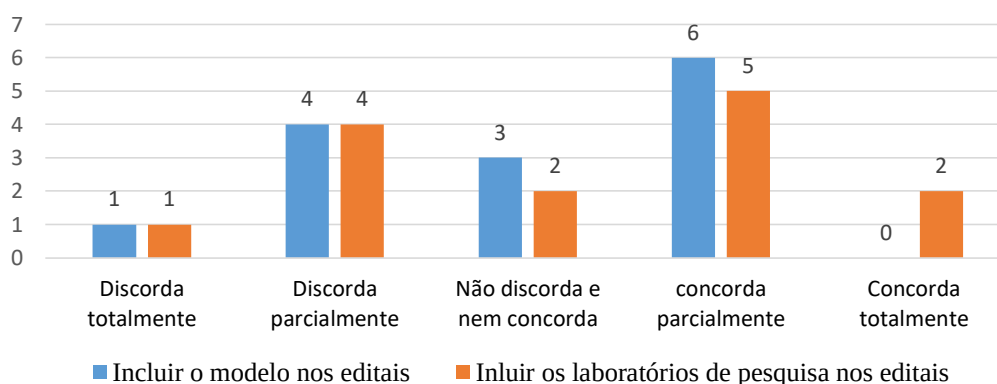
Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

Até aqui percebe-se que os Pró-Reitores entendem que o modelo é adequado como instrumento de gestão estratégica, contudo, fica a dúvida sobre a aplicação prática do modelo, em especial sobre a utilização dele como instrumento adicional de avaliação de projetos de natureza tecnológica. Entende-se que a inclusão do BSC-Lab como instrumento avaliativo ajudaria as infraestruturas de pesquisa a buscarem a qualificação e o foco na geração de propriedade intelectual, situação que fortaleceria os IFs como um todo.

As informações do gráfico 6 retiram essa dúvida. Constatou-se que os Pró-Reitores estão divididos quanto à inclusão do modelo no processo seletivo de projetos como o PIBITI. Excluindo-se os que não concordam e nem discordam, 6 concordam parcialmente, contra 5 que discordam no mínimo parcialmente. O número dos que apoiam a inclusão é ligeiramente superior, o que não inviabiliza a aplicação do BSC-Lab nos editais, mas sugere que deverá haver maior esclarecimento quanto às vantagens e desafios dessa nova metodologia nos IFs que decidirem adotá-la.

Outra informação corrobora com a necessidade de inclusão do BSC-Lab no processo seletivo dos editais tecnológicos dos IFs: o fato de 7 Pró-Reitores entenderem que os laboratórios de pesquisa deveriam, de alguma forma, ser avaliados nesses processos, demonstrando que há uma certa insatisfação desses gestores quanto à não bonificação das infraestruturas de pesquisa ativas e eficientes dos IFs na escolha da destinação de recursos financeiros de CT&I.

Gráfico 6 - Inclusão do modelo e laboratórios de pesquisa nos editais tecnológicos dos IFs

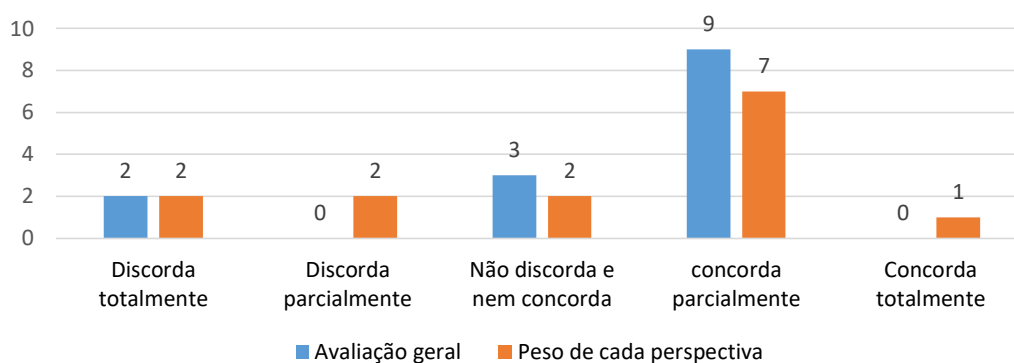


Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

No intuito de facilitar a avaliação dos laboratórios de pesquisa e facilitar sua inclusão nos editais, foi sugerido e apresentado aos Pró-Reitores um barema de avaliação, com indicação de pontos por indicador e pontuação máxima em cada perspectiva (ver quadro 10). Nesse

questito, a avaliação também foi favorável (gráfico 7), sendo que 9 concordaram parcialmente com todo o barema apresentado e 8 concordaram no mínimo parcialmente com os pesos sugeridos para cada perspectiva, onde buscou-se destacar as de Cooperação e Transferência de Tecnologia e Propriedade Intelectual, às quais correspondem a 70% do peso total do barema.

Gráfico 7 - Avaliação do Barema de avaliação dos laboratórios de pesquisa

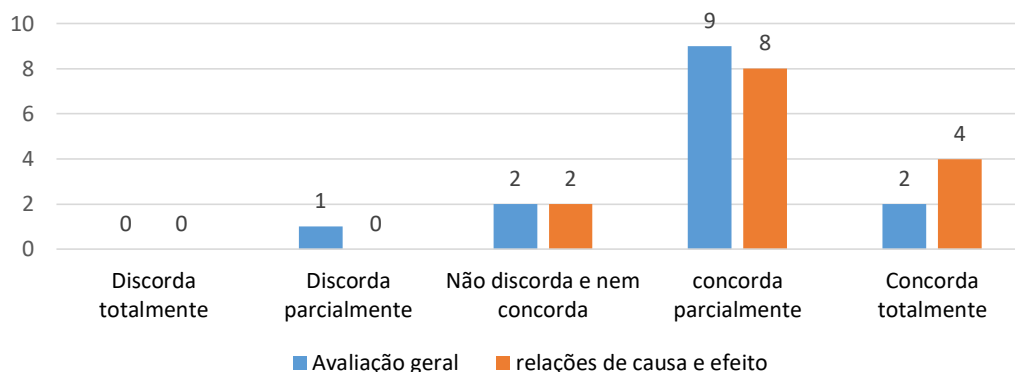


Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

Em relação ao mapa estratégico, importante instrumento de visualização da estratégia institucional, foi perguntado aos Pró-Reitores se eles concordavam com a proposta apresentada e se ele representava visualmente as relações de causa e efeito entre os componentes da estratégia dos laboratórios dos IFs.

Excluindo os que não discordam e nem concordam (gráfico 8), apenas 1 declarou discordar parcialmente do mapa de maneira geral, revelando que, para a maior parte desses gestores, o mapa estratégico estava adequado ao modelo proposto (quase 80% concordaram no mínimo parcialmente), além de representar adequadamente as relações de causa e efeito (cerca de 85% concordaram no mínimo parcialmente). Desta forma, agindo conforme sugere o BSC-Lab, as infraestruturas de pesquisa serão orientadas em cada processo de trabalho e atingirão indicadores favoráveis de propriedade intelectual, ajudando os IFs a cumprirem sua missão no quesito desenvolvimento tecnológico.

Gráfico 8 - Avaliação do mapa estratégico sugerido para os laboratórios de pesquisa dos IFs



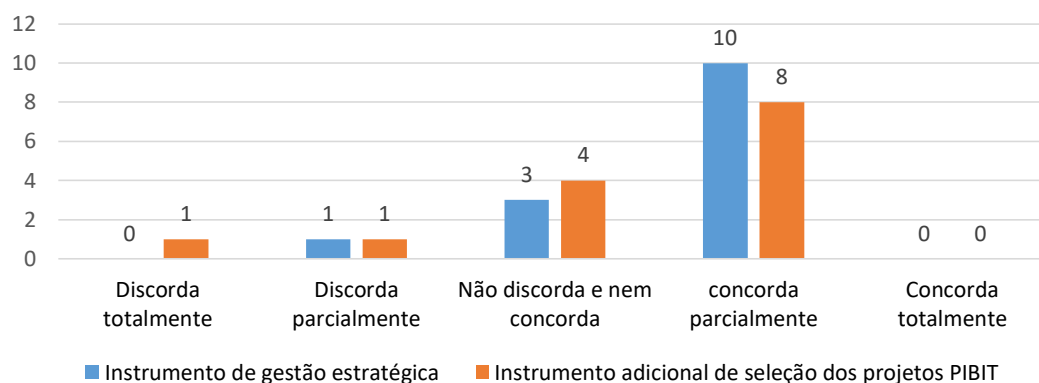
Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

Por fim, foi perguntado aos Pró-Reitores a avaliação geral que eles faziam do modelo conforme apresentado. Duas perguntas foram direcionadas: (1) você concorda que esse modelo deveria ser utilizado como instrumento de gestão estratégica dos laboratórios dos IFs? (2) você concorda que esse modelo deveria ser utilizado como instrumento adicional de seleção dos projetos PIBITI (ou outros de natureza tecnológica)?

A explanação dos dados anteriores já seria suficiente para se chegar a avaliação geral, contudo, as informações dispostas no gráfico 9 servem como confirmação. Mais de 70% (10 gestores) concordam parcialmente que o BSC-Lab é adequado como modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa dos IFs. Esse número ganha maior expressão porque nenhum Pró-Reitor discordou totalmente do modelo, ainda que 3 preferiram não emitir juízo de valor nesse quesito.

Quanto à segunda pergunta geral, o resultado também foi positivo, porém inferior ao primeiro. Quase 60% (8 gestores) concordam, ainda que parcialmente, que o modelo deva ser utilizado como instrumento adicional de seleção dos projetos como o PIBITI. O número de abstenções foi maior nessa questão, pois 4 Pró-Reitores preferiam não opinar decisivamente, o que revela ser esse um tema que expressa maior cuidado.

Gráfico 9 - Avaliação geral do modelo



Fonte: Autoria própria, a partir do questionário enviado aos Pró-Reitores de Pesquisa dos IFs.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados colhidos no presente estudo apontam que a adaptação do BSC aplicado às infraestruturas de pesquisa dos IFs tem grande potencial de tornar essas instituições mais eficazes no uso dos recursos públicos e privados na geração de propriedade intelectual, tornando-as mais sensíveis e focadas em todo o processo de geração de CT&I e em articulação com o setor produtivo.

Segundo Moraes e Kipnis (2017), o modelo de pesquisa universitária, baseado na formação de grupos de pesquisa que se articulam em torno dos programas de pós-graduação, tem se mostrado impróprio à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), da qual os IFs fazem parte. Diante dessa hipótese, o presente trabalho propôs a criação de um modelo adaptado do BSC aplicado às infraestruturas de pesquisa dos IFs com foco na geração de propriedade intelectual, denominado BSC-Lab. Esse modelo visa fortalecer essas instituições no que diz respeito ao ensino, pesquisa, extensão e inovação, em face da nova missão institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

Percebeu-se que as infraestruturas de pesquisa dos IFs, comparativamente às demais ICTs do Brasil, ainda precisam melhorar em diversas áreas, com destaque para o número e qualificação dos pesquisadores, manutenção dos equipamentos e também na quantidade e qualidade dos insumos de pesquisa. Tudo isso impacta na capacidade técnica dos laboratórios, que, na opinião dos coordenadores, foi considerada inferior em relação aos padrões internacionais ou mesmo nacionais.

A avaliação realizada pelos 14 Pró-Reitores de Pesquisa que responderam ao questionário aponta que esses gestores concordam parcialmente com o modelo proposto, sendo este útil para dois fins: 1) servir de modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa

dos IFs e também como parte do planejamento da instituição, sobretudo do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); 2) melhorar a seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo dos editais PIBITI, adicionando uma nova etapa na seleção, isto é, a avaliação dos laboratórios de pesquisa.

Portanto, como gerenciar estrategicamente as infraestruturas de pesquisa dos IFs e como elas podem contribuir para o cumprimento da missão e visão institucional? Tendo em vista que o BSC tem sido utilizado em todo o mundo como sistema de medição de desempenho e sistema de gestão estratégica, este trabalho entende que o uso do BSC-Lab, aliado com outras ações e estratégias complementares, tem potencial para ajudar os IFs na resolução parcial dessa questão, ajudando-os a cumprirem sua missão e visão institucional, fazendo *jus* ao nome que lhe pesa, qual seja: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

Finaliza-se este trabalho lembrando que “as quatro perspectivas do *balanced scorecard* [original] têm-se revelado adequadas em diversas empresas e setores do mercado. Mas elas devem ser consideradas um modelo, não uma **camisa-de-força**” (KAPLAN; NORTON, 1997, p. 35, grifo nosso). De maneira análoga, as cinco perspectivas do BSC-Lab devem ser encaradas como modelo de gestão estratégica para as infraestruturas de pesquisa dos IFs, o que significa que essas instituições poderão adequá-lo às suas necessidades e contextos, visando o cumprimento da missão e visão institucional.

Sugere-se que trabalhos futuros busquem, de maneira experimental, implantar o BSC-Lab em um ou mais IFs, avaliando os pontos fracos e fortes de sua aplicação. Por razões de objetivo e tempo essa implantação não foi possível realizar, o que abre espaço para pesquisas similares.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. M. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 4, p. 545-566, 2001.
- ALBUQUERQUE, E. M.; BAESSA, A. R.; KIRDEIKAS, J. C. V.; SILVA, L. A.; RUIZ, R. M. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista de Economia contemporânea**, v.9 n.3. Rio de Janeiro: set./dez. 2005.
- AL-HOSAINI; SOFIAN, S. A Review of Balanced Scorecard Framework in Higher Education Institution (HEIs). **International Review of Management and Marketing**, v. 5, n. 1, p. 26-35, 2015.
- BEARD, D. F. Successful Applications of The Balanced Scorecard in Higher Education. **Journal of Education for Business**, v. 84, n.5, p. 275-282, 2009.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências.

BUTLER, A., LETZA, S. R., NEALE, B. (1997). Linking the balanced scorecard to strategy. **Long Range Planning**, vol. 30, n. 2, p. 242–253, 1997.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistema de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v.19 n.1, 2005.

CHANG, O. H., CHOW, C. W. The balanced scorecard: a potential tool for supporting change and continuous improvement in accounting education. **Issues in Accounting Education**, Vol. 14, n. 3, p. 395-412, 1999.

CHEN, S.H., YANG, C.C., & SHIAU, J.Y. The application of balanced scorecard in the performance evaluation of higher education. **The TQM Magazine**, Vol. 18, n. 2, p. 190-205, 2006.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, nº 1, p. 1-23, 2002.

COSTA, C. H. G. **Modelo de gestão estratégica aplicado à agência de Inovação do café (inovacafé)**. 266 f. Tese (Doutorado em Administração). Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade de Lavras, Lavras, 2017.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o argumento da hélice tríplice. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2. n. 2, p.267-307, 2003.

DECHOW, N. The balanced scorecard: subjects, concepts and objects – a commentary. **Journal of Accounting & Organizational Change**, vol. 8, n. 4, p. 511–527, 2012.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24, p. 75-87. Brasília: IPEA, 2013.

DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. (Orgs.) **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. O mapeamento da infraestrutura científica e tecnológica No Brasil. In: DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. (Orgs.) **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

DORWEILER, V. e YAKHOU, M (2005). Scorecard for academic administration performance on the campus. **Managerial Auditing Journal**, vol. 20 N.º 2, p. 138-144, 2005.

FILGUEIRAS, A. de A.; BARROS, L. P. de S.; GOMES, J. S. O processo de implantação do balanced scorecard em uma empresa estatal brasileira: o caso Petrobras. **Revista de Gestão USP**, v. 17, n. 1, p. 45-57, janeiro-março 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GRIFFITHS, J. Balanced Scorecard use in New Zealand government departments and crown entities. **Australian Journal of Public Administration**, vol. 30, n. 62, p. 70-80, 2003.

GUERRA, J. B. S. O. de A. A proposal of a Balanced Scorecard for an environmental education program at universities. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 1674-1690, 2018.

HAN, S. ZHONG, Z. Strategy maps in university management: A comparative study. **Educational Management Administration & Leadership**. Vol. 43, n. 6, p. 939–953, 2015.

HERRERO FILHO, Emilio. **Balanced Scorecard e a gestão estratégica: uma abordagem prática**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HOQUE, Zahirul. 20 years of studies on the balanced scorecard: Trends, accomplishments, gaps and opportunities for future research. **The British Accounting Review**, [s.n.], vol. 46, p. 33-59, 2014.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. 20 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **Mapas estratégicos - Balanced Scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Alinhamento: usando o balanced scorecard para criar sinergias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

KAPLAN, R. S., DYLAN, N. M. The balanced scorecard: for a strategy-focused school district, it's a route for driving systemwide performance measurements, as Atlanta's experience suggests. **School Administrator**, Feb. 2010, p. 10+. Disponível em ><http://link-galegroup.ez20.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A219146038/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=b9ad4319><. Acesso em 10/12/2018.

LIMA, Maurício et al. Modelando o BSC para as Universidades do Sistema ACADE. **Organizações em contexto**, Ano 5, n. 9, jan./jun., 2009.

LOURENZANI, W. L., QUEIROZ, T. R., SOUZA FILHO, H. M. Scorecard sistêmico: modelo de gestão para empreendimentos rurais familiares. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 123-136, 2008.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A. e KUBOTA, L. C. (Orgs.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MANSUR, R. **Balanced Scorecard (BSC) – Estudo de Casos Brasileiros**. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2008.

MARTIN, M.; SAUVAGEOT, C. **Constructing an indicator system or scorecard for higher education**: a practical guide. Paris: International Institute for Educational Planning and UNESCO, 2011.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Working Paper Series. Italy: Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies, 2005.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n. 10, p. 1512-1528, 2007.

MENDONÇA, M. A. de; LIMA, D. G.; SOUZA, J. M. de. Cooperação entre ministério da defesa e COPPE/UFRJ: uma abordagem baseada no modelo triple helix III. In: DE NEGRI, J. A. e KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MORAES, G. H.; KIPNIS, B. Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: uma abordagem histórica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 23, n. 52, p. 693-716, 2017.

NIVEN, Paul R. **Balanced Scorecard step-by-step**: maximizing performance and maintaining results. New York: John Wiley, 2003.

NORREKLIT, H. The balance on the balanced scorecard: a critical analysis of some of its assumptions. **Management Accounting Research**, n. 11, p. 65-88, 2000.

PESSOA, Maria Naiula Monteiro. **Gestão das universidades federais brasileiras – um modelo fundamentado no balanced Scorecard**. 2000. 304 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PINTO, S. H. B.; TONINI, A. C., YOO, N. S. L., KATAYOSE, E. M. Implantação e manutenção do Balanced Scorecard (BSC): um estudo de múltiplos casos. In: XXXI ENEGEF (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Belo Horizonte, 2011. **Anais**. Belo Horizonte: UFMG, 2011, p. 1-14.

QU, S. Q., COOPER, D. J. The role of inscriptions in producing a balanced scorecard. **Accounting, Organizations and Society**, vol 36, n. 6, p. 344-362, 2011.

RIBEIRO, J. A. **Desenvolvimento e validação de um modelo de referência para a gestão estratégica do desempenho de parques tecnológicos**. Tese (Doutorado em Administração). Centro de pós-graduação e pesquisas em administração, Universidade Federal de Minas Gerais.

REDA, N. W. Balanced scorecard in higher education institutions: Congruence and roles to quality assurance practices. **Quality Assurance in Education**, Vol. 25, n. 4, p.489-499, 2017.

RICHARTZ, Fernando et al. O Balanced Scorecard como ferramenta de gestão estratégica em uma universidade federal. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 01-22, dez. 2012.

ROCHA, M. de S. **Proposta de Balanced Scorecard para auxílio ao processo de gestão estratégica da internacionalização do ensino superior**: um estudo de caso em universidades públicas. 2016. 245 f. Tese (Doutorado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

RUBEN, B. D. **Toward a Balanced Scorecard for Higher Education**: Rethinking the College and University Excellence Indicators Framework. Higher Education Forum. New Jersey: The Hunter Group. Fall, p. 1-10, 1999.

SILVA, R. F. P. B. da. **O Balanced Scorecard Aplicado à Administração Pública**: um Modelo Aplicável a uma Instituição de Ensino Superior. Dissertação (Mestrado em Economia). Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Portugal, 2009.

SHERWOOD, A. e COVIN, J. Knowledge acquisition in university-industry alliances: an empirical investigation from a learning theory perspective. **The Journal of Product Innovation Management**, nº 25, 2008.

SOUZA, C. D. de; FILIPPO, D. de; CASADO, E. S. Crescimento da atividade científica nas universidades federais brasileiras: análise por áreas temáticas. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 23, n. 1, p. 126-156, mar. 2018.

STOKES, Donald E. **O quadrante de Pasteur**: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.

TAYLER, W. The balanced scorecard as a strategy evaluation tool: the effects of implementation involvement and a causal-chain focus. **The Accounting Review**, v. 85, n. 3, p. 1095–1117, 2010.

TOHIDI, H., JAFARI, A., AFSHAR, A. A. Using balanced scorecard in educational organizations. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, [s.n.], vol. 2, p. 5544–5548, 2010.

TOWLE, G. The balanced scorecard: not just another fad. **Executive Journal**, Madison, v. 40, n. 1, p. 12-15, 2000.

ZENG, K., LUO, X. The balanced scorecard in China: Does it work? **Business Horizons**, n. 56, p. 611-620, 2013.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia tem implicações em áreas sociais, culturais, políticas, pedagógicas, econômicas, dentre outras. Eles são frutos de um extenso debate político-pedagógico da chamada Rede Federal de Educação Científica e Tecnológica, que teve início no longínquo 1909, com a criação de 19 Escolas de Aprendizizes Artífices durante o governo de Nilo Peçanha. Durante esses mais de 100 anos, a Rede Federal passou por diversas reformulações, tanto de nome quanto de concepção didática, sendo os IFs a sua mais recente formatação.

Palavras-chave como desenvolvimento científico e tecnológico, criatividade e inovação, transferência de tecnologia, produção cultural, empreendedorismo e sustentabilidade, além da sua base que é a educação, fazem parte do cotidiano dessas instituições, que foram criadas não apenas para difundir a educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino em todo o país, mas também para promover o desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional.

Para cumprir esse desafio, os IFs necessitam de diversos recursos financeiros, físicos e humanos capazes de possibilitar o alcance de seus objetivos. Entre esses recursos, cabe singular destaque para a infraestrutura acadêmica de pesquisa, tendo em vista que é no laboratório de pesquisa que ocorrem tanto as aulas práticas como a pesquisa e a inovação, o que faz dessas infraestruturas um dos principais pilares de sustentação dos IFs.

Diante do exposto, e visando contribuir para aperfeiçoar a atuação dos IFs, o presente trabalho buscou responder a seguinte pergunta: como fortalecer as infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Brasil (IFs), a fim de atender à nova missão institucional que lhes foi atribuída pela lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, isto é, promover educação e gerar CT&I no país?

Primeiramente, o trabalho mostrou que as infraestruturas de pesquisa das ICTs brasileiras possuem muitas assimetrias regionais, que podem ser vistas tanto no quesito do volume de recursos públicos financeiros disponíveis quanto na produtividade dessas regiões em transformar esses recursos em desenvolvimento tecnológico. As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste demonstraram maior dificuldade na eficiência e qualificação de suas infraestruturas, sobretudo em virtude da baixa produtividade no quesito inovação, medido por patentes depositadas no INPI. Tal fato implica em que mais recursos de PD&I para essas regiões deverão ser acompanhados de recursos para ampliação, modernização e, sobretudo,

qualificação das infraestruturas de pesquisa dessas regiões, sob pena de não surtir o efeito desejável em termos de produtividade.

Em um segundo momento, este trabalho mostrou que o Sistema Nacional de Inovação do Brasil, do qual os IFs fazem parte enquanto instituições de CT&I, ainda é visto como imaturo e pouco eficiente se comparado aos SNIs de países desenvolvidos. Vários fatores foram apontados para essa situação e a superação desse desafio exige diferentes políticas e medidas. Nesse contexto, os IFs surgem como potenciais atores na construção de um SNI brasileiro mais moderno, dinâmico e competitivo, sobretudo pela sua forte associação com as áreas de ciências exatas e da terra e engenharias, o que os tornam mais próximos do setor produtivo, ainda que precisem melhorar em diversos aspectos físicos e humanos de suas infraestruturas de pesquisa, sobretudo a modernização de seus equipamentos, ampliação dos pesquisadores com outros vínculos de trabalho atuando nos laboratórios, respeitando a legislação vigente e também a gestão financeira.

No terceiro ensaio deste trabalho, foi discutida a importância da relação universidade-empresa no contexto dos IFs. Entende-se que o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa dos IFs passa pela maior aproximação dessas instituições com o setor produtivo, à semelhança do que preconiza a literatura especializada, com destaque para o modelo da hélice tríplice. Constatou-se que as infraestruturas de pesquisa dos IFs se relacionam prioritariamente com pesquisadores (interno e externo à instituição de origem) de dentro do território nacional, demonstrando uma incipiente internacionalização de seus laboratórios de pesquisa. Os dados também demonstraram menor grau de importância atribuído à cooperação com empresas em relação a outros tipos de instituições e agências de fomento, fato este que pode dificultar os IFs no cumprimento de sua missão e torná-los entidades públicas descontextualizadas do setor produtivo.

Por outro lado, percebeu-se que os IFs apresentam forte associação com a indústria de transformação, a qual tem forte relação com os cursos técnicos, tecnológicos e também de engenharia que são por eles ofertados, demonstrando convergência das atividades de ensino e pesquisa com as demandas tecnológicas e uma intensa vocação para o mercado. Continuar e consolidar a oferta de cursos com estreita aproximação com o mercado, bem como buscar minimizar os pontos frágeis da relação com o setor produtivo são diretrizes estratégicas que os IFs precisam implementar visando o fortalecimento das infraestruturas de pesquisa e da própria instituição como um todo.

No quarto momento, objetivando apresentar diretrizes estratégicas mais pragmáticas e que pudessem servir de modelo para os IFs, este trabalho propôs a criação de um modelo de

gestão estratégica com foco em propriedade intelectual baseado no Balanced Scorecard, intitulado BSC-Lab. A análise da fundamentação teórica e dos resultados possibilitou a criação de cinco perspectivas: 1) financeira, 2) cultura organizacional, 3) ensino e aprendizagem, 4) cooperação e transferência de tecnologia e 5) propriedade intelectual. Essas perspectivas buscam não apenas organizar as infraestruturas de pesquisa, mas também dá um foco tecnológico para elas, entendendo que este foco é de suma importância para aumentar a produtividade na criação de propriedade intelectual. Também foi elaborado o mapa estratégico, no intuito de auxiliar visualmente os objetivos estratégicos e as relações de causa e efeito que são peculiares no modelo BSC original.

Um dos grandes desafios do modelo proposto era a sua aplicabilidade. Nesse sentido, foi criado um barema de avaliação para auxiliar os IFs na seleção de projetos de natureza tecnológica, a exemplo dos editais PIBITI. Entende-se que se os IFs utilizarem o modelo para selecionar esses tipos de projetos, estará contribuindo para atingir dois objetivos: o primeiro é a premiação dos laboratórios que estão buscando a excelência e o segundo é, por meio da competição, encorajar os laboratórios à qualificação e à busca por geração de propriedade intelectual relevante.

Após a formulação do modelo, o mesmo foi submetido à avaliação de 14 Pró-Reitores de Pesquisa (dos 38 existentes), os quais se constituem figuras centrais para que o modelo consiga sua aplicabilidade e descubra eventualmente suas incongruências. Como resultado dessa avaliação, ficou constatado que esses gestores concordam parcialmente com o modelo proposto, sendo este útil para dois fins: 1) servir de modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa dos IFs e também como parte do planejamento da instituição, sobretudo do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); 2) melhorar a seleção de projetos tecnológicos, adicionando uma nova etapa na seleção, isto é, a avaliação dos laboratórios de pesquisa.

Como toda pesquisa científica, este trabalho também possui suas limitações. A primeira diz respeito à amostra utilizada para examinar as infraestruturas de pesquisa dos IFs. Foram utilizados dados de 61 infraestruturas dos IFs dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, ficando de fora a região Norte. Como esses dados foram cedidos pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA), oriundos do mapeamento geral realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA, ficou impraticável a utilização de mais amostras para ampliar a atuação da pesquisa. Destaque-se que

esse mapeamento realizado pelas instituições executoras foi inédito no país e mobilizou uma grande estrutura de tempo, dinheiro e de pessoas, especialmente do IPEA.

Por motivos alheios a este trabalho, apenas essas 61 infraestruturas de pesquisa dos IFs retornaram o questionário de pesquisa enviado pelo IPEA durante o ano de 2013. Sugere-se que trabalhos futuros incluam mais laboratórios de pesquisa na amostra, a fim de obter um entendimento mais preciso ou até mesmo um mapeamento dessas infraestruturas.

Também se sugere que trabalhos futuros incluam os chamados Polos de Inovação, que são laboratórios de pesquisa dos IFs escolhidos para tornarem-se referência nacional no desenvolvimento da pesquisa aplicada e na qualificação de recursos humanos para ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). A Portaria nº 819, de 13 de agosto de 2015, elegeu os Institutos Federais da Bahia (IFBA), Ceará (IFCE), Espírito Santo (IFES), Fluminense (IFF) e de Minas Gerais (IFMG) para implantar os primeiros cinco Polos de Inovação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal). Verificar essas infraestruturas e compará-las com os resultados deste trabalho também será de grande valia para a ciência e para o entendimento do objeto do presente estudo.

Por fim, sugere-se que trabalhos futuros busquem, de maneira experimental, implantar o BSC-Lab em um ou mais IFs, avaliando os pontos fracos e fortes de sua aplicação, bem como sua exequibilidade técnica e jurídica em selecionar projetos de natureza tecnológica. Por razões de objetivo e tempo, essa implantação não foi possível realizar, o que abre espaço para outros trabalhos similares.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. de; DINIZ, M. J. T.; BASTOS, A. P.; DINIZ, M. B.; CAVALCANTE, L. M. de A. A importância das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação da Região Norte. **Revista de Economia (UFPR)**, v. 37, n. especial, p. 143-170, 2011.
- ALBUQUERQUE, E. M. Sistema Nacional de Inovação no Brasil: Uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, vol 16, n.3, p. 56-72, jul/set, 1996.
- _____. National systems of innovation and non-OECD countries: notes about a tentative typology. **Revista de Economia Política**, v. 19, n. 4, p. 35-52, 1999.
- _____. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 4, p. 545-566, 2001.
- AL-HOSAINI; SOFIAN, S. A Review of Balanced Scorecard Framework in Higher Education Institution (HEIs). **International Review of Management and Marketing**, v. 5, n. 1, p. 26-35, 2015.
- ALBUQUERQUE, E. M; BAESSA, A. R.; KIRDEIKAS, J. C. V.; SILVA, L. A.; RUIZ, R. M. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista de Economia contemporânea**, v.9 n.3. Rio de Janeiro: set/dez, 2005.
- ALBUQUERQUE, E.M, SICSÚ, J. Inovação Institucional e Estímulo ao Investimento Privado. **São Paulo em Perspectiva**, vol.14, n.3, jul./set. 2000.
- BARTLETT, Lesley; VAVRUS, Frances. Estudos de Caso Comparado. **Educação & Realidade**, v. 42, n. 3, p. 899-920, jul./set. 2017.
- BEARD, D. F. Successful Applications of The Balanced Scorecard in Higher Education. **Journal of Education for Business**, v. 84, n.5, p. 275-282, 2009.
- BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências.
- BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016 - 2019**. Brasília, 2016.
- BULGACOV, Sérgio. Estudos comparativo e de caso de organizações de estratégias. **Organizações & Sociedade (O&S)**, v. 5, n. 11, jan/abr, 1998.
- BUTLER, A., LETZA, S. R., NEALE, B. (1997). Linking the balanced scorecard to strategy. **Long Range Planning**, vol. 30, n. 2, p. 242-253, 1997.

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, p. 1-12, 2012.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Sistema de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v.19 n.1, Jan./Mar, 2005.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins; MACIEL, Maria Lúcia (Eds.) **Systems of innovation and development: evidence from Brazil**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003.

CAVALCANTE, L. R.; AQUINO, M. C. **Ciência e tecnologia: Brasil em números**. Rio de Janeiro: IBGE/Centro de Documentação e Disseminação de Informações, v. 16, p. 315-323, 2008.

CAVALCANTE, L. R. Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: uma análise com base nos indicadores agregados. IPEA, **Texto para discussão** nº 1458, 2009.

CHANG, O. H., CHOW, C. W. The balanced scorecard: a potential tool for supporting change and continuous improvement in accounting education. **Issues in Accounting Education**, Vol. 14, n. 3, p. 395-412, 1999.

CHEN, S.H., YANG, C.C., & SHIAU, J.Y. The application of balanced scorecard in the performance evaluation of higher education. **The TQM Magazine**, Vol. 18, n. 2, p. 190-205, 2006.

CHESBROUGH, H; SCHWARTZ, K. Innovating business models with co-development partnerships. **Research, Technology Management**, n. 50, v.1, 2007, p. 55-59.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, nº 1, 2002, p. 1-23.

COSTA, Achyles Barcelos da. Teoria econômica e política de inovação. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 20, n.2, 2016, p. 281-307.

COSTA, C. H. G. **Modelo de gestão estratégica aplicado à agência de Inovação do café (inovacafé)**. 266 f. Tese (Doutorado em Administração). Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade de Lavras, Lavras, 2017.

CUNHA, S. K. da; NEVES, P. Aprendizagem tecnológica e a teoria da hélice tripla. São Paulo: **RAI - Revista de Administração e Inovação**, v. 5, n. 1, p. 97-111, 2008.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento de hélice tripla”. **Revista Brasileira de Inovação**, vol. 2, n.2, p. 267-307, 2003.

DANTAS Leonar Ruan; QUEIROZ, Jamerson Viegas; FURUKAVA, Marciano. **As relações da trílice hélice nas fundações de apoio e das universidades**. Porto Alegre: Revolução ebook, 2016.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F. Relações universidade-empresa no Brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa. **Textos para discussão**, IPEA, 2013.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: IPEA, 2013.

DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. O mapeamento da infraestrutura científica e tecnológica No Brasil. In: DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. (Orgs.) **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

DECHOW, N. The balanced scorecard: subjects, concepts and objects – a commentary. **Journal of Accounting & Organizational Change**, vol. 8, n. 4, p. 511–527, 2012.

DIAS, Rafael; DAGNINO, Renato. A política científica e tecnológica brasileira: três enfoques teóricos, três projetos políticos. **Revista de Economia**, v. 33, n. 2 (ano 31), p. 91-113, jul./dez. 2007.

DORWEILER, V. e YAKHOU, M (2005). Scorecard for academic administration performance on the campus. **Managerial Auditing Journal**, vol. 20 N.º 2, p. 138-144, 2005.

DOSI, G. The Nature of the Innovative Process. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 221-238.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and Mode 2 to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, n. 29, p. 109–123, 2000.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, Vol. 31, n. 90, 2017.

ETZKOWITZ, Henry. The Triple Helix of University - Industry – Government: Implications for Policy and Evaluation. **Science Policy Institute**, Working paper, 2002.

_____, Henry. **Hélice tríplice: universidade-indústria-governo: inovação em ação**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

_____, Henry. The second academic revolution and the rise of entrepreneurial Science. **IEEE Technology and Society Magazine**, vol. 20, n.2, p. 18 -29, 2001.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. **Educar**, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

FIELD, Andy. Descobrindo a estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FILGUEIRAS, A. de A.; BARROS, L. P. de S.; GOMES, J. S. O processo de implantação do balanced scorecard em uma empresa estatal brasileira: o caso Petrobras. **Revista de Gestão USP**, v. 17, n. 1, p. 45-57, janeiro-março 2010.

FIGUEIREDO, Paulo C. N. de. O "triângulo de sábado" e as alternativas brasileiras de inovação tecnológica. Rio de Janeiro: **Revista de Administração Pública da FGV**, v.27, n.3, p.84-97, 1993.

FONT, M. F. **Innovación tecnológica y competitividad**: un intento de divulgación de conceptos, enfoques y métodos. Cidade do México: FESCARIBE, 1997.

FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 330-348.

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

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GODIN, Benoît. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. **Science, Technology & Human Values**, 2009, v. 34, n.4, p.476-501.

GONÇALO, C. R; ZANLUCHI, J. Relacionamento entre Empresa e Universidade: uma análise de cooperação em um setor intensivo em conhecimento. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, jul./set. 2011.

GOVERNO DE SÃO PAULO. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo**. FAPESP, 2010.

GRIFFITHS, J. Balanced Scorecard use in New Zealand government departments and crown entities. **Australian Journal of Public Administration**, vol. 30, n. 62, p. 70-80, 2003.

GUERRA, J. B. S. O. de A. A proposal of a Balanced Scorecard for an environmental education program at universities. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 1674-1690, 2018.

HAN, S. ZHONG, Z. Strategy maps in university management: A comparative study. **Educational Management Administration & Leadership**. Vol. 43, n. 6, p. 939–953, 2015.

HERRERO FILHO, Emilio. **Balanced Scorecard e a gestão estratégica**: uma abordagem prática. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HOQUE, Zahirul. 20 years of studies on the balanced scorecard: Trends, accomplishments, gaps and opportunities for future research. **The British Accounting Review**, [s.n.], vol. 46, p. 33-59, 2014.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação**: balanced scorecard. 20 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **Mapas estratégicos - Balanced Scorecard**: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Alinhamento**: usando o balanced scorecard para criar sinergias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

KAPLAN, R. S., DYLAN, N. M. The balanced scorecard: for a strategy-focused school district, it's a route for driving systemwide performance measurements, as Atlanta's experience suggests. **School Administrator**, Feb. 2010, p. 10+. Disponível em ><http://link-galegroup.ez20.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A219146038/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=b9ad4319><. Acesso em 10/12/2018.

LEYDESDORFF, L. The triple helix model and the study of knowledge based innovation systems. **International Journal of Contemporary Sociology**, v.42, n.1, 2005.

LIMA, Maurício et al. Modelando o BSC para as Universidades do Sistema ACADE. **Organizações em contexto**, Ano 5, n. 9, jan./jun., 2009.

LOURENZANI, W. L., QUEIROZ, T. R., SOUZA FILHO, H. M. Scorecard sistêmico: modelo de gestão para empreendimentos rurais familiares. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 123-136, 2008.

LOZANO, Sancho R. **Indicadores de los Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación**. Economía Industrial, nº 343, 2002, p.97-109.

LUNDVALL, B. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988. p. 349-369.

LUNDVALL, B. National innovation systems – analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, fev. 2007.

LUNDVALL, B.; BORRÁS, S.; Science, Technology and Innovation Policy. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford Handbook of Innovation**. New York: Oxford University Press, 2011.

MAMEDE, M.; RITA, L. P. S.; SÁ, E. M. O. et al. Sistema Nacional de Inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **Navus**, v.6, n.4. p. 06-25, out/dez de 2016.

MAEHLER, A. E.; CASSANEGO JUNIOR, P. V.; SCHUCH, V. F. A universidade e o desenvolvimento de empresas de base tecnológica. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, jan./abr. 2009.

MANFREDI, Sílvia Maria. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MANSUR, R. **Balanced Scorecard (BSC)** – Estudo de Casos Brasileiros. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2008.

MARTIN, M.; SAUVAGEOT, C. **Constructing an indicator system or scorecard for higher education**: a practical guide. Paris: International Institute for Educational Planning and UNESCO, 2011.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Working Paper Series. Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies. Italy, august, 2005.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n.10, p. 1512-1528, 2007.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor**: Desmascarando o Mito do Setor Público vs Setor Privado. São Paulo: portfolio-penguin, 2014.

MARQUES, Alfredo; ABRUNHOSA, Ana. Do modelo linear de inovação à abordagem sistêmica: aspectos teóricos e de política económica. **Discussion Paper** n.33, CEUNEUROPE (Centro de Estudos da União Europeia), Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 2005.

MENDONÇA, M. A. de; LIMA, D. G.; SOUZA, J. M. de. Cooperação entre ministério da defesa e COPPE/UFRJ: uma abordagem baseada no modelo triple helix III. In: DE NEGRI, J. A. e KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, João Alberto e KUBOTA, Luis Claudio (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MORAIS, Gustavo Henrique; KIPNIS, Bernardo. Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: uma abordagem histórica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.23, n.52, p. 693-716, 2017.

MOWERY, D. e SAMPAT, B. Universities in National Innovation Systems. In: FARGERBERG, J.; MOWERY, R. e NELSON, R. (Ed.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, 2005, p. 209-239.

NELSON, R (Ed). **National innovation systems: a comparative analysis**. Nova York: Oxford University, 1993.

NIVEN, Paul R. **Balanced Scorecard step-by-step**: maximizing performance and maintaining results. New York: John Wiley, 2003.

NODARI, C. H.; SEVERO, E.A.; GUIMARÃES, J.C.F.; GANZER, P. P.; OLEA, P. M.; DORION, E. Processos de inovação: proposta de um modelo híbrido de inovação fechada. In: SCHREIBER, D. **Inovação e desenvolvimento organizacional**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2012.

NORREKLIT, H. The balance on the balanced scorecard: a critical analysis of some of its assumptions. **Management Accounting Research**, n. 11, p. 65-88, 2000.

NOVELI, M., SEGATO, A. P. Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo

conceitual. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 81-105, jan./mar. 2012.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo**: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª Ed. FINEP, 1997.

OHAYON, P. **Modelo Integrado de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

PACHECO, Eliezer Moreira. PEREIRA, Luiz Augusto Caldas, DOMINGOS SOBRINHO, Moisés. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: limites e possibilidades. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 16, n. 30, p. 71-88, jan./jun. 2010.

PACHECO, Eliezer Moreira. **Os Institutos Federais**: uma revolução na educação profissional e tecnológica. Natal: IFRN, 2010.

PAVITT, K. Innovation Process. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: **Oxford University Press**, 2011, p. 86-114.

PERUCCHI, V.; MUELLER, S. P. M. Produção de conhecimento científico e tecnológico nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: uma investigação sobre a sua natureza e aplicação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.21, n.1, p.134-151, jan./mar. 2016.

PESSOA, Maria Naiula Monteiro. **Gestão das universidades federais brasileiras** – um modelo fundamentado no balanced Scorecard. 2000. 304 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PINTO, S. H. B.; TONINI, A. C., YOO, N. S. L., KATAYOSE, E. M. Implantação e manutenção do Balanced Scorecard (BSC): um estudo de múltiplos casos. In: XXXI ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Belo Horizonte, 2011. **Anais**. Belo Horizonte: UFMG, 2011, p. 1-14.

PIRNAY, F; SURLEMONT, B; NLEMVO, F. Toward a typology of university spin-offs. **Small Business Economics**, v. 21(4), p. 355-369, 2003.

PLONSKI, Guilherme A. Cooperação empresa-universidade: antigos dilemas, novos desafios. São Paulo: **Revista USP**, v.25, p.32-41, 1995.

QU, S. Q., COOPER, D. J. The role of inscriptions in producing a balanced scorecard. **Accounting, Organizations and Society**, vol 36, n. 6, p. 344-362, 2011.

RAPINI, M. S. **Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em *catching up* e para o Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.

RAPINI, M. S.; SUZIGAN, Wilson; FERNANDES, A. C. de A.; DOMINGUES, E.; CARVALHO, S. S. M.; CHAVES, C. V. **A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileiro**. In: Encontro Nacional de Economia, 37,

2009, Foz do Iguaçu (PR). Anais do 37º Encontro Nacional de Economia. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009, p.1-19.

RAPINI, Márcia Siqueira. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, v.37, n.1, São Paulo, jan./mar. 2007.

REDA, N. W. Balanced scorecard in higher education institutions: Congruence and roles to quality assurance practices. **Quality Assurance in Education**, Vol. 25, n. 4, p.489-499, 2017.

RIBEIRO, J. A. **Desenvolvimento e validação de um modelo de referência para a gestão estratégica do desempenho de parques tecnológicos**. Tese (Doutorado em Administração). Centro de pós-graduação e pesquisas em administração, Universidade Federal de Minas Gerais.

RIBEIRO, P. V. V. **Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação; Infraestrutura Científica e Tecnológica**: estudo sobre as instituições de pesquisa do MCTI. 255 f. Tese (Doutorado em Sociologia). Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

RICHARTZ, Fernando et al. O Balanced Scorecard como ferramenta de gestão estratégica em uma universidade federal. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 01-22, dez. 2012.

ROCHA, M. de S. **Proposta de Balanced Scorecard para auxílio ao processo de gestão estratégica da internacionalização do ensino superior**: um estudo de caso em universidades públicas. 2016. 245 f. Tese (Doutorado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

ROCHA, Elisa Maria Pinto e FERREIRA, Marta Araújo Tavares. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 3, p.61-68, 2004.

RODRIGUES, Carlos. Universities, the Second Academic Revolution and Regional Development: A Tale (Solely) Made of “Techvalleys”? **European Planning Studies**, v. 19, n. 2, 2011.

RODRIGUES, F. C. R.; GAVA, R. Capacidade de apoio à inovação dos institutos federais e das universidades federais no estado de minas gerais: um estudo comparativo. **Revista Eletrônica de Administração (REAd)**, Porto Alegre, v.83, n.1, Jan/Abr, p. 26-51, 2016.

RODRIGUEZ, A.; DAHLMAN, C.; SALMI, J. **Conhecimento e inovação para a competitividade**. Brasília: CNI, 2008.

ROTHWELL, Roy. Towards the Fifth-Generation Innovation Process. **International Marketing Review**, vol. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

RUBEN, B. D. **Toward a Balanced Scorecard for Higher Education**: Rethinking the College and University Excellence Indicators Framework. Higher Education Forum. New Jersey: The Hunter Group. Fall, p. 1-10, 1999.

RUBIO, Julio E., MORALES, Elda C., TSHIPAMBA, Ntumbua. Los sistemas de indicadores de ciencia, tecnología e innovación como sistemas sociotécnicos. **Razon e Palabra**, 2015, p. 233-257.

SÁBATO, J.A., BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América latina. In: SABATO, J.A. **El pensamiento latinoamericano em la problemática: ciência-tecnología-desarrollo- dependencia**. Buenos Aires: Paidós, 1975.

SALERNO, Mário Sérgio; KUBOTA, Luis Claudio. Estado e Inovação. In: KUBOTA, Luis Claudio; DE NEGRI, João Alberto (orgs.) **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

SANTANA, E. E. P.; PORTO, G. S. E Agora, o que Fazer com Essa Tecnologia? Um Estudo Multicaso sobre as Possibilidades de Transferência de Tecnologia na USP-RP. **RAC – Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 3, art. 4, jul./ago. 2009.

SANTOS, Marli E. R. dos; FRACASSO, Edi M. Sabato's triangle and triple helix: expressions of the same concept? In: **Third Triple Helix International Conference**. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 2000.

SANTOS, Guilherme da Silva dos; MARCHESAN, Maria Tereza Nunes. Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil e seus docentes: trajetos e desafios. **Linguagens - Revista de Letras, Artes e Comunicação**, v. 11, n. 1, p. 357-374, jan./abr. 2017.

SANTOS, Sérgio Machado dos. Modelo de imputação de custos e de recursos: o caso da Universidade do Minho. **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 13, n. 2, p. 267-292, 2000.

SILVA, Elvis Magno da, CARVALHO, Francisval de Melo, BENEDICTO, Gideon Carvalho de, ALVARENGA, Tiago Henrique de Paula. Método de Custeio de Instituições Federais de Ensino Superior: a Metodologia do Tribunal de Contas da União & Metodologia do MEC. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 6, n. 1, p.97-105, 2013.

SILVA, R. F. P. B. da. **O Balanced Scorecard Aplicado à Administração Pública**: um Modelo Aplicável a uma Instituição de Ensino Superior. Dissertação (Mestrado em Economia). Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Portugal, 2009.

SQUEFF, F. de H. S. Sistema setorial de inovação em defesa: Análise do caso do Brasil. In: DE NEGRI, Fernanda; SCHMIDT, Flávia de Holanda. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

SHERWOOD, A. e COVIN, J. Knowledge acquisition in university-industry alliances: an empirical investigation from a learning theory perspective. **The Journal of Product Innovation Management**, nº 25, 2008.

SCHNEIDER, Sergio; SCHIMITT, Cláudia J. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. 2. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SKOCPOL, Theda; SOMERS, Margaret. "The uses of comparative history in macrosocial inquiry", in SKOCPOL, Theda (ed.), **Social revolutions in the modern world**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações**: Investigação Sobre sua Natureza e suas Causas. São Paulo: Nova Cultural, 1985, 2ª Ed.

SICSÚ, Abraham Laredo; DANA, Samy. **Estatística Aplicada**: Análise Exploratória de Dados. São Paulo: Saraiva, 2012.

SILVEIRA, A. D.; CARVALHO, A. de P.; KUNZLER, M. T.; CAVALCANTE, M.; CUNHA, S. K. da. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. FGV: **Cadernos EBAPE.BR**, v. 14, Edição Especial, Artigo 6, p.506-526, 2016.

SIMMONS, P. E.; BRUNKHORST, H.; LUNETTA, V.; PENICK, J.; PETERSON, J.; PIETRUCHA, B.; STAVAR, J. Developing a research agenda in science education. **Journal of science education and technology**, v.14, n.2, p.239-252, June 2005.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planning and measurement in your organization of the future**. Norcross, GA. Institute of Industrial Engineers, 1989.

SOUZA, A. L. F. **Institutos Federais e Community Colleges americanos**: o fomento à pesquisa científica como caminho para o sucesso. In: XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária - CIGU, 2014, Florianópolis. Anais do XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária - CIGU, 2014.

SOUZA, C. D. de; FILIPPO, D. de; CASADO, E. S. Crescimento da atividade científica nas universidades federais brasileiras: análise por áreas temáticas. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 23, n. 1, p. 126-156, mar. 2018.

STAL, E., FUJINO, A. As relações universidade-empresa no Brasil sob a ótica da Lei de Inovação. **Revista de Administração e Inovação**, n.2, v.1, p. 5-19, 2005.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. A. F. (Orgs.). **Em busca da inovação**: interação universidade-empresa no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, **Texto para discussão**, n. 329, 2008.

TURCHI, Lenita. Empresários e Pesquisadores: avaliação da interação universidade e empresas. **Radar nº 26**, p. 15-23, IPEA, 2013.

TAYLER, W. The balanced scorecard as a strategy evaluation tool: the effects of implementation involvement and a causal-chain focus. **The Accounting Review**, v. 85, n. 3, p. 1095–1117, 2010.

- TOHIDI, H., JAFARI, A., AFSHAR, A. A. Using balanced scorecard in educational organizations. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, [s.n.], vol. 2, p. 5544–5548, 2010.
- TOWLE, G. The balanced scorecard: not just another fad. **Executive Journal**, Madison, v. 40, n. 1, p. 12-15, 2000.
- TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Reading: Addison–Wesley, 1977.
- STOKES, Donald E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.
- UNCTAD. **Investment and Technology Policies for Competitiveness: Review of successful country experiences**. Division on Investment, Technology and Enterprise Development. United Nations, New York and Geneva, 2003.
- VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, p.1-22, setembro-dezembro, 1998.
- VECHIO, Angelo Del. Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e a pesquisa na universidade brasileira: implicações geopolíticas. **Laplage em Revista** (Sorocaba), vol.3, n.3, set/dez de 2017, p.133-146.
- VELLOSO, J. P. R. O Brasil e a economia do conhecimento – o modelo do tripé e o ambiente institucional. In: VELLOSO, J. P. R. (Coord.). **Reforma política e economia do conhecimento: dois projetos nacionais**. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.
- VILLASCHI, Arlindo. Anos 90, uma década perdida para o sistema nacional de inovação brasileiro? **São Paulo em Perspectiva**, v.19, n.2, Abr/Jun, 2005.
- VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.
- VIOTTI, E. B. Brasil: de política de ciência e tecnologia para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. In: **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogos entre experiências estrangeiras e brasileira**. Brasília: CGEE –Centro de Gestão e Estudos Estratégico, 2008.
- WANG, Cheng-jun. From the triple helix of university-industry-academy to the triple helix of university-industry-government in China. **Journal of Knowledge-based Innovation in China**, vol. 4, n.3, p. 152-162, 2012.
- YE, Fred Y.; YU, Susan S.; LEYDESDORFF, Loet. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations at the Country Level and Its Dynamic Evolution Under the Pressures of Globalization. **Journal of the american society for information science and technology**, vol.64, n.11, p. 2317–2325, 2013.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZAWISLAK, P. A.; DALMARCO, G. The Silent Run: New Issues and Outcomes for University-Industry Relations in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.6, n.2, 2011.

ZENG, K., LUO, X. The balanced scorecard in China: Does it work? **Business Horizons**, n. 56, p. 611-620, 2013.

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
E QUESTIONARIO APLICADO AOS PRÓ-REITORES DE PESQUISA DOS
INSTITUTOS FEDERAIS DO BRASIL**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
PROPRIEDADE INTELECTUAL**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Excelentíssimo(a) senhor(a) pró-reitor(a) de pesquisa, saudações!

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “**gestão estratégica com foco em propriedade intelectual das infraestruturas de pesquisa dos Institutos Federais do Brasil**”. Essa pesquisa é parte integrante da tese que está sendo desenvolvida no doutorado de “Ciência da Propriedade Intelectual” da Universidade Federal de Sergipe. A participação neste pesquisa é totalmente voluntária e o(a) senhor(a) tem o direito de desistir a qualquer momento sem nenhuma penalidade ou necessidade de justificativa.

Objetivo: Desenvolver um modelo de gestão estratégica adaptado do *Balanced Scorecard* com foco na geração de propriedade intelectual para as infraestruturas de pesquisa dos IFs, a fim de auxiliar no fortalecimento dessas instituições no que diz respeito ao ensino, pesquisa, extensão e inovação, em face da nova missão institucional que lhes foi atribuída com a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

Benefícios: A participação nesta pesquisa não trará benefícios ou vantagens individuais, contudo espera-se que o modelo proposto traga dois benefícios práticos para os Institutos Federais:

1. Servir de modelo de gestão estratégica para os laboratórios de pesquisa dos IFs e também como parte do planejamento da instituição, sobretudo do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI).
2. Melhorar a seleção de projetos tecnológicos, a exemplo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), adicionando uma nova etapa na seleção, qual seja: a avaliação do laboratório de pesquisa. Essa inclusão atenderá a dois objetivos específicos. O primeiro é a premiação dos laboratórios que estão buscando a excelência e o segundo é, por meio da competição, encorajar a formação, qualificação e modernização dos laboratórios. Ao realizarmos uma pesquisa documental junto aos editais PIBITI dos 38 institutos federais, percebemos que 32 IFs (cerca de 85%) realizam apenas a avaliação do projeto e do currículo *lattes* do orientador da proposta, o que se mostra insuficiente para selecionar projetos de natureza tecnológica.

Participantes: Todos os pró-reitores de pesquisa dos 38 Institutos Federais, incluindo o(a) senhor(a), serão convidados a responder um questionário semiestruturado a fim de avaliar o modelo proposto. O questionário será aplicado através de um formulário eletrônico enviado para os e-mails institucionais disponíveis nas *websites* das instituições. O questionário será online e, portanto, respondido no momento e local de sua preferência. Não é obrigatório responder a todas as perguntas se assim o(a) senhor(a) desejar. Ressaltamos que a resolução do

questionário deverá ser feita tão somente pelo pró-reitor de pesquisa, tendo em vista o objetivo e as implicações do trabalho.

Riscos: O risco da pesquisa é mínimo, por envolver apenas a resposta ao questionário online, o qual foi elaborado com o intuito de que o tempo gasto para seu preenchimento seja mínimo, em torno de 15 minutos.

Sigilo: As informações fornecidas pelo(a) senhor(a) terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa e suas instituições de origem não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Uso dos dados: Todos os dados obtidos na pesquisa serão utilizados exclusivamente com finalidades científicas.

Procedimentos: O(a) senhor(a) ao aceitar participar da pesquisa deverá:

1. Eletronicamente aceitar participar da pesquisa, o que corresponderá à assinatura do TCLE, o qual poderá ser impresso se assim o desejar.
2. Responder ao questionário on-line.

Agradecemos sua contribuição e nos colocamos à disposição para dirimir quaisquer dúvidas.

Responsáveis pela pesquisa:

Profº José Nilton de Melo

Professor EBTB do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

Doutorando em Ciência da Propriedade Intelectual pela Universidade Federal de Sergipe (UFS)

(79) 9 8804-7918 niltonmelo@yahoo.com.br

Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva

Professor do PPGPI –UFS e orientador do trabalho.

gabriel@ufs.br

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRÓ-REITORES DE PESQUISA DOS IFs

1. INFORMAÇÕES PESSOAIS:

- 1.1. Qual o seu nome?
- 1.2. Qual a sua formação acadêmica?
 - 1.2.1. Graduação:
 - 1.2.2. Pós-graduação:
- 1.3. Quanto tempo você tem de Instituto Federal?
- 1.4. Há quanto tempo você ocupa o cargo de pró-reitor de pesquisa?
- 1.5. Qual o seu nível de conhecimento em *Balanced Scorecard*?
 - 1.5.1. Nenhum
 - 1.5.2. Insatisfatório
 - 1.5.3. Não sei dizer
 - 1.5.4. Razoável
 - 1.5.5. Bom

Orientação: Nas questões posteriores, favor responder utilizando a escala do tipo Likert de cinco pontos, conforme ilustração do quadro 1:

Quadro 1 – Escala do tipo Likert utilizada na pesquisa

Pergunta?				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não discordo e nem concordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

2. AVALIAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DO MODELO

- 2.1. Em relação as perspectivas sugeridas para o modelo, quais sejam: (1) financeira, (2) cultura organizacional, (3) ensino e aprendizagem, (4) cooperação e transferência de tecnologia e (5) propriedade intelectual, você:

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

3. AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Legenda:

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

- 3.1. Objetivos estratégicos da perspectiva financeira:

Perspectiva: Financeira					
Questão norteadora: Como gerenciar os recursos financeiros e patrimoniais dos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?					
Objetivos estratégicos	Avaliação				
3.1.1 - Captar recursos públicos para PD&I.	1	2	3	4	5
3.1.2 - Captar recursos privados para PD&I.	1	2	3	4	5
3.1.3 - Estimular a modernização dos equipamentos.	1	2	3	4	5

3.2. Objetivos estratégicos da perspectiva Cultura Organizacional:

Perspectiva: Cultura organizacional					
Questão norteadora: Como desenvolver uma cultura organizacional voltada para a criação de propriedade intelectual nos laboratórios de pesquisa?					
Objetivos estratégicos	Avaliação				
3.2.1 - Promover a cultura da inovação no ambiente do laboratório de pesquisa.	1	2	3	4	5
3.2.2 - Estimular a participação de estudantes dos cursos integrados e subsequentes nas pesquisas aplicadas laboratoriais.	1	2	3	4	5
3.2.3 - Estimular a participação de docentes e discentes em eventos de propriedade intelectual.	1	2	3	4	5

3.3. Objetivos estratégicos da perspectiva Ensino e Aprendizagem:

Perspectiva: Ensino e Aprendizagem					
Questão norteadora: Como deve ser o ensino e a aprendizagem nos laboratórios de pesquisa dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?					
Objetivos estratégicos	Avaliação				
3.3.1 - Aperfeiçoar docentes e discentes em propriedade intelectual	1	2	3	4	5
3.3.2 - Aperfeiçoar docentes e discentes em prospecção científica e tecnológica	1	2	3	4	5
3.3.3 - Reter talentos	1	2	3	4	5

3.3.4 - Aumentar a participação dos estudantes em eventos internacionais	1	2	3	4	5
3.3.5 - Estimular a qualificação do corpo docente	1	2	3	4	5
Fonte: Elaboração própria					

3.4. Objetivos estratégicos da perspectiva Cooperação e Transferência de Tecnologia:

Perspectiva: Cooperação e Transferência de Tecnologia					
Questão norteadora: Como interagir com o setor produtivo, governo e outras instituições de CT&I dentro de uma visão de estímulo à geração de propriedade intelectual?					
Objetivos estratégicos	Avaliação				
3.4.1 - Estimular a participação em intercâmbios internacionais	1	2	3	4	5
3.4.2 - Cooperar com outras infraestruturas de pesquisa pública e privada	1	2	3	4	5
3.4.3 - Realizar eventos em conjunto com o setor produtivo	1	2	3	4	5
3.4.4 - Incentivar a incubação de empresas	1	2	3	4	5
3.4.5 – Estimular a criação de empresas juniores e projetos de extensão em empresas	1	2	3	4	5
3.4.6 - Aproximar a comunidade docente e discente dos parques tecnológicos	1	2	3	4	5
3.4.7 - Criar <i>start-ups</i> e <i>spin-offs</i>	1	2	3	4	5
3.4.8 - Aumentar os contratos de transferência de tecnologia	1	2	3	4	5
Fonte: Elaboração própria					

3.5. Objetivos estratégicos da perspectiva Propriedade Intelectual:

Perspectiva: Propriedade Intelectual					
Questão norteadora: Como produzir propriedade intelectual relevante de forma crescente, constante e em parceria com empresas?					
Objetivos estratégicos	Avaliação				
3.5.1 - Publicar artigos de alto impacto	1	2	3	4	5

3.5.2 - Incentivar a criação e registro de <i>Softwares</i> e marcas	1	2	3	4	5
3.5.3 - Estimular a criação e registro de patentes	1	2	3	4	5
3.5.4 - Incentivar a criação e registro de desenhos industriais, cultivares e indicação geográfica	1	2	3	4	5
3.5.5 - Aumentar participação de empresas na geração de propriedade intelectual	1	2	3	4	5
Fonte: Elaboração própria					

4. AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO MODELO NOS IFs:

4.1. Considerando que 84% (32 IFs) utilizam como critério de seleção dos projetos PIBITI apenas a avaliação do projeto e o currículo do orientador, você entende que seria oportuno incluir também a avaliação dos laboratórios de pesquisa?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

4.2. O presente trabalho sugere que os Institutos Federais incluam em suas seleções de projetos de natureza tecnológica, a exemplo do PIBITI, a avaliação dos laboratórios de pesquisa. A seleção obedeceria ao seguinte critério:

SELEÇÃO DE PROJETOS PARA FINS DE FINANCIAMENTO PÚBLICO DE P&D COM FOCO EM INOVAÇÃO NOS INSTITUTOS FEDERAIS		
Avaliação do projeto de pesquisa (APP)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente), conforme as normas estabelecidas pela instituição.	Peso 4
Avaliação do currículo lattes do orientador do projeto (ACL)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente), conforme as normas estabelecidas pela instituição.	Peso 3
Avaliação do laboratório de pesquisa (ALP)	Nota atribuída por comissão que vai de 0 (insuficiente) a 100 (excelente).	Peso 3

$$\text{Nota Final} = \frac{(\text{APP} \times 4) + (\text{ACL} \times 3) + (\text{ALP} \times 3)}{10}$$

10

Você concorda com essa proposta de seleção dos projetos de natureza tecnológica nos IFs?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

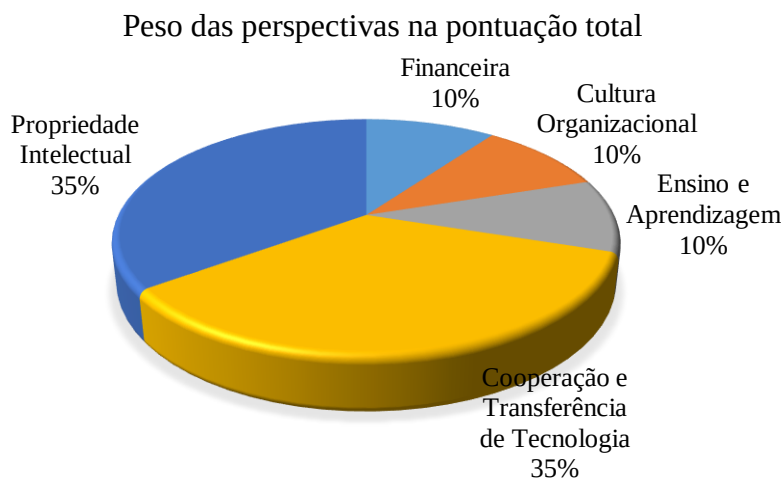
4.2.1. No intuito de facilitar a avaliação dos laboratórios de pesquisa, o presente trabalho sugere um Barema, conforme exposto no quadro 2, com indicação de pontos por indicador e pontuação máxima.

Quadro 2 - Barema para Avaliação dos Laboratórios de Pesquisa

Perspectiva	Indicadores	Pontos por indicador	Pontuação máxima	AVALIAÇÃO				
Financeira	25. Nº de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos públicos de editais externos à instituição de origem.	2	4	1	2	3	4	5
	26. Nº de projetos de pesquisa aplicada realizados com recursos de empresas.	2	4	1	2	3	4	5
	27. Valor estimado do conjunto dos equipamentos em uso no laboratório (>100 mil).	2	2	1	2	3	4	5
Cultura Organizacional	28. Nº de palestras/aulas na área de propriedade intelectual.	1	3	1	2	3	4	5
	29. Nº de projetos de pesquisa aplicada em parceria com estudantes dos cursos integrados e subsequentes.	2	4	1	2	3	4	5
	30. Participação em eventos na área de propriedade intelectual.	1	3	1	2	3	4	5
Ensino e Aprendizagem	31. Nº de cursos realizados (presencial ou EAD) na área de propriedade intelectual	1	2	1	2	3	4	5
	32. Nº de cursos realizados (presencial ou EAD) em prospecção científica e tecnológica	1	1	1	2	3	4	5
	33. Nº de bolsistas atuando no laboratório	1	2	1	2	3	4	5
	34. Nº de trabalhos completos em coautoria com estudantes apresentados em	1	2	1	2	3	4	5

	eventos científicos realizados no exterior e publicados em anais.							
	35. Nº de doutores atuando no laboratório	1	3	1	2	3	4	5
Cooperação e Transferência de Tecnologia	36. Nº de intercâmbios internacionais realizados	2	4	1	2	3	4	5
	37. Nº de projetos ou ações conjuntas realizadas com outros laboratórios de pesquisa	1	3	1	2	3	4	5
	38. Nº de eventos realizados em parceria com empresas	1	3	1	2	3	4	5
	39. Nº de projetos de (pré) incubação realizados	3	3	1	2	3	4	5
	40. Nº de projetos de extensão realizados em parceria com empresas	2	4	1	2	3	4	5
	41. Nº de visitas técnicas a parques tecnológicos	1	2	1	2	3	4	5
	42. Nº de <i>start-ups</i> e/ou <i>spin-offs</i> criadas	5	10	1	2	3	4	5
	43. Nº de contratos de tecnologia (cessão e transferência) efetuados	3	6	1	2	3	4	5
Propriedade Intelectual	44. Nº de artigos publicado em periódicos científicos com Qualis A1 ou A2	2,5	5	1	2	3	4	5
	45. Nº de <i>softwares</i> ou marca depositados e/ou registrados.	3	6	1	2	3	4	5
	46. Nº de patentes depositadas e/ou obtidas	4	8	1	2	3	4	5
	47. Nº de desenhos industriais, cultivares e indicação geográfica depositados e/ou registrados	4	8	1	2	3	4	5
	48. Nº de registros de propriedade industrial efetuados em cotitularidade com empresas	4	8	1	2	3	4	5
Pontuação Máxima Total		100 pontos						

4.2.2. Em relação ao peso de cada perspectiva na pontuação total do Barema, o trabalho propõe a seguinte configuração:



Você concorda com essa divisão dos pesos de cada perspectiva do Barema?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

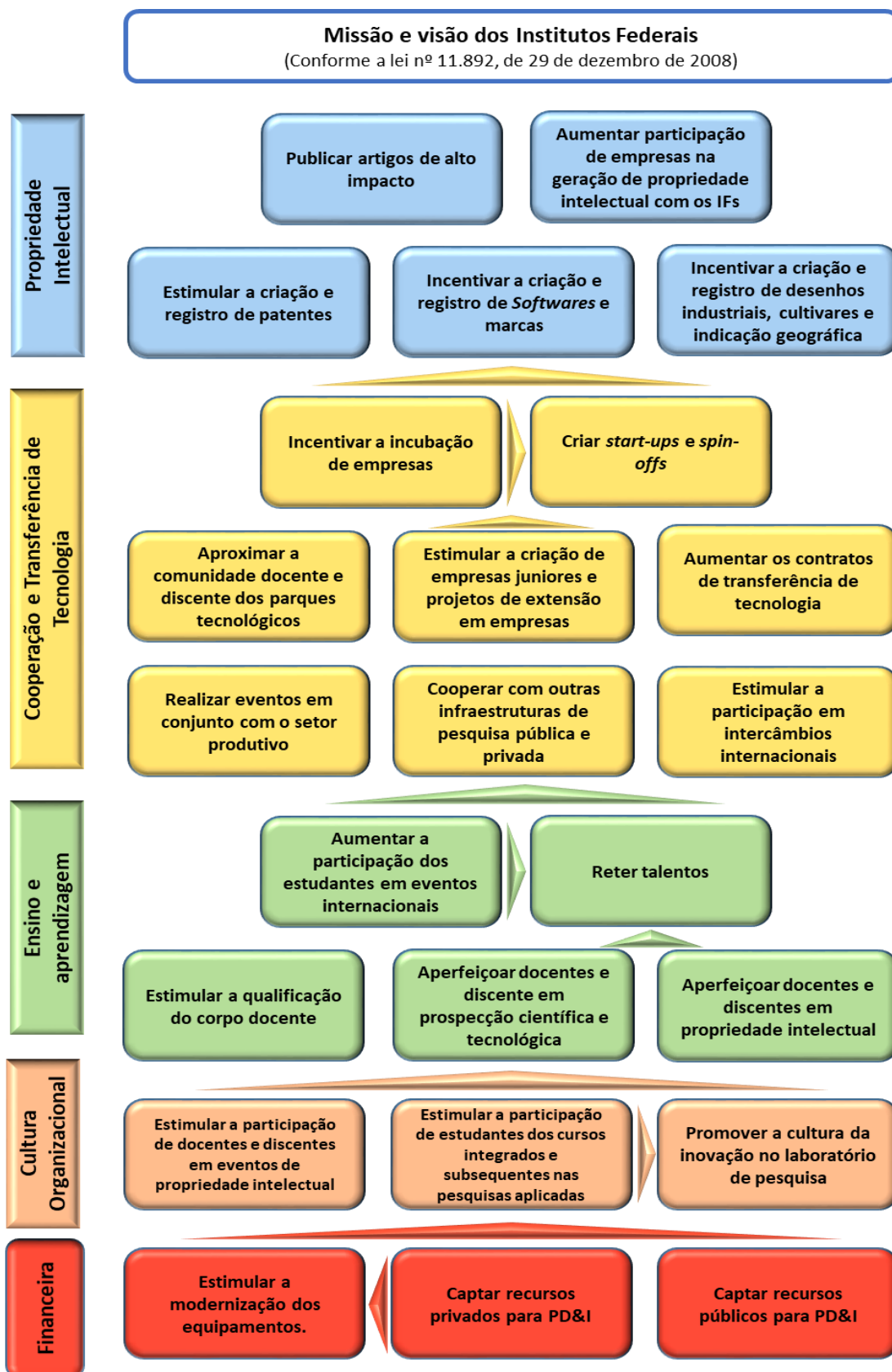
4.2.3. Caso você discorde totalmente ou parcialmente, como deveria ficar a proporção de cada perspectiva no Barema proposto?

- 4.2.3.1. Financeira:
- 4.2.3.2. Cultura organizacional:
- 4.2.3.3. Ensino e aprendizagem:
- 4.2.3.4. Cooperação e transferência de tecnologia:
- 4.2.3.5. Propriedade intelectual:

5. AVALIAÇÃO DO MAPA ESTRATÉGICO DO MODELO

5.1. Observe o mapa estratégico proposto:

Figura 2 - Proposta de mapa estratégico para os laboratórios de pesquisa dos IFs



Você concorda com o mapa estratégico sugerido para os laboratórios de pesquisa dos IFs?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

5.2. Em relação ao mapa estratégico proposto, você concorda que ele é representa visualmente as relações de causa e efeito entre os componentes da estratégia dos laboratórios dos IFs?

6. AVALIAÇÃO GERAL DO MODELO

6.1. Você concorda que esse modelo deveria ser utilizado como instrumento de gestão estratégica dos laboratórios dos IFs?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

6.2. Você concorda que esse modelo deveria ser utilizado como instrumento adicional de seleção dos projetos PIBITI (ou outros de natureza tecnológica)?

Discorda totalmente	Discorda parcialmente	Não discorda e nem concorda	Concorda parcialmente	Concorda totalmente
1	2	3	4	5

Agradecemos sua colaboração