

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

PABLO BORGES BARBOSA

**INTERAÇÕES SOCIAIS, PROCESSO DE APRENDIZADO E A CONTRIBUIÇÃO DO
LNNANO/CNPEM PARA O ESFORÇO DE INOVAÇÃO**

Rio de Janeiro

2019

Pablo Borges Barbosa

**Interações sociais, processo de aprendizado e a contribuição do LNNano/CNPEM
para o esforço de inovação**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa de
Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e
Inovação, do Instituto Nacional da Propriedade
Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Elizabeth Ferreira da Silva

Rio de Janeiro

2019

Pablo Borges Barbosa

**Interações sociais, processo de aprendizado e a contribuição do LNNano/CNPEM
para o esforço de inovação**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, do Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2019

Banca examinadora: Profa. Dra. Elizabeth Ferreira da Silva (Orientadora)
 Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI

Profa. Dra. Iolanda Margherita Fierro
Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI

Profa. Dra. Patrícia Peralta
Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI

Profa. Dra. Elvira Carvajal
Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ

Profa. Mestra Ada Cristina Vianna Gonçalves
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Rio de Janeiro
2019

B238i Barbosa, Pablo Borges. .

Interações sociais, processo de aprendizado e a contribuição do LNNano/ CNPEM para o esforço de inovação. / Pablo Borges Barbosa, 2019. Rio de Janeiro, 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação) – Academia de Propriedade Intelectual Inovação e Desenvolvimento, Divisão de Programas de Pós-Graduação e Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro, 2019..

175 f; fig.; tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Elizabeth Ferreira da Silva.

1. Inovação – Interações sociais. 2. Inovação – Processo de aprendizado. 3. Inovação – Capital social. 4. Transferência de tecnologia. I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil).

CDU: 5/6:621.039

à Luísa, como se dissesse brisa
do mar, como se dissesse lar

AGRADECIMENTOS

Primeiro, à criação. Aos meus pais Tania e George, minhas irmãs Pilar e Páris, toda minha família de sangue, empréstimo e espírito, à todas as forças sutis do Universo, Olódùmarè, Òrúnmila Baba Ifá, à Trindade cristã, à Trimúrti hindu.

Àqueles que me apoiaram até a consecução desse trabalho, a começar pela profa. Beth, à Yara Csordas (um agradecimento muito especial), Kleber, Maysa, Rubia, Mathias e todos os demais membros do LNNano que cederam seu tempo, também àqueles do CNPEM, José Lemos, Alexandre Carvalho, Gisláine, Rosana, Patrícia, Eduardo Couto, a todos que o INPI me trouxe, Peralta, Iolanda, Ada, Sérgio, Natália Bonela, Natália Gigante, Edmila, Josias, Samaira, Edoardo, Alex, Sheila, Bruno, Gruenbaum, Kalinkka, Leonardo, Maria Clara e Aline Pedro. À Isabela Benevides, por me ajudar muito na qualificação. Se eu tiver esquecido alguém, me perdoem, tive um mês cansativo =D

Também àqueles que não me apoiaram no trabalho, por vezes até atrapalharam, mas não teria graça nenhuma isso sem vocês, Felipe Rocha, Eliza, Juliana, Jhony, Samya, Cataldo e Rafael.

yogaç citta vṛtti nirodhaḥ.

Patañjali

Resumo

Barbosa, Pablo Borges. **Interações sociais, processo de aprendizado e a contribuição do LNNano/CNPEM para o esforço de inovação**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2019.

O objetivo é analisar a geração e transmissão de conhecimento em Instituições de Ciência e Tecnologia (e.g., universidades e centros de pesquisa) sob a ótica do capital social e do processo de aprendizado. É conduzido um estudo de caso do Laboratório Nacional de Nanotecnologia, fundamentado na literatura que descreve modelos de inovação territoriais e relacionais, como os distritos industriais, *milieux* inovadores, sistemas nacionais e regionais de inovação, *clusters*, abordagens de inovação aberta e inovação de usuários. Características sobre o contexto institucional no qual o laboratório está inserido são investigadas. É auferida a percepção dos funcionários do laboratório sobre interações sociais, processos de aprendizado e de transferência tecnológica do laboratório, por meio de entrevistas, sendo confrontada com dados de fontes primárias e secundárias. É trazida uma breve análise de redes sociais para visibilizar questões afetas às interações. Conclui-se que os processos de aprendizado e o contexto institucional têm um papel importante nos objetivos do laboratório de contribuir para inovação, porém, observam-se os benefícios de intensificar interações com pequenas empresas nacionais e grandes empresas multinacionais, a fim de facilitar os processos de transferência tecnológica.

Palavras-chave: Inovação. Capital Social. Processo de Aprendizado. Transferência Tecnológica. Modelos de Inovação Territoriais.

Abstract

Barbosa, Pablo Borges. **Social Interactions, learning process and the contribution of LNNano/CNPEM for the innovation effort**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2019.

The objective is to analyze the generation and transmission of knowledge in Science and Technology Institutions (e.g., universities and research centers) from the perspective of social capital and the learning process. It is carried out a case study of the National Nanotechnology Laboratory, based on the literature that describes relational and territorial innovation models, such as the industrial districts, milieux innovators, national and regional innovation systems, clusters, and the approaches of open innovation and users innovation. Characteristics of the institutional context in which the laboratory is inserted are investigated. The perception of the laboratory's employees about social interactions, learning processes and technological transference of the laboratory is obtained by means of interview, being confronted with data from primary and secondary sources. A brief analysis of social networks is brought in order to make visible issues related to social capital. It is concluded that the learning processes and institutional context play important roles in the laboratory's objectives of contributing for the innovation, however, the benefits of intensifying interactions with small domestic firms and large multinational companies are foreseen in order to facilitate technology transfer processes.

Keywords: Innovation. Social Capital. Learning Process. Technology Transfer. Territorial Innovation Models.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Depósitos de pedido de patente e dispêndio nacional em C&T de 2004 a 2015.....	34
Figura 2 – Balança comercial de produtos da indústria de transformação por intensidade tecnológica (USD milhões FOB).....	36
Figura 3 – Categorias de <i>milieu</i> por intensidade de aprendizado e densidade de interações.....	70
Figura 4 – Distribuição de assentos na Comissão Técnica ISO/TC229 por países e por tipo de membro em 2019.....	94
Figura 5 – Utilização de instalações dos laboratórios em 2017, por horas e por eixo de atuação.....	104
Figura 6 – Utilização de instalações do LNNano de 2015 a 2017, por horas e por eixo de atuação.....	105
Figura 7 – Mapeamento de alguns empreendimentos de alta tecnologia no entorno do CNPEM.....	109
Figura 8 – Mapa dos usuários externos do CNPEM, em 2017, por estado brasileiro.....	111
Figura 9 – Rede social egocêntrica de cooperações em pesquisa do LNNano de 2015 a 2017.....	116
Figura 10 – Classificação do milieu do LNNano pela parametrização dos resultados da entrevista.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Depósitos de pedido de patente de invenção residentes e não residentes, no período de 2004 a 2016.....	35
Tabela 2 – Montante auferido por ICT com contratos de tecnologia de 2013 a 2016 discriminando parcelas de acordos de parceria de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de contratos de licenciamento de propriedade intelectual.....	38
Tabela 3 – Eixos de atuação do CNPEM.....	103
Tabela 4 – Carreiras dos colaboradores do LNNano/CNPEM em 2017.....	106
Tabela 5 – Número de empresas e ICT envolvidas em cooperações com o LNNano no eixo 2 (pesquisa interna) e eixo 3 (apoio à inovação), por cidade, de 2015 a 2017.....	112
Tabela 6 – Projetos do LNNano realizados em cooperação, por tipo de envolvidos.....	117
Tabela 7 – Listagem de pedidos de patente do LNNano/CNPEM.....	120
Tabela 8 – Listagem de registros de software e topografia de circuito do LNNano/CNPEM.....	123
Tabela 9 – Valores de parametrização das perguntas.....	126
Tabela 10 – Parametrização das respostas do Bloco 1.....	127
Tabela 11 – Parametrização das respostas do Bloco 2.....	133
Tabela 12 – Parametrização das respostas do Bloco 3.....	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTLuS	Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron
APL	Arranjo Produtivo Local
ARS	Análise de Redes Sociais
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CeBiMe	Centro de Biologia Molecular Estrutural
CIATEC	Companhia de Desenvolvimento do Polo de Alta Tecnologia de Campinas
CNPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CTBE	Laboratório de Ciência e Tecnologia do Bioetanol
CTI	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
CTT	Contrato de Transferência Tecnológica
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial.
FAP	Fundações de Amparo à Pesquisa
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FORMICT	Formulário para Informações sobre a Política de Propriedade Intelectual das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Brasil
GII	Índice de Inovação Global
IBMP	Instituto de Biologia Molecular do Paraná
IBN	Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
INCT	Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
INSEAD	<i>Institut européen d'administration des affaires</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LCPM	Laboratório de Caracterização e Processamento de Metais
LCS	Laboratório de Ciência de Superfície
LDSF	Laboratório de Dispositivos e Sistemas Funcionais

LMF	Laboratório de Microfabricação e Filmes
LMN	Laboratório de Materiais Nanoestruturados
LN BIO	Laboratório Nacional de Biociências
LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
LNNano	Laboratório Nacional de Nanotecnologia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
NBT	Grupo de Pesquisa em Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia
NCNST	<i>National Center for Nanoscience and Technology</i>
NERCN	<i>National Engineering Research Center for Nanotechnology</i>
NIPE	Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
OS	Organização Social
P,D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCT	Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes
PDP	Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo
PFI	<i>Profiting from innovation</i>
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
SibratecNANO	Sistema Brasileiro de Tecnologia em Nanotecnologia
Sirius	Programa de Construção da Fonte de Luz Síncrotron de 4ª Geração
SisNANO	Sistema Nacional de Laboratórios de Nanotecnologia
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
TI	Tecnologia da Informação
TIM	<i>Territorial Innovation Model</i>
TT	Transferência Tecnológica
UCE	Universidade do Ceará
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFBA	Universidade Federal da Bahia

UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul
USP	Universidade Estadual de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
OBJETIVOS.....	20
Geral	20
Específicos.....	20
JUSTIFICATIVA.....	21
METODOLOGIA.....	24
1 INOVAÇÃO E ECONOMIA.....	26
1.1 O CONCEITO DE INOVAÇÃO E SUA VERTENTE ECONÔMICA.....	26
1.2 INOVAÇÃO E ABORDAGENS DESENVOLVIMENTISTAS.....	28
1.3 RETORNO DO INVESTIMENTO EM C&T NO BRASIL.....	33
1.4 A INOVAÇÃO E O CONTRASSENDO DOS INDICADORES.....	39
2 MODELOS DE INOVAÇÃO TERRITORIAIS E RELACIONAIS.....	45
2.1 ASPECTOS DA PROXIMIDADE GEOGRÁFICA.....	46
2.2 ABORDAGENS SISTÊMICAS DA INOVAÇÃO.....	51
2.3 O RECORTE TERRITORIAL.....	58
2.4 DAS CONCENTRAÇÕES GEOGRÁFICAS AOS MILIEUX DE INOVAÇÃO.....	59
2.5 INOVAÇÃO ABERTA.....	65
2.6 APLICAÇÃO DAS ABORDAGENS TERRITORIAIS NO OBJETO DE PESQUISA.....	68
3 TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA	72
3.1 CONHECIMENTO TÁCITO E EXPLÍCITO.....	74
3.2 TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA FORMAL E INFORMAL.....	75
3.3 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA INVESTIGADOS.....	76
3.3.1 Acordos de parceria para pesquisa	77
3.3.2 Licenciamento de tecnologias.....	78
3.3.3 Contratos de transferência tecnológica (know-how).....	80
3.3.4 Geração de empresas derivadas (spin-offs).....	80
3.3.5 Consultorias.....	81
3.3.6 Bolsas de Pós-Doutorado.....	82
3.3.7 Publicações científicas.....	82
3.3.8 Envolvimento para fins de coautoria em publicações.....	83

3.3.9 Envolvimento em atividades comerciais.....	83
4 APRENDIZADO E APROPRIABILIDADE NA NANOTECNOLOGIA.....	85
4.1 REGIME DE APROPRIABILIDADE.....	85
4.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO E INSTITUCIONAL.....	88
4.3 NANOTECNOLOGIA E PATENTES.....	91
4.4 NANOTECNOLOGIA, LEGISLAÇÃO, NORMALIZAÇÃO E REGULAÇÃO.....	93
5 ESTUDO DE CASO DO LNNano/CNPEM.....	98
5.1 BREVE HISTÓRICO.....	98
5.2 RECURSOS FINANCEIROS.....	101
5.3 EIXOS DE ATUAÇÃO.....	102
5.4 RECURSOS HUMANOS.....	106
5.6 PROXIMIDADE GEOGRÁFICA E INTERAÇÕES.....	108
5.7 ANÁLISE DE REDE SOCIAL – COOPERAÇÃO EM ATIVIDADE DE PESQUISA....	114
5.8 POLÍTICA DE INOVAÇÃO E DIREITOS SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL..	118
5.9 PERCEPÇÃO LEVANTADA EM ENTREVISTAS.....	125
5.9.1 Bloco 1 – Interações e proximidade.....	126
5.9.2 Bloco 2 – Aprendizado e capital social	130
5.9.3 Bloco 3 – Processos de transferência tecnológica	135
5.9.4 Bloco 4 – Desafios e motivação	137
5.10 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E UMA BREVE EXPLANAÇÃO.....	139
6 CONCLUSÃO.....	142
REFERÊNCIAS.....	143
APÊNDICE A – Projetos dos eixos 2 e 3 relatados entre 2015 a 2017	157
APÊNDICE B – Projetos dos eixos 2 e 3 relatados entre 2012 a 2014.....	169
APÊNDICE C – Roteiro de perguntas para entrevista	170

INTRODUÇÃO

A motivação para investigar o objeto da presente dissertação vem de algumas inquietações encontradas na atuação profissional do próprio autor, como procurador de seus clientes perante o Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI.

No Brasil, o termo “engenheiro de patentes” refere-se a uma profissão não regulamentada, cuja prática consiste em auxiliar pesquisadores e empresas na proteção de seus desenvolvimentos tecnológicos. O exercício da profissão requer não somente conhecimentos científicos e tecnológicos em nível de educação superior, mas também desenvoltura com a literatura referente ao direito da propriedade intelectual, que abarca legislação nacional, regulamentos e normativas, além de tratados e acordos internacionais que direcionam o entendimento dos agentes envolvidos na proteção dos bens imateriais. Outros requisitos, fundamentais para o exercício pleno das atividades deste profissional, são os conhecimentos sobre a dinâmica inovativa, a lógica setorial, o regime de apropriabilidade e os desafios da apropriação em novos campos do conhecimento, no intuito de ofertar a melhor solução para proteger o diferencial competitivo do agente econômico inovador.

Na percepção do autor, a atuação do “engenheiro de patentes” é pouco familiar ao público em geral, inclusive aos pesquisadores de instituições de ciência e tecnologia (ICT)¹. Também é da percepção do autor que a invisibilidade dessa carreira reflete um afastamento entre geração de conhecimentos e sua gestão estratégica, que visa um balanço desejável entre difusão dos conhecimentos, disponibilização de suas aplicações úteis para sociedade e retorno econômico do investimento despendido na sua geração.

A fim de investigar a ocorrência e as decorrências dessas percepções em campo é que foi conduzido um estudo sobre o caso do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

1 A Lei 13243/2016 define Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT), em seu artigo 2º, inciso V, aqui transcrito:

“V - Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT): órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no País, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos”. (Brasil, 2016)

(CNPEM), localizado na cidade de Campinas, SP. São investigadas algumas características dessa ICT e suas contribuições para o esforço de inovação, num recorte temporal de 2015 a 2017.

Alguns autores entendem que a contribuição de atores sociais para o esforço de inovação é determinada por dois fatores-chave: (i) a interações entre os atores sociais, e, (ii) os processos de aprendizado (Dosi e Malerba, 1996; Lundvall e Johnson, 2000; Amara, Landry e Ouimet, 2003; Cassiolato e Szapiro, 2003). Nesse trabalho, as contribuições do LNNano/CNPEM para inovação serão abordadas sob a perspectiva desses dois fatores.

A análise das interações entre atores sociais remete ao conceito de “capital social” (Nahapiet e Ghoshal, 1998). Esse conceito pode receber tratamento apenas quantitativo, sendo a densidade de contatos que um ator individual tem com outros atores em uma rede social (Baker, 1990) ou, então, pode ser acrescido de uma dimensão qualitativa, que considera capital social como a soma dos recursos imediatos e potenciais disponíveis através da rede de contatos de um ator individual (Bourdieu, 1986)². Esses atores sociais podem ser indivíduos ou coletividades, como instituições.

Por sua vez, aprendizado é definido pela capacidade de absorver e transformar conhecimentos (Hsu e Fang, 2009), capacidade essa que junto com o acúmulo do conhecimento constituem o “capital intelectual” de uma coletividade social (Nahapiet e Ghoshal 1998).

Por força de Lei, toda ICT deve ter em seus objetivos sociais ou estatutários a *“pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos”*³. O estatuto-social do CNPEM recepciona essa lei,

2 Capital social (Bourdieu, 1986) é um dos conceitos centrais do trabalho de Bourdieu, cujo entendimento está apoiado em outros dois conceitos: o campo e o *habitus*. Em brevíssimo resumo, Bourdieu se contrapõe a um conceito estruturalista, de que existe uma estrutura fixa subjacente (contexto), que nos permite relacionar as abstrações de criação humana (e.g., texto) com o mundo real. Para o sociólogo francês, essa estrutura não seria em momento algum fixa, podendo ser engendrada ou conservada a todo momento pelas ações e condicionamentos mentais dos próprios agentes. Essas ações e condicionamentos, em que pese seu subjetivismo, foram denominadas por Bourdieu como *habitus*, sendo esse um dos pontos centrais da teoria do autor. Já a estrutura contextual, o autor chama de campo, definindo-o como “a arena em que os agentes se relacionam e competem em busca de posições de poder, através da aquisição de certos tipos de capital” (não apenas capital financeiro, mas capital social, cultural, dentre outros tipos)(Bourdieu, 1997). Esse campo é específico por área de conhecimento, por exemplo, um físico pertence ao campo dos pesquisadores das ciências naturais.

3 Ver Lei 13243/2016, nota de rodapé 1.

estabelecendo objetivos sociais que têm como finalidade de gerar e transmitir conhecimento, sendo essa a forma com a qual esse Centro de Pesquisa se propõe a contribuir para o esforço de inovação⁴. Como assinalado acima, o presente trabalho parte da hipótese que essa contribuição para o esforço de inovação é determinada por processos de aprendizado e interações.

A investigação sobre geração e transmissão de conhecimento no LNNano/CNPem foi realizada sob o prisma de modelos de inovação territoriais e relacionais. Quanto aos modelos de inovação territoriais (do acrônimo inglês, *Territorial Innovation Model* - TIM), serviram de suporte para o presente estudo: os distritos industriais (Marshall 1890), *milieux* inovadores (Aydalot, 1986), sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1987), sistemas regionais de inovação (Cooke, 1992), *clusters* (Porter 1998) e arranjos produtivos locais (Garcez, 2000; Cassiolato e Szapiro, 2003; Lastres e Cassiolato, 2004), dentre outros apontados no referencial teórico.

Além do apoio dos modelos de inovação, é trazida uma revisão sobre questões do contexto institucional que suporta a inovação. O contexto institucional é um conjunto de

4 Referência ao artigo 4º do Estatuto Social do CNPEM, conforme aprovado na 65ª reunião de seu Conselho de Administração, em 16 de maio de 2013. Disponível em <http://cnpem.wpengine.com/wp-content/uploads/2012/03/Estatuto-aprovado-pelo-Conselho_16Mai2013.pdf>, acessado em 03 de janeiro de 2019, aqui transcrito (grifo nosso):

Art. 4º. O objetivo geral do CNPEM é promover e contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil por meio de seus Laboratórios Nacionais e de outras unidades a eles associadas, que atuarão na pesquisa e no desenvolvimento científico e tecnológico, sendo também responsáveis pela operação de equipamentos acessíveis a pesquisadores originários de outras instituições e empresas públicas ou privadas, tendo por objetivos específicos:

I. projetar, construir ou fazer construir, operar, manter e expandir, conforme as necessidades da pesquisa e de suas outras atividades, os prédios e as instalações de pesquisa e de serviços de sua Administração, dos seus Laboratórios Nacionais e de outras unidades que venham a ser criadas ou colocadas sob sua responsabilidade;

II. realizar pesquisas científicas e de desenvolvimento tecnológico;

*III. **contribuir para o treinamento científico e tecnológico de recursos humanos;***

*IV. **contribuir para o desenvolvimento e o aprimoramento da pesquisa, desenvolvimento e inovação brasileiros**, colocando pesquisadores e técnicos devidamente treinados e qualificados para a realização de trabalhos científicos ou aplicações tecnológicas, assim como as instalações dos seus Laboratórios Nacionais e de outras unidades que venham a ser criadas ou colocadas sob sua responsabilidade, à disposição de empresas, e de instituições de ensino e desenvolvimento;*

*V. **contribuir para as atividades de inovação** dos setores produtivos colocando à suas disposição seu corpo de pesquisadores e técnicos e as instalações dos seus Laboratórios Nacionais e de outras unidades que venham a ser criadas ou colocadas sob sua responsabilidade, buscando empresas brasileiras qualificadas para participar da construção, operação e manutenção de seus equipamentos;*

VI. incubar e implantar, por sua iniciativa ou em associação com outras organizações ou empresas, novos laboratórios ou unidades de pesquisa, ou empresas de alto conteúdo tecnológico;

*VII. **desenvolver, gerar e licenciar tecnologias, exportar e importar materiais, componentes, equipamentos e serviços de alta tecnologia**, isoladamente ou em associação com centros de pesquisa e empresas nacionais e estrangeiras.*

estruturas internas e externas à coletividade social (instituições ou firmas), estruturas essas como regimentos e normas internas, contratos sociais, legislação e normas técnicas, instituições de fomento à pesquisa, universidades e centros de formação, agências reguladoras, dentre outras estruturas que delimitam as possibilidades de aprendizado e são redefinidas a cada novo aprendizado tecnológico (Queiroz, 2006).

Esse contexto institucional se soma a algumas barreiras “naturais” à imitação de uma tecnologia (e.g., o grau de dificuldade de realizar engenharia reversa e a parcela do conhecimento totalmente tácito, portanto, de difícil aprendizado) para formar o conceito de “regime de apropriabilidade” (Pisano e Teece, 2007), conceito importante para compreensão das dificuldade de proteger conhecimentos na área da nanotecnologia.

Ensina Yin (2001) que o estudo de caso, seja ele exploratório, descritivo, explanatório ou misto, pode ter como objetivo levantar várias fontes de evidências e, a partir da descoberta de divergências/convergências entre essas evidências, apontar concordâncias/discordâncias com os modelos teóricos ou, ainda, construir uma explanação com a inferência de “elos causais” entre evidências.

A partir de evidências levantadas sobre processos de aprendizado, interações, geração e transferência tecnológica, a questão que o presente estudo de caso procura endereçar é se as evidências acompanhariam as tendências esperadas pelos modelos teóricos aqui revisados.

OBJETIVOS

Geral

O objetivo geral é investigar com se dão os processos de aprendizado, as interações e a geração e transferência tecnológica no âmbito do LNNano/CNPEM.

Específicos

Para o desenvolvimento desta dissertação, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

(i) Caracterizar o LNNano/CNPEM por meio de sua formação histórica, relações de proximidade geográfica, natureza jurídica, eixos de atuação, distribuição de recursos humanos, principais fontes de recursos financeiros e principais equipamentos voltados para pesquisa em nanotecnologia;

(ii) Mapear os pedidos de títulos de propriedade intelectual (e.g., patentes, softwares, desenhos industriais) depositados pelo LNNano/CNPEM junto ao INPI, ressaltando concessões, abandonos, casos de cotitularidades, licenciamentos e cessões.

(iii) Investigar a percepção de profissionais (pesquisadores e coordenadores de propriedade intelectual) do laboratório sobre interações sociais, processos de aprendizado, geração de novas tecnologias e transferência tecnológica, a partir de entrevistas com base num roteiro de perguntas semi-estruturado;

(iv) Conduzir uma análise de rede social (ARS) egocêntrica baseada nos dados documentais sobre relações de cooperação para pesquisas estabelecidas entre o laboratório e instituições ou agentes privados, entre os anos de 2015 a 2017.

(v) Confrontar a percepção auferida nas entrevistas com a ARS e com os dados documentais do laboratório e de fontes públicas;

JUSTIFICATIVA

Esse trabalho pretende ser útil para o próprio LNNano/CNPEM, pois, além de trazer um novo olhar sobre informações documentais já conhecidas pelo laboratório, a entrevista – como forma de investigação – tem grande potencial de fazer emergir novas informações e relações, que são de interesse para compreensão e gestão dos processos de transferência de tecnologia do Laboratório. Finalmente, o resultado do trabalho pode subsidiar novos estudos sobre políticas internas do CNPEM e, também, políticas públicas.

Segue uma breve digressão sobre a relação do objeto com o direcionamento de políticas públicas.

A inovação é um fenômeno social complexo, porém, é de suma importância, dada sua presumida relação com o desenvolvimento econômico e tecnológico (Nelson, 2015).

Para Arend e Fonseca (2012) novos paradigmas tecnológicos⁵ abrem a possibilidade

5 Paradigma tecnológico e trajetórias tecnológicas são dois conceitos centrais de um importante trabalho

de alguns países alçarem a liderança do desenvolvimento econômico (que é conhecido pelo anglicismo *forging-ahead*), além de permitir que alguns outros países se emparelhem (do inglês, *catching-up*). A nanotecnologia, por sua vez, vem sendo considerada um novo paradigma científico e tecnológico (Wonglimpiyarat, 2005; Tolochko, 2009), ou, ao menos, uma tecnologia em estágio pré-paradigmático (Narula, 2001).

Albuquerque (1999) apresenta uma tipologia para sistemas nacionais de inovação (SNI)⁶ compreendendo três diferentes estágios de desenvolvimento. Figuram nessa tipologia apresentada pelo autor: (i) os sistemas nacionais em estágio maduro, (ii) os sistemas em *catching-up*, e (iii) sistemas nacionais de inovação ainda imaturos⁷.

de Dosi (1982). Em apertada síntese, o paradigma trata-se de um período no qual um conceito tecnológico dominante define os rumos da tecnologia, enquanto a trajetória são os próprios rumos da tecnologia, determinados e limitados pelo conceito dominante paradigmático. Nas palavras do próprio autor dos conceitos de paradigma e trajetória:

“[o paradigma tecnológico refere-se a] um modelo e um padrão de solução de determinados problemas tecnológicos, baseados em determinados princípios derivados das ciências naturais e em determinadas tecnologias materiais.

(...)

[a trajetória tecnológica é uma] atividade normal de solução de problemas determinada por um paradigma”. (Dosi, 1982).

Nota-se que o conceito do autor pode seguir, ou não, uma lógica setorial, podendo ser aplicado a uma mudança de rumos tecnológicas que afete todas as áreas da tecnologia, ou apenas a uma área tecnológica particular.

Um conceito análogo, também apresentado no trabalho de Dosi, é o conceito de paradigma científico e a trajetória científica. Em breve resumo, o paradigma científico difere do tecnológico pois em lugar de normatizar um modelo de soluções para problemas tecnológicos, o paradigma científico se refere às leis e teorias que afetam o entendimento do conhecimento científico conforme proposto num período paradigmático.

6 Sistema nacional de inovação (SNI), em apertadíssima síntese, é uma rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, recebem, modificam e difundem novas tecnologias (Freeman, 1995). O conceito será melhor explorado na revisão bibliográfica.

7 Sistemas Nacionais de Inovação “maduros”, segundo Albuquerque (1999), são representados pela maior parte dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico – OCDE. Os indicadores que Albuquerque utilizou para estabelecer a linha de corte dos sistemas “maduros” foram:

- (1) Produto Interno Bruto *per capita*;
- (2) Dispendio em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D);
- (3) Dispendio privado em P&D;
- (4) Patentes depositadas nos EUA *per capita*;
- (5) Crescimento de patentes;
- (6) Patentes nacionais *per capita*;
- (7) Taxa de patentes nacional/estrangeiras;
- (8) Artigos científicos *per capita*;
- (9) Patentes (%mundial)/artigos (%mundial);
- (10) Analfabetismo;
- (11) Grau de instrução secundária (% por idade e gênero masculino);
- (12) Grau de instrução terciária (% por idade);
- (13) Engenheiros e cientistas *per capita*.

Sistemas em “catching-up” apresentam vários indicadores similares aos sistemas “maduros”, em

Desde a proposição da tipologia então citada, o Brasil vem sendo classificado como um país com o sistema de inovação imaturo e incompleto (Albuquerque, 1999; de Almeida, Correia e de Castro, 2018).

Portanto, dado que: (i) novos paradigmas tecnológicos são uma possibilidade de *catching-up* para países (Arend e Fonseca, 2012); (ii) nanotecnologia vem sendo considerada um novo paradigma científico e tecnológico (Wonglimpiyarat, 2005; Tolochko, 2009); e, (iii) o Brasil vem sendo classificado como um país com o sistema de inovação imaturo e incompleto (Albuquerque, 1999; de Almeida, Correia e de Castro, 2018); conclui-se que o advento de um possível novo paradigma da nanotecnologia é uma oportunidade de *catching-up* tecnológico para países como o Brasil, permitindo que os mesmos alcancem certo grau de desenvolvimento econômico frente ao cenário mundial.

Segundo Salerno e Kubota (2008, p. 17), “nanotecnologias, biotecnologias, energias renováveis, tecnologias aeroespaciais e de satélites, entre outras 'portadoras de futuro', na linguagem da PITCE⁸ (BRASIL *apud* Salerno e Kubota, 2008) do governo federal, prometem realimentar o ciclo colocando o conhecimento num outro patamar”.

Tratar de um tema atinente à inovação, relacionando-o com uma trajetória científico-tecnológica emergente, como a nanotecnologia, é uma oportunidade relevante de estudo, em nosso contexto nacional.

O LNNano/CNPEM, objeto do estudo, encabeça as principais iniciativas do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) que visam apoiar as pesquisas em nanotecnologia no Brasil. Dentre essas iniciativas, destaca-se que o LNNano é o primeiro laboratório de referência do Sistema Nacional de Laboratórios de

particular, aos indicadores (2), (3), (4), (9), (11), (12) e (13), acima.

Por sua vez, os sistemas de inovação que são considerados “imatuross” apresentam apenas alguns indicadores similares aos sistemas “maduros”, mas em número insuficiente para chegar a linha de corte que separa os sistemas de inovação em “catching-up”.

Esses sistemas “imatuross” foram subdivididos por Albuquerque em três tipologias: (a) países do leste Europeu e da Europa Central; (b) países denominados “asian cubs” ou “novos tigres asiáticos”, representados pela Malásia, Tailândia, Indonésia e Filipinas; e (c) países com estrutura de ciência e tecnologia incompleta ou ineficiente, como é o caso do Brasil. Por essa razão, o Sistema Nacional de Inovação brasileiro é classificado como “imaturo” e “incompleto”.

Finalmente, países que apresentam a maioria desses indicadores muito aquém daqueles observados nos sistemas “imatuross” são considerados países com sistemas de inovação “inexistentes”.

8 A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), foi um plano de ação do governo federal, iniciado em 2004, que tinha como objetivo o aumento da eficiência da estrutura produtiva e da capacidade de inovação das empresas brasileiras, bem como a expansão das exportações. Em 2008, essa política veio a ser substituída pela Política de Desenvolvimento Produtivo - PDP (Almeida, 2011).

Nanotecnologia (SisNANO)⁹, participa da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)¹⁰, além de ser apoiado pelo SibratecNANO¹¹, e, finalmente, figura como sede nacional do Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia¹². Essa posição privilegiada justifica o interesse de pesquisar a questão da inovação e dos ambientes em que a inovação se processa tendo esse laboratório como ponto focal.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso com natureza descritiva e explanatória, sendo descritas questões sobre as interações e a transferência de tecnologia do LNNano a partir de evidências de natureza quantitativa e qualitativa.

Informações qualitativas foram obtidas em entrevista com profissionais do laboratório. As entrevistas foram realizadas primeiro por telefone, conduzidas com apoio num roteiro de perguntas semi-estruturado (Apêndice C) e, num segundo momento, presencialmente, ainda com base no mesmo roteiro, mas aprofundando algumas questões particulares que haviam emergido no primeiro contato.

9 Segundo MCTIC, órgão que subsidia o projeto SisNANO, esse projeto instituído pela Portaria nº 245, de 5 de abril de 2012, e regulamentado pela Instrução Normativa nº 2, de 15 de junho de 2012, sendo um sistema de laboratórios direcionados à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em nanociências e nanotecnologia, tendo como característica essencial o caráter multiusuário e de acesso aberto, mediante submissão de propostas de projetos de PD&I ou de requisição de serviços. Informação disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/incentivo_desenvolvimento/sisnano/sisnano.html>, acessada em 03 de janeiro de 2019.

10 Segundo MCTIC, a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), lançada em 2013, tem como objetivo integrar as ações governamentais para promover o aumento da competitividade da indústria brasileira, em setores da indústria correlatos à nanociências e nanotecnologia. Informação disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/tecnologias_convergentes/paginas/nanotecnologia/NANOTECONOLOGIA.html>, acessada em 03 de janeiro de 2019.

11 O SibratecNano é uma ação da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP) para fomentar parcerias ICT-Empresa em nanotecnologia. A FUNDEP é uma fundação ligada à UFMG. Informação disponível em: <<http://www.fundep.ufmg.br>>, acessada em 03 de janeiro de 2019.

12 O Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia é um projeto bilateral oriundo de acordo firmado entre os governos da China e o Brasil, cuja criação foi coordenada pela Comissão Sino-Brasileira de Alto Nível de Concertação e Cooperação (COSBAN). Informação disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/Cooperacao_Internacional/Bilateral/asia.html>, acessada em 03 de janeiro de 2019.

Outros dados quantitativos e qualitativos foram levantados de fontes documentais^{13,14}, sendo utilizados para confrontar as percepções que emergiram na entrevista.

Foi realizada uma análise de rede social (ARS) egocêntrica do laboratório a partir do processamento das informações sobre interações de cooperação para pesquisa presentes nas fontes documentais.

O recorte temporal da ARS compreende dados dos três anos mais recentes em que há relatórios consolidados sobre as atividades de cooperação em pesquisa, que são os anos de 2015 a 2017¹⁵. Uma vez que esses dados serão confrontados com a percepção levantada em entrevistas realizadas entre novembro de 2017 e junho de 2018, a janela de 3 anos foi considerada curta o suficiente para representar o momento da entrevista, ao mesmo tempo que é adequada para atenuar eventos que tragam dados discrepantes. Outrossim, características muito diversas marcaram o ano da fundação do laboratório (2011) e primeiro triênio pós-fundação (2012 a 2014), sendo discutido como um período separado nos resultados.

13 Esses documentos incluem o Estatuto Social do CNPEM (2013), Plano Diretor do CNPEM 2013-2016 (2013), Política de Inovação do CNPEM (2013), Regulamento de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia (2013), Plano de Relacionamento com os Setores de Agronegócio, Indústria e Serviços do LNNano (2016), os Relatórios Anuais encaminhados ao MCTIC (anos base 2015-2017). Todos documentos disponíveis em <<http://cnpem.br/>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

14 Outras informações documentais foram obtidas de fontes primárias como sistema de pesquisa na base de dados do INPI, disponível em <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>>, e o sistema de pesquisa na base de dados INPADOC (International Patent Documentation) do Espacenet, Disponível em <<https://worldwide.espacenet.com>>, todos acessados em 03 de janeiro de 2019.

15 Dados do Relatório Anual de 2017 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2017/>>, do Relatório Anual de 2016 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/15993/>> e do Relatório Anual de 2015 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2015/>>. Todos acessados em 03 de janeiro de 2019.

1 INOVAÇÃO E ECONOMIA

1.1 O CONCEITO DE INOVAÇÃO E SUA VERTENTE ECONÔMICA

A inovação é uma tema que permeia diversas áreas de concentração de estudo. O presente trabalho não objetiva revisar exaustivamente o tema da inovação em cada uma das disciplinas em que ele se apresenta, mas apenas se apoiar na literatura para tornar visíveis alguns fatos relacionados ao objeto de estudo. Uma das principais disciplinas que se debruça sobre o tema é a economia.

O conceito de inovação dentro do campo da economia teve grande projeção com o trabalho *Socialismo, Capitalismo e Democracia* de Joseph Schumpeter (1934).

Conforme proposto por Schumpeter, o termo inovação (conceito que também é referido em seu trabalho como “a destruição criativa”) está relacionado ao desenvolvimento que era induzido na economia de um mercado pela introdução de novas mercadorias, por novas formas de produção, pela abertura de novos mercados ou, ainda, pelo monopólio sobre novas tecnologias ou sobre fontes de insumos (Schumpeter, 1934).

Esse conceito ganhou força no período que sucedeu a Segunda Guerra Mundial, quando o estímulo à P,D&I passou a ser considerado um fator essencial para o desenvolvimento econômico da Europa e Japão, em reconstrução no pós-guerra (Schwachula, Seoane e Hornidge, 2014).

Em decorrência do sucesso do tema à época, para acomodar o conceito de inovação no arcabouço das teorias econométricas tradicionais, o prêmio Nobel de Economia Robert Solow (1957), de formação neoclássica¹⁶, propôs uma alteração na função de produção agregada. Essa equação tradicionalmente descreve o produto interno bruto de uma determinada região como função de sua população e do seu capital.

Solow (1957) introduziu na função de produção agregada (equação 1) um novo parâmetro em função do tempo ($A(t)$), que acomodaria as variações de produtividade acarretadas pelo que ele chamou de “mudanças técnicas com o tempo”, corrigindo o que se apresentou como uma “falha de mercado”, segundo a teoria neoclássica.

¹⁶ Para os autores neoclássicos, o progresso técnico é considerado fator exógeno à produção. Nesse arcabouço teórico também são feitas outras considerações como a alocação eficiente de recursos, o pressuposto do mercado perfeito e a conveniência em afastar a intervenção do Estado na economia. Uma referência sobre os conceitos da “economia neoclássica” pode ser encontrada em Bator (1958).

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t) L(t))^{1-\alpha} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde,

$Y(t) \equiv$ produção agregada;	$0 < \alpha < 1$;
$K(t) \equiv$ capital;	$A(t) \equiv$ fator de produtividade (tecnologia);
$t \equiv$ tempo;	$L(t) \equiv$ trabalho.

Com esse trabalho, Solow (1957) observou que tal falha de mercado, considerada então como decorrência de externalidades¹⁷, é capaz de modificar o trabalho, aumentando os resultados da produção, independentemente do aumento de produto interno bruto ou do crescimento populacional.

Outro teórico neoclássico que se debruçou sobre a tentativa de acomodar o conceito de inovação no arcabouço das teorias econométricas tradicionais foi Romer (1986, 1990). O modelo de Romer para função de produção agregada (equação 2) parte da aceitação do modelo de Solow (1957). Mas, em contraposição ao seu predecessor, Romer tenta explicar o aumento de produtividade se reportando para um acúmulo do conhecimento endógeno à firma, e não como um fator externo que modifica o resultado do trabalho. Portanto, na nova proposta teórica, o fator de produtividade ($A(t)$) estaria acoplado ao capital, e não ao trabalho.

$$Y(t) = A(t)K(t)^\alpha L(t)^{1-\alpha} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde,

$Y(t) \equiv$ produção agregada;	$0 < \alpha < 1$;
$K(t) \equiv$ capital;	$A(t) \equiv$ fator de produtividade (tecnologia);
$t \equiv$ tempo;	$L(t) \equiv$ trabalho.

Nesse contexto, o conhecimento passa a ser considerado como um tipo de capital. Uma decorrência desse novo panorama é que quanto menor o acúmulo de capital (físico), menor seria a possibilidade de usar novas tecnologias (capital intelectual) na produção. Isso é facilmente observável se tomado o capital $K=0$, que tornará a função de produção agregada da equação 2 insensível às mudanças de tecnologia com o tempo.

17 O conceito de externalidades será abordado mais adiante, com referência a Marshall (1890).

Apesar da consideração de que o conhecimento, como uma forma de capital, é um fator de geração endógeno à firma, o entendimento de Romer (1986) é que esse conhecimento “tem um efeito externo na possibilidade de produção de outras firmas, uma vez que o conhecimento não pode ser perfeitamente patenteado ou mantido em segredo” (Romer, 1986, p. 1003).

Logo, apesar do conhecimento novo, formado endogenamente, ser considerado por Romer um fator econômico de produção, também é considerada a perfeita simetria da informação como hipótese. Portanto, as dimensões da gênese e da difusão do conhecimento e da dinâmica de aprendizado não são consideradas como influências no crescimento e desenvolvimento econômico para a vertente neoclássica.

A consideração de que a inovação é o motor do desenvolvimento econômico se tornou um axioma para diversos estudiosos contemporâneos, que resgatam o conceito de inovação de Schumpeter para criticar os economistas neoclássicos, se alinhando em uma nova corrente teórica denominada escola econômica evolucionária ou neoschumpeteriana (Freeman, 1987; Dosi et al., 1994; Rosenberg, 2004; Lundvall, 2007; Nelson, 2015). Desde então, vêm sendo envidados esforços acadêmicos dessa e de outras escolas para se compreender melhor quais são os fatores que melhor explicam o fenômeno da inovação, a fim de promover o desenvolvimento econômico e orientar políticas públicas.

1.2 INOVAÇÃO E ABORDAGENS DESENVOLVIMENTISTAS

Observa-se que, apesar da inovação ser estimulada com objetivo de induzir o desenvolvimento econômico, os parâmetros frequentemente investigados para determinar o fenômeno da inovação estão relacionados com outras áreas do conhecimento, para além da economia. Dentre as áreas em que a investigação da inovação se concentra, também figuram a administração, marketing, ciências da computação, ciências jurídicas, geografia, sociologia, psicologia e história. Trata-se de um fenômeno complexo que se beneficia de uma abordagem transdisciplinar.

A literatura apresenta muitas abordagens para identificar parâmetros relacionados com a inovação tecnológica, a fim de compreender o nexo causal entre os indicadores característicos do fenômeno e orientar de maneira eficaz as políticas públicas desenvolvimentistas (RICyT, 2001; OCDE, 2005; MCTI, 2013; INSEAD, 2017). Porém, os

estudos de futuro que endereçam a questão da inovação baseados em dados puramente quantitativos por vezes apresentam limitações em suas previsões, já que é difícil mensurar todos os fatores determinantes em cenários complexos e com múltiplas variáveis, como é o mercado.

Um conjunto de indicadores quantitativos de inovação tecnológica muito utilizado é o número de depósitos de pedidos de patentes e o número de concessões de patentes. Tratam-se de indicadores de fácil acesso em bancos de dados disponíveis na internet. Porém, esses indicadores se mostram inadequados quando tomados de forma isolada, pois cobrem tão somente as inovações relacionadas a invenções que sejam passíveis de proteção pelo sistema de patentes e, com maior efeito, são indicadores que refletem apenas as inovações relacionadas a invenções consideradas economicamente viáveis de se buscar proteção por pedido de patente (Mairesse e Mohnen, 2010). Ressalta-se que mesmo as invenções que despertam interesse econômico em se proteger por meio de pedido de patente precisam alcançar o mercado para serem consideradas inovações de mercado. Portanto, tomar dados de patentes como única fonte de informação pode direcionar incorretamente as políticas desenvolvimentistas para inovação.

Nesse contexto de difícil mensuração numérica, a opção pela pesquisa de percepção se mostra mais adequada que o simples levantamento de dados, pois, não sendo possível controlar as variáveis relevantes ao fenômeno, o ambiente natural é a melhor situação para estudá-lo (Freitas et al., 2000). Esse é o caso do fenômeno da inovação, em que não se pode controlar um conjunto de variáveis para observar a variação das outras.

Para contornar essas dificuldades metodológicas, vários TIM apontam parâmetros e fatores que endereçam a questão da inovação para o desenvolvimento (Creivoiseir, 2014). Dentre as várias questões importantes para investigação que os TIM levantam, estão as questões setoriais da economia, o contexto histórico, o regime jurídico vigente e, com particular importância, as relações que os agentes relevantes mantêm entre si e com o contexto institucional. Um conceito recorrente na literatura de inovação, que suporta o estudo dessas relações entre os agentes relevantes, é o conceito de capital social (Fromhold-Eisebith, 2004), brevemente abordado anteriormente.

Um outro modelo que aborda o tema inovação é o chamado “modelo de inovação linear”, que, como destaca Godin (2005), consiste na apresentação linear das fases que

compõem o processo de inovação. Trata-se de um modelo bastante simplificado, que representa o processo de inovação por um esquema sucessivo de etapas de: (i) pesquisa básica; (ii) pesquisa aplicada; (iii) desenvolvimento; e (iv) difusão. A crítica mais frequente a essa divisão didática e linearizada é que a mesma faz crer que a inovação seja sempre iniciada pela figura do “pesquisador-inventor”, que é o agente responsável por encontrar uma aplicação para o conhecimento gerado na pesquisa básica (Godin, 2005). Esse cenário com ênfase na contribuição da pesquisa é conhecido como “empurrão tecnológico” ou *technology-push*.

Schumpeter (1939) já apontava que nem sempre o fenômeno da inovação é determinado pela contribuição da invenção em si, mas por fatores inerentes ao mercado. Portanto, há necessidade de se investigar para além das questões relativas à pesquisa. Esse cenário, com mais ênfase na influência da demanda do mercado do que nos avanços da pesquisa ou na geração da tecnologia em si, é um cenário chamado de “puxado por demanda” ou *demand-pull*.

Não obstante as limitações do modelo de inovação linear, se o mesmo for tomado como ponto de partida para análise do fenômeno, já se pode distinguir alguns agentes responsáveis por cada etapa da inovação, que seriam representados pelo pesquisador-básico (etapa de pesquisa básica), o pesquisador-inventor (etapa de pesquisa aplicada), o empresário-industrial (etapa de desenvolvimento) e o empresário-inovador (etapa de difusão da tecnologia). Cada um desses agentes pode ser uma única pessoa, uma instituição ou, ainda, um grupo difuso de pessoas ou instituições. Outra possibilidade é que uma pessoa possa assumir o papel de vários agentes simultaneamente (Godin, 2005).

Retomando a crítica sobre a inovação linear, é refutada a proposição de que há um fluxo unidirecional de informação¹⁸ que vai do pesquisador-inventor para o desenvolvedor industrial (Godin, 2005). Exemplificando essa crítica, se forem considerados apenas os quatro agentes do modelo de inovação linear, as informações tecnológicas provenientes do desenvolvedor industrial e, principalmente, do agente inovador são de grande importância para o sucesso do pesquisador-inventor em sua contribuição para formular

¹⁸ Essa crítica ao fluxo unidirecional de conhecimento também é endereçada pelo modelo de ligações em cadeia (Kline & Rosenberg, 1986), outro modelo do fenômeno de inovação, que não será abordado nessa dissertação. Esse modelo tem um núcleo central que é essencialmente formado pelas instâncias do modelo linear, exceto a pesquisa, que é colocada como uma instância separada e é adicionada a instância de um “pool” de conhecimentos. No modelo de ligações em cadeia, todas essas instâncias têm trocas de informação por fluxos bidirecionais umas com as outras.

uma solução adequada aos desafios técnicos. Logo, não haveria um fluxo unidirecional de conhecimento.

Portanto, para que uma invenção (nova aplicação tecnológica) mature em inovação (introdução e difusão no mercado), essa invenção terá que se inserir num contexto com características particulares que propiciem a sua difusão, sendo muitas dessas características alheias ao esforço inventivo em si.

Segundo Cassiolato e Lastres (2003, p. 37), “a inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo, caracterizado por tipos de cooperação”. O autor segue a linha dos trabalhos de

Freeman (1988) e Lundvall (1992), no entendimento de que a inovação é “um processo de aprendizado não-linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente” (Cassiolato e Lastres, 2005, p.35). Segundo Cassiolato e Lastres (2005, p. 39), “sistemas cognitivos e regulatórios e formas de articulação, de cooperação e de aprendizado iterativo entre agentes são reconhecidos como fundamentais na geração, aquisição e difusão de conhecimentos, particularmente aqueles tácitos”.

Não é objetivo deste trabalho revisitar de modo exaustivo os vários modelos que têm sido desenvolvidos para o entendimento da inovação. Entretanto, são aqui apontados dois posicionamentos econômicos bastante antagônicos sobre os quais o tema evolui: a visão neoclássica, na qual a contribuição do esforço de inovação para o crescimento e desenvolvimento econômico é determinado por fatores exógenos à firma; e a visão Schumpeteriana, retomada pela teoria evolucionária, onde a contribuição do esforço de inovação para o crescimento e desenvolvimento econômico é determinada por fatores endógenos à firma e institucionais. Particularmente na visão evolucionária, as características das interações que ocorrem no *milieu* em que ocorre a inovação são um fator bastante relevante nos estudos do fenômeno (Aydalot, 1986).

Há vários exemplos históricos de como as características da localidade podem favorecer a inovação, como o caso distritos industriais marshallianos e dos distritos da Terceira Itália e o sucesso do Vale do Silício (Marshall, 1890; Garcez, 2000). Modelos de inovação territoriais buscam categorizar essas características com diferentes recortes e enfoques, desde recortes mais locais, como os *clusters* (Porter 1998) e arranjos produtivos locais (Garcez, 2000; Cassiolato e Szapiro, 2003; Lastres e Cassiolato, 2004), até modelos com uma abordagem mais holística e sistêmica, como são as abordagens do

milieu innovateur (Aydalot, 1986; Maillat et al., 1993) e dos sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1987^b; Lundvall, 1992; Nelson, 1993).

Na esteira dessas abordagens desenvolvimentistas da inovação sistêmica, o Brasil apresentou aprimoramentos em seu contexto institucional na última década através de leis e projetos governamentais desenvolvimentistas. Um importante marco da política desenvolvimentista nacional dos últimos anos foi a institucionalização do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) por meio da emenda constitucional nº 85/2015 (Brasil, 2015), sistema esse que vinha sendo formulado e proposto em políticas públicas desde 2008¹⁹.

Entre as várias instituições envolvidas no fomento à pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico²⁰ destaca-se a tentativa da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), via fundos setoriais. Essa empresa pública proveu recursos (nas modalidades de financiamento e de recursos não-reembolsáveis), para manter os níveis de pesquisa e desenvolvimento, em resposta às privatizações das empresas estatais, que investiam em pesquisas e desenvolvimento (Leal, 2015). A aplicação desses fundos setoriais foi estruturada com a finalidade de: (i) prover a melhoria da infraestrutura de instituições de pesquisa e (ii) induzir a cooperação de empresas no processo de geração, desenvolvimento conjunto com as instituições de ensino e pesquisa e centros de pesquisa. Segundo Leal (2015, p. 65), “o montante investido pela Finep, por meio dos Fundos Setoriais ao longo dos anos 2000, demonstra uma importante inflexão nos investimentos na área da inovação”.

Reprisa-se que a justificativa para estudar o fenômeno da inovação e seus fatores determinantes está na relação do tema com o desenvolvimento econômico. Embora o fomento à inovação, através de crescentes investimentos em C&T, tenha figurado de modo importante no plano de governo no Brasil na última década, indicadores de inovação não vêm refletindo o resultado esperado após esse investimento, como se pode

19 O SNCTI, apesar de ser institucionalizado por emenda constitucional de 2015, é alvo de ações governamentais desde a criação programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) em 2008. Esse programa visa, além do desenvolvimento científico-tecnológico, prover equilíbrio ou uma melhor distribuição na produção do conhecimento entre as regiões do país, a partir da construção e articulação em redes dos grupos de pesquisa (Leal, 2015).

20 O Programa INCT foi capitaneado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) com Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e as fundações de amparo a pesquisas estaduais (FAP) (Leal, 2015).

ver, por exemplo, acompanhando a série histórica do relatório do Global Innovation Index - GII²¹. Segundo Salerno e Kubota (p.18, 2008), “não basta ter uma boa ciência se não houver uma base produtiva – empresas – capacitada para utilizar os princípios científicos descobertos para geração de produto; ou seja, políticas de inovação necessariamente envolvem a relação entre a ciência e sua produção, a tecnologia e sua geração, assim como a inovação por parte das empresas”. Para abordar essa questão da falta de retorno após continuados investimentos, será apresentada uma breve discussão sobre os investimentos em C&T no Brasil.

1.3 RETORNO DO INVESTIMENTO EM C&T NO BRASIL

Desde a última década, o Brasil vem observando um aumento gradativo do número de depósitos de pedidos de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Em concomitância, vem sendo observado um crescimento acelerado no dispêndio nacional em Ciência e Tecnologia (C&T). Na figura 1 está representado um histograma com o número de depósitos de pedido de patente junto ao INPI e o dispêndio nacional em ciência e tecnologia entre 2004 e 2015.

O número de depósitos de pedidos de patente por ano apresentou um crescimento ligeiramente acima de 80% nesse período. Por sua vez, o dispêndio em C&T tem uma curva de crescimento muito mais abrupta, atingindo uma aumento de cerca de 287% no mesmo período. Apresenta-se aqui uma breve investigação sobre o retorno do investimento em C&T, sobretudo no tocante à falta de resultados perceptíveis e sua correlação com os indicadores de inovação, evitando respostas triviais como o atraso (*backlog*) de exames no INPI.

O indicador numérico de “dispêndio em C&T”, definido pelo MCTIC, engloba os gastos públicos e privados direcionados para estimular a ciência e tecnologia no Brasil. Esses gastos compreendem tanto os dispêndios realizados em âmbito acadêmico, quanto em departamentos de pesquisa empresariais e, em menor intensidade, mas também aí

21 O relatório do GII é uma ação iniciada pelo Instituto Europeu de Administração de Empresas - INSEAD, no Reino Unido, que conta agora com a colaboração da Universidade de Johnson Cornell, nos Estados Unidos, e da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Esse relatório apresenta o cálculo de um índice de performance de inovação em mais de 120 países, numa série histórica de 11 anos (INSEAD, 2007; 2008; 2009; 2010; INSEAD e OMPI, 2012; INSEAD, Cornell University e OMPI, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017).

incluído, o dispêndio com atividades correlatas à pesquisa científica, como bibliotecas, museus, centros de metrologia, centros de certificação e acreditação, institutos responsáveis por censos e estatísticas, dentre outros dispêndios considerados correlatos à atividade de ciência e tecnologia.

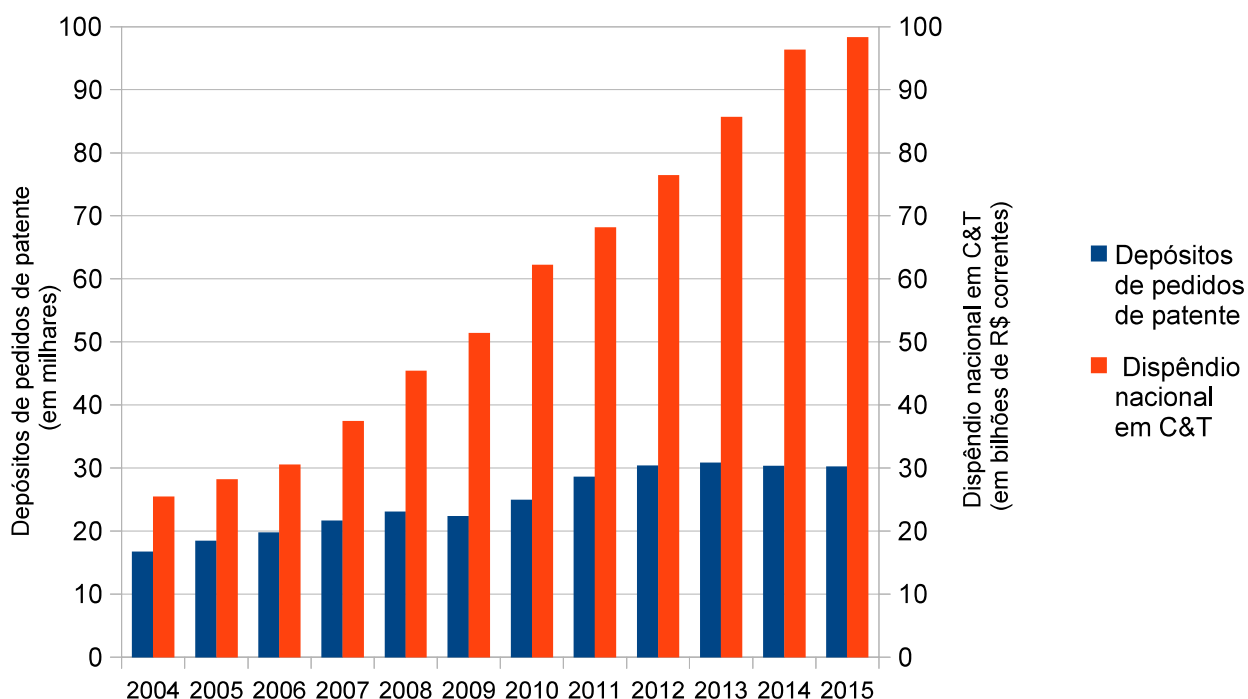


Figura 1 - Depósitos de pedido de patente e dispêndio nacional em C&T de 2004 a 2015.

Fonte: elaboração própria com dados da Coordenação de Indicadores e Informação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicações (COIND/MCTIC) e da Assessoria de Assuntos Econômicos do INPI (AECON/INPI, 2010; 2017).

A série histórica de dispêndio em C&T de 2004 e 2015 é corrigida para valores correntes, pelo índice geral de preços. Por sua vez, a série histórica de depósitos de pedido de patente junto ao INPI incluem os depósitos diretos de pedidos nacionais e as entradas em fase nacional dos pedidos internacionais via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes – PCT²².

²² O que segue é um trecho explicativo sobre o PCT, retirado da página da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, disponível em: <<http://www.wipo.int/pct/pt/index.html>>, acessado em 20 de junho de 2018:

O Tratado de Cooperação de Patentes (PCT) auxilia os candidatos na busca de potencial proteção internacional de patentes para seus inventos, ajuda os escritórios de patentes com decisões à concessão de patentes, e facilita o acesso do público à uma grande quantidade de informações técnicas

Um dos resultados esperados perante esse cenário de investimentos crescentes em pesquisa, acompanhado de crescimento nos depósitos de pedidos de patente, é que o mercado brasileiro estivesse observando um aumento de valor tecnológico agregado em seus produtos nacionais.

Entretanto, segundo os indicadores do INPI, expostos na tabela 1, apesar de haver um crescimento anual no depósito de pedidos de patente, a participação de depositantes nacionais vem diminuindo em relação aos depositantes não-residentes. Em 2004, cerca de 24% dos pedidos pertenciam a depositantes nacionais, sendo o restante pertencente a não-residentes do Brasil. Ao longo de uma década, a participação nacional percentual ficou sempre abaixo do patamar inicial, atingindo 18,6% em 2016.

Tabela 1 - Depósitos de pedido de patente de residentes e não residentes, no período de 2004 a 2016.

Ano	Total de depósitos de residentes e não-residentes	Depósitos de residentes	Participação dos residentes em relação ao total
2004	16719	4046	24,2%
2005	18484	4088	22,1%
2006	19795	3959	20,0%
2007	21648	4193	19,4%
2008	23098	4268	18,6%
2009	22356	4262	19,2%
2010	24958	4225	17,0%
2011	28630	4705	16,5%
2012	30399	4798	15,9%
2013	30876	4955	23,4%
2014	30341	4657	22,3%
2015	30217	4640	15,4%
2016	28009	5199	18,6%

Fonte: Assessoria de Assuntos Econômicos do INPI (AECON/INPI, 2010; 2017).

Logo, a partir de uma breve análise dos dados, uma possível decorrência é que, apesar do número total de pedidos de patente no Brasil ter aumentado em absoluto, as tecnologias de origem brasileira vêm perdendo relativamente o espaço de proteção em

relativas a essas invenções. Mediante a apresentação de um pedido de patente internacional sob o PCT, os candidatos podem procurar simultaneamente a proteção de uma invenção em na maioria dos países do mundo.

seu mercado interno para tecnologias estrangeiras.

Outra possível decorrência, que não invalida a primeira, é que os depositantes estrangeiros estejam demandando proteção em novas áreas de tecnologia, as quais o Brasil ainda não iniciou sua exploração. Portanto, o esforço brasileiro na busca por proteção em novas trajetórias tecnológicas encontraria barreiras de proteção erguidas, restringindo a atuação e liberdade de operação dos agentes econômicos nacionais.

Sobre a perda percentual de espaço de proteção da tecnologia nacional, cabe salientar que mesmo o crescimento de depósitos de não-residentes pode ser considerado um indicador de esforço de desenvolvimento tecnológico nacional, pois mostra a preocupação do depositante estrangeiro com a existência de uma indústria nacional capaz de imitar sua tecnologia.

Entretanto, essa tendência de perda de espaço de proteção representa um contrassenso frente ao aumento de investimentos em C&T. Uma explicação possível para essa contradição é a necessidade de primeiro acumular conhecimentos e competências tecnológicas, mediante investimentos continuados e de longa duração em C&T, para num segundo momento buscar proteção e empreender esforços de inovação. Esse segundo momento pode ainda não ter chegado, ou ter sido postergado por fatos políticos, como a Emenda Constitucional 95/2016, chamada emenda do Teto dos Gasto Públicos

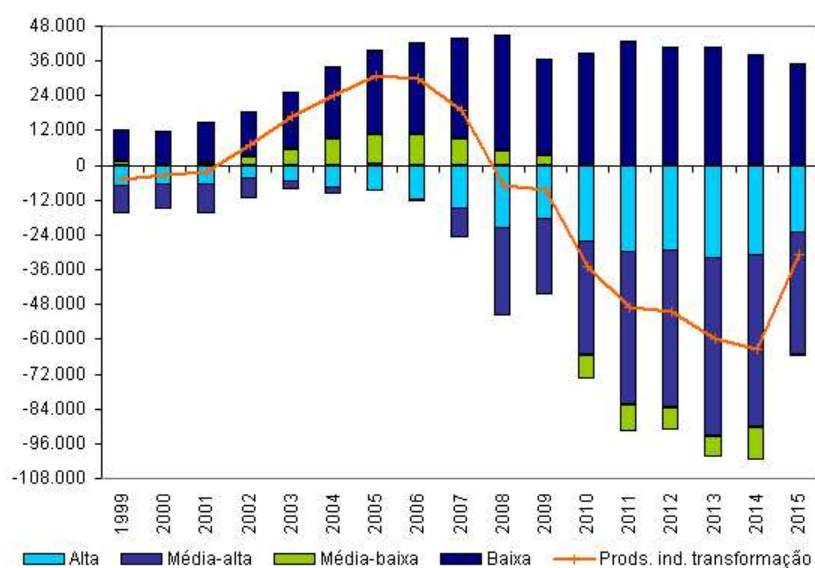


Figura 2 - Balança comercial de produtos da indústria de transformação por intensidade tecnológica (USD milhões FOB). Fonte: Secex/ALICE apud IEDI (2016).

Na figura 2 é apresentada outra ilustração dessa tendência contrassensual, explicitada pelo déficit da balança comercial da indústria de transformação. De acordo com dados do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI, 2016), o balanço econômico da indústria de transformação no Brasil vem sofrendo sucessivos déficits desde 2008. A figura apresenta a evolução de 1999 a 2015 do produto de importação/exportação discriminado pela intensidade tecnológica de seu conteúdo, com base em uma taxonomia proposta pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE *apud* IEDI, 2016).

Os indicadores da balança comercial são ainda mais desfavoráveis à inserção da tecnologia nacional no mercado interno do que os dados de patentes. O mercado nacional tem exportado produtos de baixa e média-baixa intensidade tecnológica e importado produtos de alta e média-alta tecnologia. Tal fato reflete o papel primário-exportador do Brasil, demonstrando sua dependência tecnológica.

Partindo para uma análise mais restrita, contemplando como recorte as ICT nacionais, desde 2013 vem se observando um consistente crescimento no valor auferido com contratos de transferência de tecnologia (CTT) dessas instituições, conforme apontado nos relatórios do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (FORMICT/MCTI, 2014; 2015) e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (FORMICT/MCTIC, 2016; 2017).

O relatório emitido em 2014 (de ano base 2013), indica que as ICT tiveram rendimentos de R\$ 302,7 milhões oriundos de CTT. Já no relatório emitido em 2015 (ano base 2014), os rendimentos provenientes de CTT apresentam aumento de quase 12% em relação ao exercício anterior. Por sua vez, o relatório emitido em 2016 (ano base 2015), indica um aumento de mais de 18%, nesses dois anos. Finalmente, o último relatório, emitido em 2017 (ano base 2016), observa-se um acréscimo de 44,5% sob o valor inicial, de 2013.

O tipo de contrato que mais contribui para esse valor auferido pelas ICT com CTT são os acordos de parceria de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Por sua vez, avaliando os números dos contratos de licenciamento de propriedade intelectual, que inclui licenças de patentes, desenhos industriais, softwares, cultivares, entre outros instrumentos, estes contratos tiveram uma contribuição bem menor em relação aos acordos de parceria.

A tabela 2 apresenta a evolução, no período de 2013 a 2016, dos valores auferidos pelas ICT no Brasil com contratos de transferência de tecnologia (CTT), sendo discriminadas percentualmente a parcela de acordos de parceria de pesquisa, desenvolvimento e inovação e a parcela de contratos de licenciamento de propriedade intelectual.

Tabela 2 – Montante auferido por ICT com contratos de tecnologia de 2013 a 2016 discriminando parcelas de acordos de parceria de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de contratos de licenciamento de propriedade intelectual.

Ano de exercício	Contratos de Tecnologia (em milhões de reais)	Percentual de contratos de licenciamento de propriedade intelectual	Percentual de Acordos de Parceria em relação aos Contratos de Tecnologia
2013	302,7	2,80%	40,31%
2014	338,5	11,00%	64,63%
2015	358,3	10,00%	54,30%
2016	437,8	7,90%	50,65%

Fonte: relatórios do Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (FORMICT/MCTI, 2014; 2015) e Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicações (FORMICT/MCTIC, 2016; 2017)

Cabe aqui indicar uma desambiguação, levantada por Müller e Sant'Anna (2015), que traz um esclarecimento importante para interpretar as informações sobre CTT coletadas e disponibilizadas no relatório do FORMICT. Enquanto os Acordos de Parceria de Pesquisa versam sobre o desenvolvimento conjunto de uma tecnologia ainda não explorada, os CTT, por sua vez, têm como objeto o repasse de uma tecnologia já existente ou de um direito de propriedade intelectual já protegido. Em outras palavras, um contrato versa sobre uma tecnologia que existe, enquanto o outro versa sobre uma tecnologia que poderá (ou não) existir no futuro.

Portanto, não caberia elencar os Acordos de Parceria de Pesquisa no rol dos CTT uma vez que as duas naturezas contratuais diferem-se por seus objetos (Müller e Sant'Anna, 2015). Essa é uma crítica fundamental à metodologia usada na apresentação de dados do FORMICT.

Como decorrência dessa crítica, acredita-se que os dados de rendimentos das ICT com CTT, a partir da metodologia então aplicada no FORMICT, irão sempre apontar um quadro mais otimista do que realista.

No entanto, mesmo que houvesse mudança metodológica na apresentação desse indicadores do FORMICT, isso não traria qualquer luz quanto ao padrão contrassensual entre os investimentos continuados e consistentes em C&T e o baixo retorno refletido pelos indicadores de transferência e difusão de tecnologia, conforme dados aqui levantados.

1.4 A INOVAÇÃO E O CONTRASSENDO DOS INDICADORES

A inovação é um fortíssimo instrumento de poder econômico no capitalismo. Segundo Schumpeter, em sua obra *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1934), o desenvolvimento econômico no capitalismo é um processo cíclico, tendo seus períodos marcados pelo advento de uma inovação econômica, também denominada pelo autor pela expressão “destruição criadora”.

Sobre a destruição criadora, Schumpeter ensina na referida obra (grifo nosso):

“Se tentarmos imaginar como a concorrência perfeita atua ou atuaria no processo da destruição criadora (...) [*entenderemos que*] a concorrência perfeita implica o livre acesso a todas as indústrias. É exato, dentro do contexto da teoria geral, que o livre acesso a todas as indústrias é condição indispensável à distribuição ideal dos recursos e, daí, à produção máxima. Se nosso mundo econômico consistisse de certo número de indústrias tradicionais, produzindo mercadorias familiares, de acordo com métodos também tradicionais e virtualmente invariáveis, e se nada ocorresse senão o aparecimento de outros homens e novas economias, conjugando recursos para o estabelecimento de novas firmas do velho tipo, todos os obstáculos levantados ao acesso a uma qualquer indústria significariam uma perda para a comunidade. A condição de acesso perfeitamente livre a uma nova esfera de atividade, no entanto, pode, na realidade, tornar impossível qualquer acesso. É dificilmente concebível a introdução, desde o início, de novos métodos de produção e novas mercadorias em condições de perfeita e imediata concorrência. Significa isso também que o **que chamamos de progresso econômico é incompatível com a concorrência perfeita**. Na verdade, **a concorrência perfeita desaparece, e sempre desapareceu,**

em todos os casos em que surge qualquer inovação”. (Schumpeter, 1934, tradução de Ruy Jungmann, 1961, p. 134)

Para o autor, o evento da destruição criadora, ou, em termos atuais, a inovação econômica é caracterizada pela: (i) introdução de novos métodos de produção; (ii) introdução de novas mercadorias num mercado, (iii) abertura de um novo mercado num país, em um ramo de indústria que o país não havia entrado ou que nunca existiu; (iv) conquista de um monopólio sobre uma tecnologia ou, ainda, (v) conquista de um monopólio sobre um fonte de matéria prima ou de produtos semi-faturados (Schumpeter, 1961).

Cabe levantar aqui uma importante distinção, feita por Schumpeter, diferenciando os termos 'crescimento econômico' e 'desenvolvimento econômico', ou progresso econômico. O crescimento econômico pode ser resultado, por exemplo, do aumento de uma população ou de suas riquezas. O desenvolvimento econômico, por outro lado, tem relação com um progresso da economia alcançado por uma inovação (Schumpeter, 1961; Schumpeter, 1997).

Os ensinamentos de Schumpeter vêm se observando até o estágio atual do capitalismo. Ainda hoje a inovação é vista como uma ferramenta econômica capaz de destruir firmas tradicionais. Assim sendo, fez-se necessário estudar o que é a inovação e quais são os fatores que a propiciam, para então criar condições favoráveis ao seu surgimento, bem como monitorar a inovação em países de interesse como fonte de informação estratégica. A seleção dos fatores que influenciam na previsão da performance de inovação é frequente objeto de estudo nos últimos 50 anos, a exemplo dos Manuais de Frascati²³, Oslo²⁴, Bogotá²⁵, Santiago²⁶ e Lisboa²⁷, dentre outras

23 Manual de Frascati – Proposta de Práticas Padronizadas para Inquéritos sobre Pesquisa e Desenvolvimento Experimental (OCDE, 1963; OCDE, 1970; OCDE, 1976; OCDE, 1981; OCDE, 1994; OCDE, 2002)

24 Manual de Oslo - Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica (OCDE, 1990; OCDE, 1995; OCDE, 2005)

25 Manual de Bogotá – Normalização de Indicadores de Inovação Tecnológica na América Latina e Caribe (RICYT, 2001)

26 Manual de Santiago – Manual de Indicadores de Internacionalização da Ciência de Tecnologia (RICYT, 2007)

27 Manual de Lisboa – Orientações para a Interpretação dos Dados Estatísticos Disponíveis e para a Construção de Indicadores referentes à Transição da América Latina para a Sociedade da Informação

publicações atinentes ao tema. Reitera-se que essa busca contumaz por desenvolvimento econômico através da inovação tem início num momento de crise na Europa no pós-guerra. Logo, a inovação foi, e ainda é considerada uma ferramenta usada para remediar crise econômica.

Nos últimos 11 anos, vem sendo conduzido um cálculo para a performance de inovação em mais de 120 países, publicada o relatório da GII²⁸. A metodologia utilizada pelas instituições responsáveis pelo relatório do GII resulta em dois valores numéricos principais: o índice de inovação global (também conhecido pelo acrônimo inglês *GII*) e o índice de eficiência de inovação.

Nessa metodologia, a eficiência de inovação é calculada como a razão entre um valor numérico relacionado aos resultados de inovação²⁹ e um valor numérico relacionado

(RICYT, 2009)

28 GII é a forma como é conhecido o Relatório do Índice de Inovação Global (INSEAD, 2007; 2008; 2009; 2010; INSEAD e OMPI, 2012; INSEAD, Cornell University e OMPI, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017).

29 Listam-se aqui de maneira exaustiva os outputs de inovação considerados para o cálculo constante do relatório do GII. A listagem inclui uma categoria de outputs tecnológicos e um categoria de outputs criativos, sendo eles:

1. Outputs tecnológicos e de conhecimento
 - 1.1 Geração de conhecimento:
 - 1.1.1 Pedidos de patente de invenção de residentes depositados no escritório nacional
 - 1.1.2 Pedidos de patente de invenção de residentes depositados via PCT
 - 1.1.3 Pedidos de patente de modelo de utilidade de residentes depositados no escritório nacional
 - 1.1.4 Publicações técnicas e científicas
 - 1.1.5 Publicações com citação no índice-h
 - 1.2 Impacto do conhecimento:
 - 1.2.1 Crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) por pessoa em atividade
 - 1.2.2 Densidade de novos negócios
 - 1.2.3 Gastos com softwares totais
 - 1.2.4 Quantidade de certificações ISO 9001
 - 1.2.5 Percentagem de manufaturados de alta e média tecnologia em relação ao total
 - 1.3 Difusão do conhecimento:
 - 1.3.1 Receitas com royalties e licenças
 - 1.3.2 Exportações de alta tecnologia
 - 1.3.3 Exportações de serviços de informação, computação e telecomunicação
 - 1.3.4 Balanço líquido de investimento estrangeiro direto
2. Outputs criativos
 - 2.1 Ativos intangíveis:
 - 2.1.1 Pedidos de registro de marca de residentes depositados no escritório nacional
 - 2.1.2 Pedidos de registro de marca de residentes depositados via Tratado de Madrid
 - 2.1.3 Relação entre TIC e criação de novos modelos de negócio (pesquisa de percepção)
 - 2.1.4 Relação entre TIC e criação de novos modelos organizacionais (pesquisa de percepção)
 - 2.2 Bens e serviços criativos:
 - 2.2.1 Exportação de serviços criativos e culturais
 - 2.2.2 Produção de filmes nacionais
 - 2.2.3 Produção global de mídias e entretenimento

aos insumos para inovação (e.g., recursos humanos, incentivos para pesquisa, maturidade dos sistemas nacionais, etc.).

Para ilustrar o conceito de eficiência de inovação, trazido pelo relatório do GII, segue a sua formulação matemática na equação 3.

$$\varepsilon_{\text{inovação}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Output}_i}{\sum_{i=1}^m \text{Input}_i} \quad (\text{eq. 3})$$

onde: $\varepsilon_{\text{inovação}}$ é o valor da eficiência de inovação.

Input_i é o i-ésimo valor de uma série de m insumos para inovação;

Output_i é o i-ésimo valor de uma série de n resultados de inovação;

Já o índice global de inovação não é uma medida de eficiência, mas sim do “volume” de inovação e de investimento em inovação de um país. Ele é calculado como a média aritmética entre os insumos e os resultados de inovação, conforme a equação 4.

$$GII = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Output}_i + \sum_{i=1}^m \text{Input}_i}{2} \quad (\text{eq. 4})$$

onde: GII é o índice global de inovação.

Em uma breve análise, o índice global de inovação indica uma posição relativa do país no cenário mundial de inovação, somando investimentos e resultados. Por sua vez, a eficiência de inovação traz uma tendência de performance no crescimento, apontando, por exemplo, se um país com pouco investimento está produzindo muita inovação.

No levantamento do GII realizado em 2017, um total de 81 indicadores foram analisados, sendo 54 indicadores categorizados como *inputs* e os outros 27 indicadores

2.2.4 Produção de publicações e impressos

2.2.5 Exportações de bens criativos

2.3 Criativos online:

2.3.1 Domínios de topo genéricos

2.3.2 Domínios de topo genéricos com código do país

2.3.3 Edições mensais na Wikipédia

2.3.4 Vídeos postados no Youtube

do tipo *output*. Foi atribuído peso $\frac{1}{2}$ a 35 indicadores e peso 1 a 46 indicadores, para fins de cálculo do GII e da eficiência de inovação, sendo privilegiados indicadores primários e de fontes objetivas, que receberam maior peso.

A maioria desses indicadores vem de dados objetivos, de medição direta ou indireta. Apenas nove desses indicadores são subjetivos, correspondendo a percepções auferidas em entrevistas.

Entretanto, a seção de metodologia no apêndice do relatório do GII contabiliza apenas cinco indicadores subjetivos, quando na verdade são apresentados nove indicadores oriundos de entrevistas. Os quatro primeiros indicadores subjetivos são obtidos a partir de pesquisa de percepção com múltiplas questões e, por alguma razão, o relatório classifica esse tipo de dado como “indicador compósito” e não como indicador subjetivo³⁰.

A visão linearizada da inovação, baseada em múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*, é uma forma de aferição de performance de inovação que tem como principais vantagens a fácil repetibilidade e o entendimento direto do resultado. Por essa razão, o equacionamento então apresentado é uma forma tradicionalmente bem aceita de compilar indicadores que são determinantes no fenômeno da inovação.

No entanto, a crença no resultado desse sistema linear para inferências no fenômeno da inovação implicaria, por exemplo, em aceitar que as variáveis selecionadas sejam independentes entre si e que tenham relação linear com a performance inovação. Por exemplo, caso as variáveis fossem independentes, o aumento do *input* “gastos em educação” não deveria afetar o *input* “número de graduados em ciência e engenharia”, ambos constantes do relatório do GII. No entanto, a lógica nos leva a crer que para formar estudantes em ciências e engenharias é necessário um investimento mais intenso em educação, posto que são áreas do conhecimento que demandam maior infraestrutura

30 Os indicadores subjetivos presentes no relatório do GII (OMPI, Cornell University e INSEAD, 2017), que foram aferidos por pesquisas de percepção são indicadores de:

- (i) Estabilidade política e ausência de violência/terrorismo;
- (ii) Efetividade do governo;
- (iii) Qualidade regulatória;
- (iv) Papel das leis [na inovação];
- (v) Intensidade da concorrência local;
- (vi) Colaboração em Pesquisa entre universidades e empresas;
- (vii) Estágio de desenvolvimento dos *clusters* produtivos;
- (viii) Criação de novos modelos de negócios relacionados a Tecnologia da Informação e Comunicação;
- (ix) Criação de novos modelos de organizacionais relacionados a Tecnologia da Informação e Comunicação.

laboratorial. Logo, uma grandeza teria certa influência sobre a outra, não podendo ser consideradas duas variáveis de *input* independentes.

Ademais, acreditar no modelo linear é, em certo grau, metodologicamente contraditório com as próprias teorias que fundamentaram a seleção de alguns indicadores no relatório do *GII*, a exemplo dos indicadores de relacionamento em rede, interação universidade-empresa e indicadores de desenvolvimento de *clusters* produtivos. Esses indicadores corroboram o fato de que as grandezas relevantes do fenômeno da inovação estão intimamente inter-relacionadas, aprofundando a contradição. Tratam-se de parâmetros de difícil expressão na forma de indicadores numéricos objetivos, portanto, a entrevista justifica-se como instrumento útil para investigação do fenômeno da inovação.

2 MODELOS DE INOVAÇÃO TERRITORIAIS E RELACIONAIS

O objetivo social das ICT, no tocante ao esforço para inovação, é gerar conhecimento científico e tecnológico e transmiti-lo. Os esforços para inovação que vão para além da transferência de tecnologia pela fronteira da ICT são tidos geralmente como de responsabilidade das empresas, que têm seus objetivos naturalmente mais orientados para o mercado.

Contudo, em tecnologias emergentes de base científica, como é a nanotecnologia, os processos de transmissão do conhecimento muitas vezes são dificultados pelo fato de que grande parte do conhecimento é tácito, e com terminologias e padrões em construção (Morris, 2016).

Essa transmissão de conhecimento, em parte tácito, requer uma interação mais intensa entre o detentor do conhecimento e seu receptor, preferencialmente interações feitas face-a-face. Não havendo a devida interação, a empresa pode não auferir o diferencial competitivo necessário para alcançar seus objetivos de mercado (Barbosa, 2016).

Essa dificuldade é endereçada por alguns modelos de inovação territoriais (do acrônimo inglês TIM – Territorial Innovation Model) constantes da literatura, que enfatizam o papel da localidade, das interações e do aprendizado tecnológico³¹ no esforço de inovação.

Dentre os TIM, encontram-se: os distritos industriais (Marshall 1890), *milieux innovateurs* (Aydalot, 1986), sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1987), sistemas regionais de inovação (Cooke, 1992), os *clusters* (Porter 1998) e arranjos produtivos locais (Garcez, 2000; Cassiolato e Szapiro, 2003; Lastres e Cassiolato, 2004).

Crevoisier (2014) aponta a importância dos TIM para qualquer estudo sobre inovação. Todos os TIM tem um núcleo de características em comum, como as concepções sobre “economia de aglomeração, aprendizado e interações, processos de inovação, governança local, desenvolvimento endógeno”, sendo as divergências entre os

31 Aprendizado tecnológico, para Canuto (1993), é o “processo de acúmulo de capacidades tecnológicas e sua interação”. Além do esforço interno de pesquisa e desenvolvimento das firmas e instituições, os fluxos de conhecimento externo também desempenham papel fundamental no aprendizado tecnológico. Esses fluxos externos podem ser fluxos de informação de caráter público, fluxos de informação enquanto mercadorias, como equipamentos e componentes adquiridos de outras firmas, e fluxos na forma de externalidades (Canuto, 1993).

TIM voltadas para as concepções como “dinâmicas inovativas, papel das instituições para a inovação, entendimento sobre o desenvolvimento regional” (Crevoisier, 2014, p.3).

Durante a revisão é dada uma atenção especial aos *milieux* inovadores, que podem ser classificados como um TIM (Crevoisier, 2014; Moulaert e Sekia, 2003), mas apresentam características que não são definidas pelo território ou aglomeração, mas por relações.

O *milieu* não é uma categoria especial de sistema de produção localizada, mas “um conjunto de atores que, ou por se frequentarem, ou pelo simples fato de viverem numa mesma região, têm consideração profissional mútua” (Crevoisier, 1993), ou, de maneira ainda mais desterritorializada, “um conjunto cognitivo sob o qual o funcionamento desse sistema [*de produção localizada*] depende” (Maillat, 1998). Logo, O *milieu* seria uma rede formada pelos próprios indivíduos, que se sobrepõe e dá coesão à rede formada com base em firmas, instituições ou que usam como contorno um território geográfico delimitado.

O conceito de *milieu* encontra críticas como sendo muito próximo do próprio conceito de capital social, podendo ser uma contribuição teórica redundante (Storper, 1995). Contudo, enquanto o conceito de capital social se refere a uma rede de contatos de um ator social individual dentro de um campo mais homogêneo, a rede formada por indivíduos que é chamada de *milieu* tem como objetivo alcançar a inovação através do desenvolvimento colaborativo, tratando-se de uma rede contendo indivíduos mais heterogêneos, que combinam suas diferentes competências para a realização do *milieu* (Fromhold-Eisebith, 2004).

Na esteira dessa visão centrada nos atores sociais individuais, são revisados modelos de inovação relacionais, como a inovação de usuário (von Hippel, 2009) e a inovação aberta (Chesbrough, 2003), e algumas questões não-espaciais, como o contexto institucional e a proximidade cognitiva (Garcia, 2018), que também são independentes das questões de proximidade geográfica.

2.1 ASPECTOS DA PROXIMIDADE GEOGRÁFICA

Um estudo realizado por Alfred Marshall (1890), sobre o que foi chamado à época de “*indústria localizada*” ou “*distritos industriais*”, mostrou que a formação de

conglomerados industriais trazia vantagens para as firmas pertencentes aos mesmos. Segue um trecho de seu livro *Principles of Economics*, obra que data do século XIX:

“When an industry has thus chosen a locality for itself, it is likely to stay there long: so great are the advantages which people following the same skilled trade get from near neighborhood to one another. The mysteries of the trade become no mysteries; but are as it were in the air, and children learn many of them unconsciously. Good work is rightly appreciated, inventions and improvements in machinery, in processes and the general organization of the business have their merits promptly discussed: if one man starts a new idea, it is taken up by others and combined with suggestions of their own; and thus it becomes the source of further new ideas. And presently subsidiary trades grow up in the neighborhood, supplying it with implements and materials, organizing its traffic, and in many ways conducing to the economy of its material”. (Marshall, 1890, p. 156)³²

Dentre as vantagens inerentes aos distritos industriais de Marshall, tem grande relevância: (i) a formação de um grande estoque local de especialistas; (ii) a facilidade logística para fornecedores de insumos e serviços, atraindo-os para o distrito; e, como vantagem chave, (iii) o chamado *spillover* tecnológico, que seria a facilidade de difusão de conhecimentos e do saber fazer, num processo de “transbordamento” de informações das firmas para o seu entorno. As vantagens então listadas são condições necessárias, porém insuficientes para formação dos chamados *clusters* (Garcez 2000, p. 353-354).

Para uma sintética conceituação de *clusters*, segue a definição apresentada por Porter (1998):

32. Tradução livre de trecho transcrito acima:

Quando uma indústria tiver escolhido uma localidade para si, é provável que permaneça lá por muito tempo: tão grandes são as vantagens auferidas pelas pessoas que seguem o mesmo ramo comercial e estão na mesma vizinhança. Os mistérios do comércio se tornam nenhum mistério; são como se estivessem no ar, e as crianças podem aprender muitos deles inconscientemente. O bom trabalho é devidamente apreciado, as invenções e as melhorias em maquinário, nos processos e na organização geral do negócio têm seus méritos prontamente discutidos: se um homem tem uma nova idéia, é seguido por outros que a combinam com suas próprias sugestões; e, portanto, tornam-se a fonte de outras idéias novas. Prontamente negócios subsidiários crescem no bairro, fornecendo suprimentos e materiais, organizando seu tráfego e, de muitas maneiras, conduzindo à economia deste material.

“[Clusters are] geographic concentrations of interconnected companies, specialised suppliers, service providers, firms in related industries, and associated institutions (...) in particular fields that compete but also co-operate”³³. (Porter, 1998, p. 197)

Apesar de constar em parte da literatura que os termos APL e *cluster* seriam intercambiáveis, Martins e Silva (2015) trazem uma análise aprofundada do uso desses termos, apontando uma diferenciação entre as definições. Para os autores, enquanto o *cluster* é um conjunto formado por empresas de quaisquer porte, o APL é um arranjo formado de micro, pequenas e médias empresas (MPME).

A revisão de outros autores trazem mais indícios para diferenciar os APL e *clusters*. Segundo Erber (2008, p. 11), “os arranjos produtivos locais são caracterizados como aglomerações territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais, que tem foco em um conjunto específico de atividades econômicas e que apresentam vínculos entre si”.

Por sua vez, para Cassiolato e Szapiro (2003) a idéia de *cluster* está atrelada à rivalidade e concorrência, para obtenção de competitividade, embora seja admitida também grande contribuição da cooperação entre agentes nesse tipo de aglomeração. Entretanto, a literatura de *clusters* não aborda as capacitações internas dos conglomerados, considerando a difusão tecnológica e as mudanças tecnológicas decorrências do uso ou aquisição de bens de capital. Nesse contexto, o aglomerado de pequenas empresas é visto como receptor de esforços tecnológicos realizados fora dos seus limites (Cassiolato e Szapiro, 2003, p.2).

Ainda de acordo com Cassiolato e Szapiro (2003), a literatura de APL considera o processo de aprendizado na dinâmica das interações dos agentes locais como característica fundamental para: (i) a ocorrência do processo de inovação; (ii) o desenvolvimentos de capacitações específicas, e (iii) o diferencial competitivo local. Tal abordagem permite investigar e reconhecer a construção do diferencial competitivo local

33 Tradução livre de trecho transcrito acima:

[Cluster são] concentrações geográficas de empresas interconectadas, fornecedores especializados, provedores de serviços, firmas em ramos relacionados e instituições associadas (...) em ramos particulares que competem mas, também, cooperam. (Porter, 1998, p. 197)

ou de regiões, a partir de “modos de aprendizado culturalmente delimitados” (Cassiolato e Szapiro, 2003, p.3). Dessa forma, em apertada síntese, as mudanças tecnológicas em *clusters* são decorrentes de fatores externos à firma, enquanto que nas APL essas mudanças podem ser provocadas internamente.

As vantagens econômicas de proximidade conhecidas como “externalidades Marshallianas” se devem essencialmente a fatores externos à firma, como resta óbvio pela terminologia. Porém, essa ferramenta teórica, que descreve ganhos e perdas não planejados internamente pela empresa como externalidades³⁴, se mostrou uma ferramenta insuficiente para esclarecer casos históricos, com exemplo, o sucesso observado pelos Distritos Industriais da Terceira Itália, entre os anos 70 e 80.

A Itália possui uma região norte industrialmente bem desenvolvida, chamada Primeira Itália, e uma região sul historicamente subdesenvolvida, chamada Segunda Itália. A partir da década de 70, uma região compreendendo as províncias de Bolonha, Florença, Ancona, Veneza, Milão, Turim e Gênova ganhou grande destaque devido a um rápido desenvolvimento industrial de pequenas e médias empresas. Essa região passou a ser conhecida como Terceira Itália (Leite, 2006).

Segundo Garcez (2000), uma característica particular dos distritos industriais da Terceira Itália foi o tamanho médio das firmas. Esses distritos formados de pequenas e médias empresas, além de se beneficiarem das externalidades mencionadas, tinham a intensa rivalidade figurando como um fator positivo. Devido ao seu porte, as empresas tinham maior flexibilidade para se adaptar as intensas mudanças do mercado, usando-as de aprendizado para o seu próprio desenvolvimento e afirmação. Mesmo em setores tradicionais, menos intensivos em tecnologia e inovação, como é o setor de calçados, essa competição entre firmas médias foi bastante benéfica para os distritos Italianos.

Em contraposição, nos anos 90, quando algumas firmas dentro de distritos industriais Italianos ganharam destaque e aumentaram de porte, os resultados econômicos não foram tão bons quanto aqueles observados nas duas décadas anteriores. Ocorre que, com a disparidade de proporção das firmas, tornou-se mais difícil criar condições para coordenar estratégias industriais locais, difundir informações inter-firmas e mediar equitativamente conflitos.

³⁴ Externalidades é um conceito relacionado a economia das firmas. São as relações de interdependências não precificadas, não comercializadas, de difícil mensuração, decorrentes de interações de múltiplos atores. As externalidades podem ter efeitos tanto positivos quanto negativos, dependendo da relação de interdependência dos atores no contexto sob o qual estão inseridos (Erber, 2008).

Logo, que não só as externalidades e o tamanho das firmas foram determinantes no período de sucesso dos distritos industriais italianos, mas também a capacidade de gerar algum tipo de colaboração inter-firmas, seja para troca de conhecimentos, seja para atingir um objetivo comum. Essa colaboração inter-firmas tem como característica ser uma ação endógena à firma, e não uma externalidade, como no caso do *spillover* tecnológico (Garcez, 2000).

Essa é uma diferença fundamental entre as abordagens dos Distritos Industriais de Marshall e *clusters* e as abordagens que dão conta dos Distritos Italianos e dos APL. Nas duas últimas, a firma deixa de ser um sujeito passivo sob influência da localidade e passa a ser um agente ativo, dentro de uma rede de colaboração inter-firmas.

Ainda quanto à definição de *clusters* e APL, ambos referem-se a arranjos de cooperação local entre empresas, em nível político, econômico e de troca de informação. Porém, devido ao menor tamanho das empresas nas APL, esse arranjo apresentará menores barreiras à entrada de concorrentes, sendo mais pertinente à realidade de países em desenvolvimento.

Quanto às características da cooperação, *clusters* e APL não se tratam apenas de arranjos políticos e financeiros, com fronteiras espaciais bem definidas para superar um objetivo comum a um grupo de agentes. Muito além, os *clusters* e APL podem trazer uma cooperação local multilateral, gerando maior simetria da informação, o que requer um alto nível de confiança entre empresas concorrentes. Esse nível de cooperação é raro de se encontrar na história, e é o caso dos Distritos Italianos nas décadas de 70 e 80. Nesse contexto, a literatura de APL também enfatiza as relações sociais de reciprocidade e confiança ao longo do tempo e os efeitos relacionados às questões contratuais (Garcez, 2000). Daí resulta a importância da construção de um saber específico num território, sob a égide do capital social.

Garcez (2000) ensina que, não obstante o exemplo italiano apontar a importância da equiparidade do tamanho da firma, para que se possa obter certas vantagens competitivas no *cluster*, os laços inter-firmas podem, sim, incluir a grande empresa de maneira benéfica para a coletividade. O autor apresenta, como exemplo, algumas formas de ação coordenadas horizontalmente (entre empresas de mesmo porte), como compartilhamento de equipamentos, e algumas formas de ação coordenadas verticalmente (entre empresas de tamanhos dispares), como o desenvolvimento conjunto

de componentes entre fornecedores e usuários, dentre outras alianças ao longo da cadeia de valor, que podem ser estabelecidas entre firmas (Garcez, 2000).

Essa forma de interação transcende a visão linear da inovação, como um processo unidirecional ao longo de uma cadeia de valor, na qual só se observava a inovação como ruptura ou descontinuidade que afeta uma trajetória tecnológica. Do contrário, a interação em rede, envolvendo todos os agentes do sistema, possibilita a incorporação rápida e contínua de mudanças incrementais na trajetória tecnológica, mesmo sem haver necessariamente quebras de paradigmas científicos ou tecnológicos, no sentido de Dosi (1982).

Outrossim, a análise regional ou local de um *cluster* mostra que a difusão de conhecimentos de caráter tácito é muito determinada pela própria questão geográfica. A regionalidade e a identidade dos agentes podem ser preponderantes para formação das redes de interação, uma vez que a relação de confiança entre esses agentes é necessária para criação e manutenção desses sistemas em rede.

Porém, para explicar o exemplo de sucesso de concentrações de pequenos agentes econômicos em torno de ICT, com foco em ramos emergentes da tecnologia, como foi nos setores de informática e semicondutores do Vale do Silício, não se pode depender apenas pela cooperação entre firmas, como disposto na literatura de clusters e APL. Para explicar esse caso, deve-se examinar também a cooperação e o fluxo de informações entre vários agentes, incluindo empresas, universidades e instâncias governamentais. Outra característica essencial, mas não suficiente para determinar o sucesso em inovar no caso do Vale do Silício, foi a existência de mão de obra extremamente qualificada e a existência de uma demanda por produtos, serviços e soluções altamente sofisticados (Garcez, 2000).

Surge daí a necessidade de estudar os relacionamentos em redes complexas, que vão além da colaboração inter-firmas e de aspectos relacionados aos recortes geográficos bem agregados, como aqui tratados com referência aos distritos, *clusters* e APL.

2.2 ABORDAGENS SISTÊMICAS DA INOVAÇÃO

Uma das mais notórias abordagens que traz à tona a problemática dos

relacionamentos sistêmicos para inovação é conhecida como Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Essa teoria foi desenvolvida por Bengt-Åke Lundvall e Christopher Freeman nos anos 1980', sob influência direta do conceito de Sistema Nacional de Economia Política, proposto por Friedrich List (1841).

A publicação inaugural, quando da proposição da teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação, foi de autoria de Chris Freeman (1987^b), apresentando um estudo de caso voltado para o fenômeno do desenvolvimento industrial no Japão. As implicações dessa teoria foram ampliadas por Lundvall (1992) e, posteriormente, por Nelson (1993) em análises comparativas entre países, num recorte transnacional, porém não supranacional, apresentando grande ênfase no papel dos processos de aprendizado para a inovação.

A respeito da abordagem do SNI e do cálculo da performance de inovação por meio de indicadores de *input* e de *output*, a OCDE formulou um entendimento claro sobre a influência das relações sistêmicas na economia e na inovação (grifo nosso):

*Systemic approaches are giving new insight into innovative and economic performance in the OECD countries. **Technology-related analysis has traditionally focused on inputs** (such as research expenditures) **and outputs** (such as patents). But the interactions among the actors involved in technology development are as important as investments in research and development. And they are key to translating the inputs into outputs. The study of **National Innovation Systems directs attention to the linkages or web of interaction** within the overall innovation system.* (OCDE, 1997, p. 3)³⁵

O conceito do SNI baseia-se na relação entre os agentes da inovação em um recorte nacional. Os teóricos dessa abordagem apontam as diferenças nacionais na

35. Tradução livre de trecho acima:

As abordagens sistêmicas estão dando uma nova visão sobre performance de inovação e performance econômica nos países da OCDE. **As análises relacionadas à tecnologia são tradicionalmente focadas em parâmetros de insumos** (como os investimentos em pesquisa) **e resultados** (como a obtenção de patentes). Mas as interações entre os atores envolvidos no desenvolvimento de tecnologia são tão importantes quanto os investimentos em pesquisa e desenvolvimento. As interações são a chave para transformar os insumos em resultados. O estudo dos **Sistemas Nacionais de Inovação direciona a atenção para as conexões ou redes de interação** dentro do sistema de inovação geral. (OCDE, 1997, p. 3)

performance de inovação como prova para validar sua teoria, realizando estudos de casos sobre o desenvolvimento de vários países e comparando resultados. Porém, como proposto pelo próprio Freeman (1995), a emergência de empresas transnacionais e da globalização poderia colocar em xeque a validade da teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação, uma vez que esse recorte desconsideraria muita informação essencial para caracterizar o fenômeno da inovação.

A medida que uma extrapolação desse novo cenário de globalização reduzisse as diferenças nacionais, num quadro próximo à hipótese da distribuição perfeita de informação da economia neoclássica, o estudo do recorte nacional perderia sentido. Porém, Freeman (1995) acreditava que as maioria da transnacionais tensionavam a manter a parte inventiva do desenvolvimento localizada, distribuindo por outros países apenas as funções menos relevantes da cadeia de valor.

Transnacionais dos anos 1990' que não seguiram esse padrão são aquelas do setor farmacêutico e de eletrônicos. Nesses setores se fazia necessário unir a capacidade científica de um vasto número de pesquisadores para atender à demanda por pesquisa e desenvolvimento. Vários paradigmas da computação e das ciências médicas vinham sendo superados à época, citando, a título de exemplo, o advento da computação pessoal e o sequenciamento do genoma humano.

No rastro das implicações e críticas da abordagem sistêmica, surgiram algumas outras abordagens de relacionamento de agentes. Uma abordagem de inovação muito popular é a chamada tripla hélice (Leydesdorff e Etzkowitz, 1998). Essa abordagem apresenta a “universidade inovadora” como o centro de um conjunto tríplice, compreendendo ainda o governo e as firmas como hélices motoras da inovação. Esse conjunto de atores, centrado na universidade, seria determinante para a performance da inovação, de acordo com essa abordagem.

Os próprios autores da tripla hélice (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000; Leydesdorff e Zawdie, 2010) apresentam algumas explicações sobre as diferenças entre sua proposta e a abordagem do Sistema Nacional de Inovação. De princípio, os teóricos da tripla hélice esclarecem que as duas abordagens sistêmicas não são antagônicas, mas sim, têm aplicações e objetivos diferentes. Enquanto o SNI é um modelo que explica a inovação sob a ótica das firmas nacionais, objetivando aumentar o desenvolvimento de uma nação como plano de Estado, tendo a universidade como formadora de recursos humanos, a

tripla hélice apresenta como meta o aumento da performance de inovação de agentes inseridos na sociedade do conhecimento, onde não haveria uma fronteira geográfica bem delineada (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000; Leydesdorff e Zawdie, 2010).

Porém, o que se vê claramente na abordagem da tripla hélice é que a universidade atua como agente central da inovação. Dessa forma, a despeito das proposições dos autores, essa abordagem acaba sendo definida por uma centralidade geográfica.

Uma das críticas frequentes à tripla hélice é a sua falta de contexto social, uma vez que não considera a atuação da sociedade civil como direcionadora das tecnologias que maturam em inovação (Gibbons et al., 1994). Como exemplos de desenvolvimentos tecnológicos sob forte influência da sociedade na última década, pode-se considerar as doenças negligenciadas, o *lobby* contra os testes clínicos em mamíferos, a energia nuclear ou, ainda, os alimentos transgênicos.

Outras abordagens de relacionamento de agentes foram elaboradas nos mesmos moldes da tripla hélice, como a quádrupla hélice, que inclui a sociedade civil como novo eixo da “hélice da inovação”, e, ainda, a quádrupla hélice, que adiciona às anteriores a influência do meio ambiente, no sentido de ecologia (Carayannis e Campbell, 2010).

Essas derivações vêm sendo criticadas pelos próprios autores da tripla hélice, sob o argumento de que as três hélices já representam especializações de funções dentro da sociedade civil. Portanto, não caberia elencar a figura da sociedade como quarta hélice, sobretudo frente a uma sociedade pluriforme, onde não se pode definir uma instância central para representar o ponto focal da interação da sociedade civil. Se houvesse interesse em incluir outras dimensões para subsidiar a abordagem da tripla hélice, segundo os próprios autores da tripla hélice, seriam as dimensões público-privado ou internacional-nacional (Leydesdorff, 2012).

Ainda quanto às implicações da sociedade na inovação, Nowotny e colaboradores (2013) trazem luz à questão da influência do contexto sócio-econômico no desenvolvimento tecnológico, fazendo alusão à possível co-evolução de ambos. Para os autores, a visão da tecnologia empurrada pela ciência pura deve ser repensada a partir da contextualização do aprendizado tecnológico – essa contextualização sendo atinente ao contexto social. Recordemos aqui Dosi e Malerba (1996) que também aludem a uma co-evolução, mas ao relacionar aprendizado tecnológico com contexto institucional, não com o contexto sócio-econômico. A luz desses dois autores, que apontaram a influência do

contexto social e a influência do contexto institucional para o aprendizado tecnológico, é citado novamente Marshall (1890), que fala da influência da “organização”³⁶ na formação do conhecimento:

“Capital consists in a great part of knowledge and organization: and of this some part is private property and other part is not. Knowledge is our most powerful engine of production; it enables us to subdue Nature and force her to satisfy our wants. Organization aids knowledge”. (Marshall, 1890, p. 84)³⁷.

Como elemento preparatório para definir sistemas – e então, Sistemas de Inovação – Shima (2006) apresenta o conceito de economia de rede. Trata-se de uma relação entre firmas e atores que não é caracterizada nos aspectos de proximidade, como nos *clusters*, mas sim, nos próprios elos entre essas firmas e atores.

Shima (2006) esclarece que as redes são formadas de quatro elementos: pontos, posição, elos e fluxos. Os pontos são as firmas e atores. A posição diz respeito a função do ponto na rede, no sentido de divisão do trabalho e integração-compatibilização de capacidades operacionais e competências. Os elos são as relações entre os pontos, podendo ser relações de compra e venda, integração de etapas produtivas ou intercâmbio de conhecimentos e competências em P&D. Finalmente, os fluxos são trocas de capitais tangíveis (e.g., financeiro) ou intangíveis (e.g., conhecimento) (Shima, 2006).

Segundo Shima, (2006) esse conceito de rede é recebido por diversas escolas econômicas. A escola neoclássica vê a rede como instância geradora de externalidades positivas, sendo uma mera relação interfirmas visando economia de escala e de escopo, como no fordismo. Os neoinstitucionalistas veem a rede como estruturas de governança híbrida (pois cada firma tem seu contexto institucional) que gera eficiência produtiva. Os

36 Quando Marshall fala em organização, ele se refere não à firma, mas à divisão do trabalho industrial, produção em escala e gestão industrial, pois esses eram os parâmetros organizacionais diretamente relacionados à eficiência na produção, em seu tempo. O paralelo entre essas formas de organização industrial e a organização da sociedade ou das instituições é de livre associação do autor dessa dissertação.

37 Tradução livre de trecho do original em inglês, acima transcrito, do livro *Principles of Economics*, de Alfred Marshall, editora Macmillan and Co., Londres, Reino Unido, 8ed, p. 84:

O capital consiste, em grande parte, de conhecimento e organização: e, deste capital, uma parte é propriedade privada e outra parte não é. O conhecimento é o nosso mais poderoso motor de produção; nos permite subjugar a Natureza e forçá-la a satisfazer nossas vontades. Organização auxilia o conhecimento.

neoschumpeterianos, ou evolucionistas, veem a rede como mecanismo que acelera o aprendizado, a cumulatividade de conhecimentos e a criação de competências (Shima, 2006).

O autor ainda lista de maneira não exaustiva as tipologias de rede, mencionando dentre outras, as *joint-ventures*, acordos para P&D, acordos de licenciamento, redes de subcontratação e redes informais. Em quaisquer dos tipos de rede listados, o contrato figura como elemento fundamental para o funcionamento das mesmas, não obstante a existência ou não de confiança mútua dos agentes da rede.

Para Shima, o SNI é um caso particular de rede, em que o processo produtivo não é centrado nas firmas, mas distribuído entre as mesmas, o governo e as ICT (Shima, 2006).

Para uma conceituação formal de SNI de Patel e Pavitt (1994) o definem como um sistema de instituições nacionais, suas estruturas de incentivos e suas competências, que determinam a taxa e a direção do aprendizado tecnológico (ou o volume e composição das atividades geradoras de mudança) em um país (Patel e Pavitt, 1994).

Para Lundvall e Johnson (2000), no estágio atual da economia denominado sociedade do conhecimento, ou capitalismo tardio, os conceitos chave para implementação das estratégias desenvolvimentistas do SNI são o aprendizado institucional (capital intelectual) e a coesão das estruturas sociais (capital social).

Quanto ao capital social, Bourdieu (1986) o define como o tamanho da rede de relacionamentos que um dado agente consegue mobilizar (quantidade de contatos), ponderado pela importância econômica, política ou cultural dos agentes pertencentes a essa rede de relacionamentos.

Edvinsson e Malone (1998) definem o capital intelectual de uma firma como um passivo que é dividido em duas categorias: (i) o capital humano, que compreende o conhecimento, expertise, poder de inovação e habilidade dos empregados, somados aos valores, à cultura e à filosofia da empresa; e (ii) o capital estrutural, formado pelos softwares, banco de dados, patentes, desenhos industriais, marcas registradas, relacionamento com os clientes e tudo o mais da capacidade organizacional interna a firma que apóia a produtividade dos empregados.

Contemporaneamente, Nahapiet e Ghosal (1998) apresentam uma visão sobre o capital intelectual que diverge daquela exposta por Edvinsson e Malone (1998). Para esses autores, o capital intelectual trata-se apenas do conhecimento e da capacidade de

aprendizado de um conjunto de indivíduos, não tendo como componente o “capital estrutural”. Em outras palavras, o capital intelectual trata-se de um capital que tem paralelo estreito com o capital humano. No presente trabalho acompanha-se esse entendimento estrito, para que se possa estabelecer uma clara distinção entre o capital intelectual e as estruturas do contexto institucional (conceito já apresentado anteriormente, com referência à Queiroz, 2006). Não obstante às limitações desse entendimento, é aqui reconhecida a importância do capital intelectual como motor dos processos de aprendizado e mudanças no contexto institucional, porém, não como sendo constituinte do próprio contexto institucional.

Qualificar capital intelectual como um passivo é corrente na literatura (Edvinsson e Malone, 1998; Nahapiet e Ghosal, 1998), seguindo o entendimento de que trata-se de um empréstimo temporário que os empregados, colaboradores e clientes fazem à firma ou instituição, e que levam consigo ao deixar a mesma.

Assim como a emergência da globalização colocou em xeque a validade do recorte dos SNI (Freeman, 1995), de modo análogo, tanto a volatilidade do capital intelectual para firma quanto a importância do mesmo para inovação agravam o problema de desagregação em torno do recorte do SNI, afetando a coesão da própria estrutura dos sistemas de inovação.

Cooke (1992, 2001, 2005) acompanha essa autocrítica de Freeman ao SNI e a expande, postulando que uma das fraquezas dos SNI é não ter servido como esquema tipológico dos diferentes *milieux*³⁸, posto que tenta se aplicar a quaisquer países, apresentando cada estudo de caso como único (Cooke, 2001). Para endereçar esse silêncio na questão das especificidades regionais e suas tipologias, o autor apresenta um novo recorte sistêmico para o estudo do fenômeno da inovação, que ele chama de Sistema Regional de Inovação (SRI).

O SRI é um modelo que busca identificar o perfil de construção histórica de espaços

38 *Milieu* (ambiente, em francês) é um termo que passou a ser usado na literatura de inovação, sempre grafado na língua francesa, tendo sido cunhado pelo Grupo de Pesquisa Europeu sobre *Milieux Innovateurs* (do acrônimo francês, GREMI). O termo tenta atualizar e expandir o conceito de distrito industrial (1890), mostrando que não só a proximidade entre as industriais desempenha um papel territorial importante no fenômeno da inovação, mas também a relação entre todos os agentes inseridos num ambiente e outros determinantes associados às características do próprio ambiente. A definição de cada modelo de inovação territorial é tratada em outras seções desse capítulo, sendo os *Milieux Innovateurs* (*milieux* inovadores ou, para poucos autores, ambientes inovadores) tratados na seção seguinte.

sub-nacionais e seus processos evolucionários de mudanças sócio-espaciais específicos para, com base nessa caracterização, explicar as capacidades endógenas de desenvolvimento dos espaços regionais (Cooke e Morgan, 1998). Embora o SRI seja criticado por negar a influência de redes e instituições externas, como exemplo aquelas associadas às corporações transnacionais (MacKinnon et al., 2002), o próprio autor se defende dessa crítica, esclarecendo que, ao analisar o recorte dos SRI, não se deve confundir “capacidades endógenas [de desenvolvimento] com capacidades indígenas” (Cooke, 2005, p. 1132). Com isso, o autor quer dizer que as capacidades endógenas de desenvolvimento do SRI estão, sim, relacionadas com investimentos estrangeiros, colaborações para pesquisa e captação de conhecimentos codificados oriundos de fontes globais.

Moulaert e Sekia (2003) apresentam outra crítica ao SRI e, de uma só vez, a todos os outros modelos de inovação territoriais aqui apresentados. Para os autores, todos esses modelos sofrem de ambiguidade conceitual. Essa ambiguidade estaria relacionada ao fato desses modelos serem baseados em termos de inovações empurradas pela tecnologia, enquanto um novo cenário das inovações empurradas por dinâmicas sócio-culturais teria sido negligenciado por esses modelos (Moulaert e Sekia, 2003).

Colletis-Wahl e colaboradores (2006) também apresentam uma crítica ao modelo dos SRI, motivada pelas profundas mudanças sócio-econômicas desde os anos 1980, como o aumento da mobilidade dos indivíduos, o novo papel do capital intelectual e financeiro e, novamente, a mudança das inovações empurradas pela tecnologia para inovações empurradas por dinâmicas sócio-culturais. Segundo os autores, essas mudanças têm levado ao desuso as teorias com foco em sistemas de produção local, voltando o foco para sistemas de produção multi-locais e processos econômicos multi-escalares. Outro ponto principal da crítica é que a concepção de regionalidade dos SRI é focada na construção histórica de espaços, quando as teorias de relacionamentos entre agentes deveriam focar no aspecto espaço-temporal, acompanhando a evolução do conceito de mobilidade e das tecnologias da informação (Colletis-Wahl et al., 2006).

2.3 O RECORTE TERRITORIAL

Um aspecto importante dos estudos da inovação é o recorte do objeto de estudo,

que pode ser temporal, setorial, geográfico, dentre outras maneiras de delimitar o estudo. Quanto aos recortes setorial e geográfico, o nível de (des)agregação do objeto de estudo tem influência fundamental na aplicação das abordagens sistêmicas de inovação, como esclarecem Sbicca e Pelaez (2006).

Recortes nacionais são muitas vezes preferidos devido ao fato do universo de investigação apresentar grande coesão em vários aspectos, incluindo aspectos linguísticos, culturais, legais, históricos, dentre outros. Recortes regionais também podem ser de interesse, em particular quando é realizado um estudo de caso, tendo esse tipo recorte as mesmas vantagens de coesão do universo estudado nos sistemas de dimensões nacionais (Sbicca e Pelaez, 2006).

Por sua vez, recortes supranacionais podem trazer informações globais bastante úteis, em particular quando o objeto e o objetivo do estudo são bem delimitado de outras formas. Portanto, em que pese a desagregação espacial de um objeto de estudo em particular, a delimitação do objeto ainda será possível caso haja agregação setorial e temporal, em especial quando o estudo objetivar apenas o levantamento de dados globais para definição de estratégias e políticas públicas (Sbicca e Pelaez, 2006).

Novos contextos, como a globalização, o pós-fordismo, a inovação em rede, a especialização flexível e a sociedade do conhecimento fazem com que a escolha por uma delimitação restrita ao recorte nacional muita das vezes perca sentido, como aponta Lundvall (1992). Nesses contextos, a agregação do objeto de estudo pode ser preterida por uma análise mais holística dos *milieu* de inovação, já que os agentes muitas vezes se encontram desagregados espacialmente e, com maior efeito, como é no caso da nanotecnologia, também figura a desagregação setorialmente.

2.4 DAS CONCENTRAÇÕES GEOGRÁFICAS AOS *MILIEUX* DE INOVAÇÃO

Será aqui recapitulada a diferenciação entre distrito industrial e *cluster*, agora sob a ótica das interações (capital social) e dos processos de aprendizado (capital intelectual). Os distritos caracterizam-se por apresentar um grau incipiente de interações inter-firmas, geralmente classificados como externalidades, no sentido de Marshall. Esses ambientes produtivos também apresentam um aprendizado passivo, num processo de difusão do

conhecimento denominado *spillover* (transbordamento).

Por sua vez, os *clusters* (que incluem, como caso particular, os APL) apresentam interações mais intensivas, sendo essas interações determinadas endogenamente pelas firmas, tanto em forma de arranjos políticos e financeiros, quanto em forma de cooperação multilateral, gerando maior simetria da informação e facilitando os processos de aprendizado.

As limitações nas interações, frequentemente encontradas nos arranjos do tipo distritos industriais e *clusters*, são limitações de natureza estratégica, impostas pelas próprias firmas e instituições. Ou seja, as firmas e instituições somente irão fomentar uma interação enquanto perceberem que esta interação gera uma vantagem clara e, ainda, que os riscos são previsíveis e controláveis. Relembrando que, no processo de aprendizado (como colocado anteriormente) o capital intelectual constitui um passivo da firma ou ICT (Edvinsson e Malone, 1998; Nahapiet e Ghosal, 1998). Como será visto a seguir, o mesmo raciocínio pode ser extrapolado para a questão relacional, sendo o capital social também um passivo da firma ou instituição, ou seja, um valor que a firma será obrigada a restituir.

Seguindo essa recapitulação, o que limita ou restringe as interações e o aprendizado nos distritos e nos *clusters* são as próprias firmas e instituições. O conceito de *milieu innovateur* vai de encontro a essa limitação, diminuindo o foco sobre as firma e instituições e colocando o foco sobre os indivíduos.

Crevoisier (1993) esclarece que o *milieu* é definido como um conjunto de atores que, ou por se frequentarem, ou pelo simples fato de viverem numa mesma região, têm consideração profissional mútua. Por esta razão, são eles - os atores - que definem as restrições e oportunidades de interação técnica, desenvolvendo, conjuntamente ou isoladamente, o seu *know-how* e as regras profissionais que irão se aplicar ao uso e transferência do mesmo.

Ou seja, o *milieu* não é definido pelas relações entre instituições ou por uma área geograficamente localizada voltada para produção de um setor da economia, mas por uma estrutura de relações de consideração entre os atores que determinam as interações e o aprendizado voltados para inovação (Crevoisier, 1993).

Denis Maillat (1998) esclarece que o *milieu* não é uma categoria especial de sistema de produção localizada, mas um conjunto cognitivo sob o qual o funcionamento desse

sistema depende. Sua constituição decorre da aglomeração de capacidades cognitivas individuais. Não é, portanto, o território geográfico que delimita o *milieu*, mas é o *milieu* que determina o sentimento de territorialidade em cada agente que, por sua vez, influenciará na racionalização das relações baseadas em proximidade.

Uma vez que o *milieu* não é definido pela interação entre empresas e instituições, mas pela interação entre indivíduos, o conceito Marshalliano de externalidades perde o sentido dentro desse referencial de análise. O espaço relacional do *milieu* não é agregado em torno das firmas e das instituições. O território, também, não pode ser considerado como definidor desse espaço relacional, embora muitas vezes seja definido pelo mesmo. Os acúmulos de capital relacional e de capital intelectual passam a figurar como um ativo do *milieu* e do indivíduo, e como um passivo da empresa ou da instituição.

Nesse panorama, “a existência de um *milieu* é um prerequisite para que haja desenvolvimento regional endógeno” (Maillat, 1998, p. 118). Em contraposição, os conceitos de distritos e *clusters* não abordam as capacitações internas dos conglomerados, considerando a difusão e as mudanças tecnológicas como meras decorrências do uso ou aquisição de bens de capital, ou seja, mudanças que dependem de externalidades.

Em suma, o *milieu* não se trata de um substituto para as abordagens de proximidade geográficas ou para as teorias sistêmicas de inovação. Trata-se de um conceito complementar a essas teorias, que vem preencher uma lacuna gerada pela possível desagregação do objeto de estudo, uma vez que os agentes muitas vezes não poderão ser representados por instâncias como firmas e instituições, ou mesmo agrupados por cidades ou regiões. O *milieu* seria uma rede formada pelos próprios indivíduos, que se sobrepõe e dá coesão à rede formada com base em firmas, instituições ou que usam como contorno um território geográfico delimitado.

Relembrando que, para Freeman (1995), a emergência de empresas transnacionais e da globalização poderia colocar em xeque a validade da teoria dos SNI, uma vez que esse recorte desconsidera muita informação essencial para caracterizar o fenômeno da inovação. Sobre essa questão, ensina Maillat (grifo nosso):

*(...) an approach in terms of innovative milieu enables one to detect the mechanisms that can help to get localised production systems out of a crisis situation and to regain a **new cohesion**. Of course, several evolution and*

*transformation trajectories are possible. The approach in terms of innovative milieu is by no means deterministic. But it is obvious that localised production systems (organised according to a territorial logic) survive only if the milieu attached to them is capable of conducting the change and formulating new projects. The aim therefore is that **processes of territorial innovation** may be implemented **by an internal dynamics, by capture outside the territory or by a combination of both**. Now innovation milieux are not stable systems endowed with constant dynamics. They must renew their innovation capacities. They succeed if in the course of time they have managed to maintain **interaction logic** and **learning dynamics**. These two mechanisms offer the guarantee that innovation will spread in the system (and will not be initiated or captured by an isolated agent) and that the territorial logic can be sustained. (Maillat 1998, p. 126)³⁹*

Portanto, o *milieu* inovador não se trata de uma teoria que vem desagregar o objeto de estudo em torno dos sistemas de inovação, para delimitar um novo contorno ao redor dos indivíduos. Pelo contrário, trata-se, na verdade, de uma segunda camada de rede, que se sobrepõe aos sistemas de inovação para sanar problemas de coesão que limitam o alcance das teorias que relacionam inovação com proximidade entre firmas e instituições.

Essa nova camada de rede – o *milieu* – é formada pelos agentes detentores do capital intelectual e social. Por sua vez, os atributos do contexto institucional⁴⁰ residem na

39. Tradução livre do trecho transcrito:

“(…) uma abordagem em termos de *milieu* inovador permite detectar o mecanismo que pode ajudar a tirar os sistemas de produção localizada de uma situação de crise e recuperar uma **nova coesão**. Claro que várias evoluções e transformações de trajetória são possíveis. A abordagem em termos de *milieu* inovador não é de forma alguma determinística. Mas é óbvio que sistemas de produção localizados (organizados de acordo com uma lógica territorial) somente sobrevivem se o *milieu* conectado a eles for capaz de conduzir a mudança e formular novos projetos. O objetivo, portanto, é que **processos de inovação territoriais** possam ser implementados **por uma dinâmica interna, por contribuições externas** ao território ou **por uma combinação dos de ambos**. Logo, *milieux* inovadores não são sistemas estáveis ou sistemas dotados de dinâmicas constantes. Eles devem renovar suas capacidades de inovar. Eles tem sucesso se no curso do tempo eles conseguirem manter a **lógica de interação** e **dinâmica de aprendizado**. Esses dois mecanismos oferecem a garantia que a inovação se difundirá no sistema (e não será iniciada ou capturada por um agente isolado) e que a lógica territorial possa ser mantida”.

40. O conceito de contexto institucional (Queiroz, 2006), já apresentado aqui anteriormente, se refere não

camada base de rede, que pode ser chamada de sistema de inovação, na qual se observa a interação dos diversos agentes relevantes para inovação, como firmas, universidades, instâncias governamentais, dentre outros.

Entendendo o *milieu* como uma segunda camada de rede, que cobre silêncios das teorias que relacionam inovação com proximidade entre firmas e instituições, Andersson e Larlsson (2004) trazem o conceito de acessibilidade para abordar alguns problemas específicos dessa segunda camada e, assim, elucidar em parte a necessidade dessa sobreposição. A dificuldade de codificar conhecimentos, por vezes taxados como tácitos, reforçam a necessidade do contato presencial (face-a-face) entre os agentes envolvidos para viabilizar tanto os modos formais quanto os modos informais de transferência de tecnologia (Teece, 1996). Conhecimentos codificáveis, por outro lado, podem ser transmitidos via tecnologias de comunicação, dependendo do seu grau de codificação (Lorenzen, 1996). Decorre que o teor de conhecimento tácito/explicito necessário para inovar em determinada área do conhecimento é um fator chave para estabelecer os pré-requisitos de aperfeiçoamento do *milieu* (Andersson e Larlsson, 2004).

Para problematizar a relação entre a acessibilidade e a capacidade de transferência de tecnologia, Andersson e Larlsson (2004) apresentam três conceitos de acessibilidade. Esse conceitos relacionam o acesso com o tempo, a fim de criar parâmetros para o estudo e, assim, atender às diferentes necessidades de estudo dos sistemas de inovação. São esses conceitos: a acessibilidade local, em que vários contatos ocorrem espontaneamente a uma distância caminhável (até 15 minutos de distância); a acessibilidade intrarregional, que é o espaço da viagens corriqueiras, feitas diariamente (até 50 minutos); e a acessibilidade interregional, que é o espaço das viagens planejadas, de baixa frequência (mais de 50 minutos). A análise dos autores revela que o tamanho, densidade e localização de uma região terão importantes implicações sobre o seu desenvolvimento e na coerência do seu SRI, não só porque essas grandezas irão definir os tempos de deslocamento, mas, principalmente porque essas grandezas viabilizam a instalação de infraestruturas, como uma Universidade. É postulado, ainda, que o tempo é

só as estruturas internas às firmas e instituições, mas também estruturas externas, como canais de fomento à pesquisa, legislação e normas técnicas, agências reguladoras, em suma, todo contexto institucional tanto interno quanto externo às firmas e instituições que determina a forma e a possibilidade do aprendizado ou, em outras palavras, a possibilidade de apreensão dos capitais intelectual e social. Enquanto esse contexto institucional define a forma do aprendizado, esse mesmo contexto é modificado a cada novo aprendizado tecnológico, na dupla implicação que Dosi e Malerba (1996) chamaram de “teoria da coevolução”, conforme também já aludido anteriormente.

fator preponderante para classificar o grau de acessibilidade, e não a distância geográfica, uma vez que é o primeiro que restringe a “disposição” do indivíduo para realizar uma viagem e, conseqüentemente, um contato presencial (Andersson e Larlsson, 2004).

Como já citado anteriormente, com referência a Colletis-Wahl e colaboradores (2006), o tema da mobilidade urbana nos anos 2000', assim como a financeirização da economia e as inovações empurradas por dinâmicas sócio-culturais – ao invés de inovações empurradas pela tecnologia – estavam mudando os espaços relacionais que suportam a inovação. Uma década depois, Crevoisier (2014) observa que essas mesmas questões (mobilidade, financeirização, novas dinâmicas sociais, etc.) continuam reestruturando os espaços relacionais que suportam a inovação.

Para endereçar os silêncios sobre essas questões, os autores apresentam uma abordagem teórica que vem atualizar os modelos de inovação territoriais aqui apresentados, como os *clusters*, SRI e o *milieu innovateur*, sendo essa nova abordagem denominada “economia territorial” (Colletis-Wahl et al., 2006; Crevoisier, 2014).

O ponto de partida da economia territorial é – segundo os próprios autores – a abordagem do *milieu innovateur*. Essa nova abordagem considera a influência tanto o espaço (geográfico) quanto do tempo no fenômeno da inovação, endereçando assim várias críticas inerentes aos efeitos da mobilidade e da tecnologia da informação nas distâncias, bem como as críticas relativas à emergência de sistemas de produção multi-locais e processos econômicos multi-escalares (Crevoisier, 2014).

Outros ponto importante, levantado na nova abordagem da economia territorial, é a ampliação dos próprios conceitos de inovação e desenvolvimento. Ao invés de considerar apenas a inovação tecnológica como motor do desenvolvimento, também são consideradas as inovações em elementos não-tecnológicos: como as dinâmicas sócio-culturais. Quanto às decorrências dessa mudança de conceito da inovação, Crevoisier faz uma ressalva:

“This does not mean, however, that technology is no longer important. Nevertheless, technology is in a certain sense the victim of its success. Since it has become flexible and omnipresent, the main question today is one of knowing what to do, what services can be imagined, and no longer to know how to supply them”. (Crevoisier, 2014, p. 9).⁴¹

41 Tradução livre de trecho acima:

Dentro desse novo panorama, algumas estratégias de incentivo à inovação vêm se beneficiando de uma maior abertura de firmas e instituições para livre troca de conhecimento, embora o retorno financeiro com comercialização ainda dependa, em muitos casos, do regime de apropriabilidade ou da detenção de certos ativos complementares (Laursen e Salter, 2013).

2.5 INOVAÇÃO ABERTA

Com o advento da sociedade do conhecimento, são colocadas em destaque novas formas de interação entre os agentes da inovação, agentes esses que encontram-se agora inseridos em novos contextos. Dentre as abordagens que estudam esses novos contextos e interações, estão os sistemas de inovação aberta (Chesbrough, 2003), que trazem um novo enfoque para o conceito de inovações de usuário (von Hippel, 2009).

“Inovação aberta” é um termo cunhado pelo norte americano Henry Chesbrough (2003), em seu livro de mesmo título. Para Chesbrough (2006, p.1), dado o contorno de uma firma, “inovação aberta é o uso proposital de fluxos de conhecimento para dentro e para fora da firma, com a finalidade de acelerar a inovação interna e expandir mercados para uso externo da inovação, respectivamente”. Em resumo, o autor preconiza que abrir as fronteiras da firma para entrada de fluxos de conhecimento acelera o desenvolvimento para inovação, e, ainda, que permitir que conhecimentos saiam da firma tem como benefício preparar o mercado para a inovação.

Chesbrough (2012) esclarece que, do ponto de vista da firma, os fluxos de conhecimento para dentro são facilmente vistos como benéficos. Entretanto, os fluxos para fora da firma, com a finalidade de expandir mercados para uso externo da inovação, nem sempre são vistos como vantajosos. A vantagem em permitir os fluxos para fora da firma dependerá do modelo de negócios da firma (Chesbrough, 2012), o que inclui o modelo de atuação frente ao regime de apropriabilidade de seus ativos intelectuais e a

“Isso não quer dizer que a tecnologia não seja mais importante. Porém, tecnologia se tornou de certo modo vítima de seu próprio sucesso. Como a tecnologia se tornou flexível e onipresente, as questões principais passaram a ser o 'saber o que fazer', 'que serviços ainda podem ser imaginados' e não mais 'como prover esses serviços'” (Crevoisier, 2014, p. 9)

detenção de certos “ativos complementares”, no sentido de Teece (1986)⁴².

Chesbrough (2013^b) utiliza alguns postulados para sustentar as vantagens da inovação aberta, aqui transcritos: “nem todos os melhores profissionais estão numa mesma firma”; “construir um bom modelo de negócios é melhor que entrar no mercado primeiro”; e ainda, “a firma deve lucrar com a licença de seus ativos intelectuais e deve comprar os ativos intelectuais de terceiros sempre que se mostrar vantajoso para seu modelo de negócios” (Chesbrough, 2003^b).

O autor expõe claramente uma alerta sobre o perigo da adoção inadequada da inovação aberta, ensinando que a abertura é mais adequada quando há um forte regime de apropriabilidade, enquanto um regime de apropriabilidade fraco pode pesar nas decisões gerenciais para a abertura (Chesbrough, 2006).

Chesbrough (2012) teoriza ainda sobre os efeitos da inovação aberta no pivotamento que algumas firmas têm feito, redirecionando seu foco de produtos para serviços tecnológicos. Essa tendência é ilustrada com os dados do produto interno bruto das 40 maiores economias da OCDE, visto que metade desse produto interno bruto é oriundo de serviços (dados de 2012). IBM, General Electric e Honeywell são exemplos de firmas que seguiram essa tendência. Para o autor, gerir inovação em serviços é balancear a tensão entre a customização e a normalização. Se por um lado as normas técnicas aumentam a eficiência e a padronização dos serviços, por outro lado a customização atinge mais diretamente a satisfação do cliente (Chesbrough, 2012). Segue uma breve digressão sobre os efeitos do binômio customização-normalização na democratização da inovação.

Uma decorrência interessante da inovação aberta é a inovação de usuário. Para exemplificar o conceito, Von Hippel (2009) esclarece que a Boeing é uma fabricante de aviões e usuária de ferramentas de usinagem. Quando se examinam as inovações em aviões, a Boeing pode ser classificada como uma fabricante-inovadora. Porém, as alterações em ferramentas de usinagem feitas no chão de fábrica da Boeing a caracterizam como um usuário desenvolvedor de inovações.

Com base em pesquisas empíricas realizadas com usuários de diversos setores, o

⁴² Ativos complementares é um conceito trazido por Teece (1986) que figura como parte do capital intelectual da firma não útil para gerar novos produtos, mas útil para fabrica-los e coloca-los no mercado, como conhecimentos de redes de fornecedores e consultores, redes de distribuição de mercadoria, serviços pós-venda (Teece, 1986). Esse e outros conceitos do trabalho de Teece serão aprofundados no capítulo 3.

autor aponta que 10 a 40% dos usuários, variando com o setor, se engajam em customizações de produtos e serviços. Metade desses estudos não descrevem as customizações como uma inovação. Não obstante, o número de usuários, sejam firmas ou usuários individuais, que se engajam em modificações de produtos é bastante significativo (Von Hippel, 2009).

O autor ensina que o baixo custo de ferramentas de projeto e prototipagem de alta qualidade vem incentivando enormemente a customização do usuário. Essa tendência resulta num crescente padrão de democratização das inovações de produtos e serviços (Von Hippel, 2009).

Por sua vez, o efeito da normalização muitas vezes é contrário à democratização. Embora os organismos de normalização tenham como objetivo criar regras e padrões para que a tecnologia seja usada de forma mais universal possível, firmas que têm assento nesses organismos, muitas vezes, colocam seus direitos de propriedade intelectual como um entrave para o uso e disseminação do padrão (OMPI, 2018).

Voltando ao objeto do presente estudo, reitera-se que a missão institucional das ICT é orientada, por força de lei, para pesquisa e desenvolvimento. Os estágios da inovação para além da transferência de tecnologia são tidos geralmente como de responsabilidade das empresas, que têm seus objetivos naturalmente mais orientados para o mercado.

Friesike e colaboradores (2014) trazem uma distinção entre inovação aberta e “ciência aberta”. A primeira é definida com referência a Chesbrough (2006), citado acima. Já a ciência aberta é a ideia de que os conhecimentos científicos de quaisquer tipos devam ser compartilhados livremente tão cedo quanto possível (Friesike et al., 2014).

Os autores realizaram uma pesquisa de percepção com 38 representantes de importantes instituições de ciência e tecnologia, europeus e estadunidenses, incluindo universidades, centros de pesquisa e editores de revistas científicas, e com representantes de grandes empresas de tecnologia multinacionais. Em entrevistas telefônicas e presenciais, de duração média entre 40 e 120 min, algumas tendências emergentes para a *ciência aberta* foram identificadas, incluindo: (i) um grande número de revistas científicas de acesso pago que passaram a disponibilizar conteúdo gratuito; (ii) o aumento das parcerias entre ICT e empresas; (iii) a redução de pesquisa e desenvolvimento como departamento interno às firmas e ampliação da terceirização

desse departamento; (iv) a mudança de pesquisas fomentadas por única fonte para pesquisas com múltiplas fontes de fomento; (v) o fortalecimento da cultura da interdisciplinaridade; (vi) a busca por conhecimentos em universidades estrangeiras; e (vii) a tendência de empresas privadas doarem licenças de suas patentes para uma ICT específica, na intenção de fomentar o desenvolvimento de novas tecnologias, fortalecendo a trajetória tecnológica (Friesike et al., 2014).

Sobre as licenças de patentes, os autores citam o exemplo da empresa química DuPont, que doou seu portfólio no valor estimado de 64 milhões de dólares, para a Universidade Estadual da Pensilvânia e para a Virginia Tech. Também a empresa do ramo alimentício Kellogg fez uma doação de licenças de patentes no valor estimado de 49 milhões de dólares para a Universidade Estadual de Michigan (Friesike et al., 2014).

Baseados nos dados dessa pesquisa, os autores apresentam um estudo de futuro. Em conclusão, é inferido que haverá uma maior aceitação do acesso livre a artigos científicos, com revisão por pares, e indicadores abertos de qualidade do conteúdo científico. Os autores também acreditam numa aceleração na mudança das plataformas de produção científica para se adequar à multidisciplinaridade e, finalmente, é previsto um aumento no volume de trocas de PI não onerosas, sempre no sentido das firmas para as universidades (Friesike et al., 2014).

Com base na literatura de inovação aberta apresentada, resta claro que a adoção ou não do conceito é de escolha restrita para as firmas. As ICT, por sua vez, podem optar pela aproximação ou não de outro conceito, que é o conceito de ciência aberta, sendo que esse não se confunde com a inovação aberta.

2.6 APLICAÇÃO DAS ABORDAGENS TERRITORIAIS NO OBJETO DE PESQUISA

A cidade de Campinas, onde se encontra o LNNano/CNPEM, é reconhecida por sediar uma considerável quantidade de empreendimentos de alta tecnologia, incluindo centros de pesquisa públicos e privados, incubadoras de empresas, parques tecnológicos e universidades, todos guardando uma distância inferior a 10 km entre si (Baldoni e Furtado, 2014).

Na literatura, alguns autores tentaram classificar essa aglomeração de empreendimentos de alta tecnologia observada em Campinas a partir de diferentes

modelos de inovação territorial, incluindo pólo de alta tecnologia de Campinas (Ferro e Torkomian, 1988), tecnopólo de Campinas (Storper, 1990), *cluster* de alta tecnologia de Campinas (Quandt, 1997), arranjo produtivo local de Campinas (Souza e Garcia, 1998). Todas esses modelos apresentam algumas características em comum (Moulaert e Sekia, 2003), mas, também, vários pontos de divergência (Crevoisier, 2014).

Amara, Landry e Ouimet (2003), em um estudo empírico realizado no Canadá, a partir de pesquisa do tipo *survey* com centenas de empresa, apresentam uma forma de identificar qual o modelo de inovação territorial que melhor representa as características de um dado *milieu*.

Essa identificação dos *milieux* foi feita a partir de dois fatores determinantes: (i) a densidade de interações entre agentes; e, (ii) a intensidade dos processos de aprendizado no *milieu*. A partir do grau atribuído a cada um desses fatores em pesquisa, o *milieu* foi classificado nas categorias: (i) *clusters* e *milieux innovateurs*⁴³; (ii) *distritos industriais*⁴⁴; (iii) tecnopólos⁴⁵, (iv) pólos⁴⁶ (Amara, Landry e Ouimet, 2003).

A figura 3 foi retirada do trabalho em referência (Amara, Landry e Ouimet, 2003), ilustrando a hipótese de que há uma relação entre os tipos de *milieu* e dois fatores-chave: a interação e o aprendizado.

No estudo de Amara e colaboradores (2003), algumas regiões tiveram classificações mistas, apresentando características de mais de um dos tipos de *milieu* de inovação.

Em analogia, para alcançar os objetivos do presente trabalho, também foram investigados o nível de interações entre agentes e a intensidade dos processos de aprendizado no ambiente estudado.

Os modelos de inovação territorial constituem um arcabouço teórico que traz algumas diretrizes essenciais para uma compreensão dos fenômenos associados a

43 Para Amara, Landry e Ouimet (2003), os *cluster* e *milieux* inovadores podem ser caracterizados como ambientes com processos de aprendizado fortes e interações sociais fortes, porém o conceito de *cluster* tem maior ênfase nas questões setoriais da indústria enquanto o conceito de *milieux* inovadores desloca o foco mais para questões do ambiente que suporta a inovação.

44 Para Amara, Landry e Ouimet (2003), o distrito industrial é um *milieu* caracterizado por processos de aprendizado fracos e interações intensas entre os agentes do *milieu*.

45 Tecnopolo é um *milieu* caracterizado por fortes processos de aprendizado e interações sociais fracas (Amara, Landry e Ouimet, 2003).

46 Polo é um *milieu* caracterizado por processos de aprendizado e interações sociais fracos (Perroux 1955, *apud* Amara, Landry e Ouimet, 2003).

inovação, como processos de aprendizado tecnológico⁴⁷ e interações (Crevoisier, 2014).

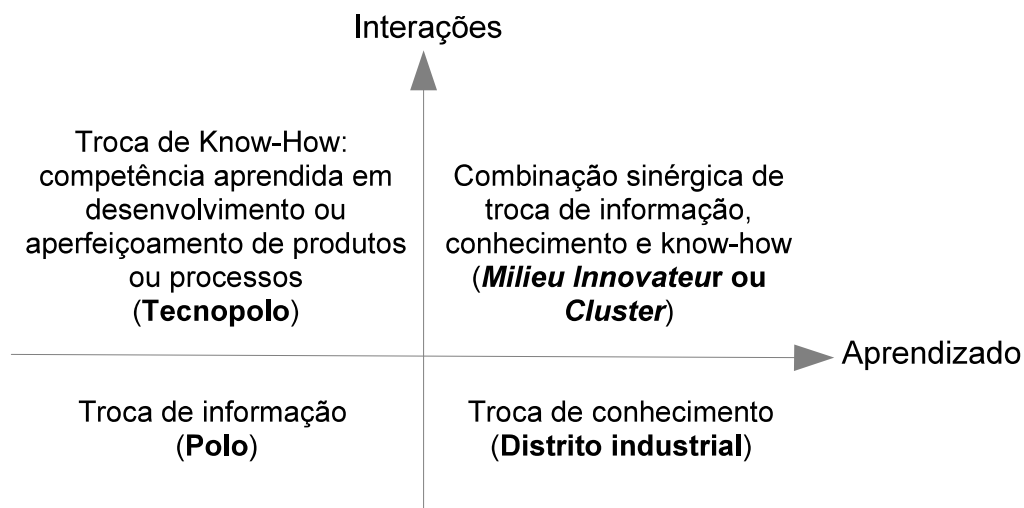


Figura 3 – Categorias de *milieux* por intensidade de aprendizado e densidade de interações.

Fonte: Amara, Landry e Ouimet (2003).

Porém, nem sempre é possível representar todas as relações de uma coletividade social por recortes territoriais. Isso remete ao uso de outras ferramentas, que consideram o papel das dimensões não-espaciais, como a análise de redes sociais (ARS)⁴⁸ e os conceitos de proximidade cognitiva (Garcia, 2018).

Garcia (2014) investigou os efeitos da qualidade da pesquisa na predisposição de um grupo estabelecer cooperação com outros grupos de pesquisa. Utilizando a base de dados Lattes do CNPq, o autor notou que a qualidade de pesquisa (representada pela nota que o programa de pós-graduação tem frente a CAPES) influencia na distância da interação entre pesquisadores. Em outras palavras, um pesquisador se dispõe a ir mais longe para encontrar uma cooperação de melhor qualidade.

Em um aprofundamento desse estudo, o autor (Garcia, 2018) percebeu que a proximidade cognitiva também influenciava na distância da interação. Proximidade

⁴⁷ Aprendizado tecnológico, para Canuto (1993), é o “processo de acúmulo de capacidades tecnológicas e sua interação”. Além do esforço interno de pesquisa e desenvolvimento das firmas e instituições, os fluxos de conhecimento externo também desempenham papel fundamental no aprendizado tecnológico. Esses fluxos externos podem ser fluxos de informação de caráter público, fluxos de informação enquanto mercadorias, como equipamentos e componentes adquiridos de outras firmas, e fluxos na forma de externalidades (Canuto, 1993).

⁴⁸ Análise de redes sociais é uma abordagem teórica para o estudo de redes que será trazida em maiores detalhes no capítulo de resultados.

cognitiva é o grau de similaridade com o qual dois atores percebem, interpretam e avaliam um conhecimento novo, ou, ainda, o grau de semelhança entre as áreas de formação de dois atores. Finalmente, o autor concluiu que os fatores determinantes para a distância da interação são qualidade de pesquisa, proximidade cognitiva e capacidade de absorção (aprendizado).

Portanto, apesar de ser investigado especificamente o caso de LNNano/CNPEM quanto ao capital social e a transferência de tecnologia, dada a complexidade do objeto apresentado, a coleta de dados para o estudo será tão abrangente quanto necessário para enxergar características de vários outros agentes que pertencem ao *milieu* em que este laboratório está inserido, utilizando dimensões espaciais e não-espaciais no recorte.

3 TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA

O conceito de transferência tecnológica (TT) apresenta diferentes definições dependendo do momento histórico e da área de concentração em que se busca definição.

No Brasil, o uso da expressão TT remete à época da expansão de companhias multinacionais estadunidense, nas décadas de 1950 e 1960, e de empresas européias e japonesas, nas décadas de 1970 e 1980, sobre os mercados de países menos desenvolvidos, estando TT associada à regulação de direitos de propriedade intelectual dos titulares estrangeiros no território nacional (Laforet, 2013). Esse dado histórico vai ao encontro dos objetivos da criação do INPI, nos anos 70, uma vez que “a preocupação naquele momento era a transferência tecnológica (...) e estabelecer condições de negociação e utilização de patentes”, segundo declara o próprio instituto⁴⁹.

Na literatura sobre inovação de abordagem evolucionária (neoschumpeteriana), TT é definida como o ato de transmitir de uma entidade para outra conhecimento técnico ou organizacional relacionado a produto ou processo, tanto entre organizações diferentes quanto dentro de diferentes entidades de uma mesma organização (Teece, 2013).

Diferentes classificações da transferência tecnológica são encontradas na literatura. Mais do que uma taxonomia para fins acadêmicos, o conhecimento sobre as classificações de TT auxilia a expandir as possibilidades de investigação e compreender melhor o próprio conceito de transferência tecnológica. Segue uma lista não exaustiva dessas classificações de TT.

Vertical, quando o conhecimento é transmitido de um estágio de pesquisa básica para pesquisa aplicada ou desenvolvimento; ou,

Horizontal, quando uma tecnologia originalmente usada em um lugar é transmitida para sua aplicação em outro lugar (Grosse, 1996).

Nacional, quando origem e destino da tecnologia estão num mesmo país; ou,

Internacional, quando em países diferentes (Assafim, 2005).

⁴⁹ Disponível em <<http://www.inpi.gov.br/noticias/inpi-chega-aos-45-anos-conheca-a-historia-do-instituto>>, acessado em 3 de janeiro de 2019.

Homogênea, quando houver uma substancial igualdade de potencial e de capacidade tecnológica entre as organizações de origem e de destino da tecnologia; ou,

Heterogênea, quando uma das organizações possuir uma capacidade tecnológica notadamente inferior (Assafim, 2005).

Formal, quanto a transferência é respaldada por instrumento legal, como um contrato de cessão ou licenciamento de tecnologias e patentes, contrato de transferência tecnológica (chamado *savoir-faire ou know-how*), acordo de parceria para pesquisa e contrato de assistência técnica; ou,

Informal, quando a transferência não é direcionada por contrato, como exemplo, quando se dá em conferências, feiras, intercâmbios, publicações em canais de ciência aberta, consultorias e pelo envolvimento entre organizações para fins de coautoria em publicações científicas ou para fins de comercialização da tecnologia (Cohen, et al., 2002; Link et al., 2007).

Explícita, quando o conhecimento transmitido encontra-se codificado; ou,

Tácita, quando o conhecimento é transmitido por contato direto com o seu detentor, por exemplo em intercâmbios, orientações, conferências e feiras, ou mesmo pela contratação do especialista ou fusão/aquisição de empresas (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002).

A TT geralmente se dá como um processo, e não como um evento (Teece, 2013). Posto isso, observa-se que as classificações de transferência tecnológica listadas acima não são excludentes dentro de um mesmo processo de TT, ou mesmo entre si. Por exemplo, numa mesma prestação de serviço de assistência técnica pode ocorrer concomitantemente transferência tecnológica de conhecimentos tácitos e explícitos, utilizando instrumentos formais para descrever o objeto transferido e, também, sendo transmitido conhecimentos em parte de maneira informal, durante a assistência.

Portanto, na realização da entrevista apresentada nesta dissertação, os entrevistados não foram indagados quanto aos enquadramento de seus processo de TT nas classificações acima listadas, mas quanto aos processos de transferência que são observados em seu ambiente de inovação.

3.1 CONHECIMENTO TÁCITO E EXPLÍCITO

A respeito da transmissão de conhecimento tácito e explícito, Johnson e colaboradores (2002) trazem uma discussão acadêmica relevante sobre a natureza do conhecimento transmitido oralmente. Posto que a linguagem é um código, decorre que o conhecimento oral poderia ser compreendido como explícito, e não como tácito, estritamente de acordo com a definição acima.

Duas dimensões são trazidas como subsídios, pelos autores, para problematizar a natureza da transmissão de conhecimento oral: (1) o isolamento de comunidades epistêmicas, e (2) a disfuncionalidade de certas codificações.

Sobre as comunidades epistêmicas, em certas áreas tecnológicas são criados termos tão específicos para condensar e transmitir conhecimentos novos, que apenas certos grupos de pessoas (que compartilham um certo acúmulo de conhecimento tácito) saberão a relação entre o determinado termo e o conhecimento técnico que ele carrega naquele momento (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002). Isso faria da comunicação oral um misto de modo de transmissão de conhecimento tácito e explícito.

Quanto à (dis)funcionalização das codificações, resta claro que codificar um conhecimento é útil para conservação e reprodução da informação. Porém, a produção e comunicação oral de novos conhecimentos científicos e tecnológicos dependem, em certa extensão, de habilidades sociais de interação. Vários padrões de interação social funcionam bem enquanto permanecem implícitos, se disfuncionalizando ao serem codificados⁵⁰. Portanto, codificar as relações humanas pode ter impacto negativo em seu valor intrínseco, além de - nas palavras dos autores - “tornar a vida mais chata” (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002, p. 258). Portanto, o conhecimento técnico ou organizacional (assim como qualquer outro conhecimento) só poderia ser parcialmente codificado.

Essa discussão acadêmica corrobora o fato da TT não ser isolada no tempo como um evento, ocorrendo na realidade como um processo de transmissão e assimilação de conhecimento ao longo do tempo. Durante esse processo, o conhecimento tecnológico inicial se transforma, seja pela necessidade de adaptá-lo à nova realidade onde o mesmo

⁵⁰ Quanto aos padrões sociais implícitos citados por Johnson, Lorenz e Lundvall (2002), destaca-se sua semelhança com os padrões implícitos do *habitus*, definido por Bourdieu (1997).

será implementado, seja pela transformação ocorrida na própria comunicação.

3.2 TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA FORMAL E INFORMAL

O conceito de transferência tecnológica informal, conforme apresentado na literatura (Cohen, et al., 2002) tem como objetivo dar um nome para um fenômeno que é observado em centros de pesquisa e universidades. Parte dos conhecimentos tecnológicos gerados na academia são transmitidos por meios “informais”, ou seja, sem um contrato que formalize a transferência tecnológica.

Perkmann e colaboradores (2013) entendem que o conceito de transferência tecnológica informal é, por vezes, impreciso, já que na maior parte dos processos de transferência tecnológica há diversas relações contratuais subjacentes, por exemplo, contratos de trabalho e contratos que formalizam filiação acadêmica ou institucional. Portanto, para se referir às relações ICT-empresa que não são reguladas por patentes e licenciamento, nem são gestadas em incubadoras, como *spin-off* ou *spin-outs*, esses autores trazem o conceito de “engajamento acadêmico”, que está relacionado a quaisquer outras cooperações baseadas em conhecimento, estabelecidas entre agentes acadêmicos e empresas.

Não obstante as divergências conceituais, estudos empíricos (Cohen, et al., 2002; Link et al., 2007; Grimpe e Hussinger, 2008; Grimpe e Fier, 2010) mostram que o uso TT informal tem grande contribuição na disponibilização do conhecimento gerado na universidade e, inclusive, no retorno econômico dos esforços investidos em pesquisa para universidade.

Dois desses estudos, com recorte nacional nos Estados Unidos e na Alemanha, respectivamente, mostraram empiricamente a mesma tendência: que o uso de transferência tecnológica informal aumentou o retorno marginal da transferência tecnológica formal nas Universidades (Grimpe e Hussinger, 2008; Grimpe e Fier, 2010).

Outros dois estudos, com recorte apenas sobre universidades estadunidenses, mostraram de forma independente que os três processos mais frequentes de TT informal são: (i) envolvimento de pesquisadores em atividades para a transferência ou comercialização de tecnologia (que inclui conhecimentos transmitidos desde divulgação até negociação da tecnologia); (ii) envolvimento de pesquisadores para fins de coautoria

em publicações; (iii) atividades de consultoria *ad hoc* por acadêmicos (Cohen, et al., 2002; Link et al., 2007).

Dada a importância conferida ao tema, os três processos de TT informal listados acima foram incluídos nas questões que orientaram as entrevistas realizadas para consecução deste trabalho.

3.3 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA INVESTIGADOS

Os entrevistados foram indagados quanto aos processos de transferência que são observados em seu *milieu* de inovação. Apesar da entrevista ser orientada por roteiro semi-estruturado, dando espaço para colocações livres, uma série de eventos que caracterizam processos de TT foram citados a fim de induzir o pensamento do entrevistado quanto a essas possibilidades de transferência tecnológica.

Além dos três processos de TT informal observados como mais frequentes nos estudos independentes de Cohen e colaboradores (2002) e Link e colaboradores (2007), foram incluídos quatro processos de TT presentes no estudo de Grimpe e Hussinger, (2008), e outros dois processos, caracterizados pela concessão de bolsas de pós-doutorado e pela constituição de *spin-offs*. Segue a listagem completa.

- *Acordos de parceria para pesquisa*
- *Licenciamento de tecnologias*
- *Contratos de transferência tecnológica (know-how)*
- *Spin-offs*
- *Consultorias*
- *Bolsas de pós-doutorado*
- *Publicações científicas*
- *Envolvimento com outros centros de pesquisa para fins de coautoria em publicações*
- *Envolvimento em atividades comerciais para fins de transferência e comercialização de tecnologia*

O que segue são breves apontamentos sobre os nove (9) processos de transferência tecnológica que foram investigados no estudo de caso dessa dissertação.

3.3.1 Acordos de parceria para pesquisa

Conforme apontado nos relatórios do Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (FORMICT/MCTI, 2014; 2015) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicações (FORMICT/MCTIC, 2016; 2017), acordos de parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação figuram como os processos de TT mais frequentes e com maior retorno financeiro para as ICT no Brasil.

Trata-se de um acordo, firmado entre a ICT e uma empresa pública ou privada, no qual a ICT se compromete a conduzir uma determinada linha de pesquisa de interesse da empresa, dispondo seu pessoal e suas instalações por um determinado tempo, e, em contrapartida, a empresa se compromete a contribuir de formas financeiras e não-financeiras, podendo incluir repasse de verbas, disponibilização de equipamentos, pessoal, instalações e, inclusive, licenciamento de tecnologias proprietárias necessárias para consecução da pesquisa. Ao termo do acordo, o direito de exploração econômica dos resultados da pesquisa será cedido ou licenciado à empresa, podendo ser compartilhado parcialmente ou não com a ICT.

Remete-se novamente a Müller e Sant'Anna (2015), que apontam as diferenças entre o objeto desses acordos de parceria para pesquisa e o objeto dos contratos de transferência tecnológica (CTT). Enquanto os acordos de parceria de pesquisa versam sobre o desenvolvimento conjunto de uma tecnologia ainda não explorada, os CTT, por sua vez, tem como objeto o repasse de uma tecnologia já existente (*know-how*) ou de um direito de propriedade intelectual já protegido (Müller e Sant'Anna, 2015).

A partir dos esclarecimentos das autoras (Müller e Sant'Anna, 2015), fica clara a distinção entre os acordos de parceria e os CTT. Além disso, é apontada uma distinção entre dois processos de transferência tecnológica possíveis a partir de CTT: o licenciamento de direito sobre propriedade intelectual e a transmissão de um conhecimento independente da existência de um título de propriedade (e.g., contrato de *know-how*).

Quando se trata de um possível novo paradigma tecnológico, como se supõe a nanotecnologia (Narula, 2001; Wonglimpiyarat, 2005; Tolochko, 2009), nem todo desenvolvimento tecnológico útil e economicamente valioso é passível de proteção por título de propriedade intelectual. As definições de matéria patenteável nas legislações de cada país evoluem com o tempo, acompanhando a evolução da tecnologia, num processo

que Dosi e Malerba denominaram “teoria da coevolução” (Dosi e Malerba, 1996).

A exemplo disso, as leis de patentes estadunidenses consideram matéria patenteável tanto invenções quanto descobertas (Lei Federal Estadunidense título 35 U.S.C., artigo 101). Limitações às patentes sobre descobertas são estudadas definidas em esfera judicial e incorporadas na jurisprudência, sem haver lei que as defina. Há apenas um caso de limitação na lei estadunidense sobre matéria patenteável, que é o caso de invenções incorporando organismos humanos, conforme o Ato das Invenções Americanas Leahy-Smith (do acrônimo inglês AIA), aprovado em 2011, que através de seu artigo 33 emendou a Lei Federal Estadunidense título 35 U.S.C., artigo 101.

No Brasil, nem todo desenvolvimento tecnológico novo é considerado invenção pela lei (vide LPI, artigo 10), bem como, nem todo desenvolvimento que é considerado invenção pode ser protegido por patente de invenção (vide LPI, artigo 18).

O capítulo 3 trará uma exposição sobre a proteção da propriedade intelectual em produtos e processos que envolvem nanotecnologia.

Portanto, se fez necessário induzir os entrevistados dessa pesquisa a pensar sobre os processos de transferência tecnológica que têm como objeto tecnologias proprietárias e tecnologias não-proprietárias. Para tanto, na entrevista se indagou individualmente sobre tipos de processos de TT: que envolvem licenciamento de tecnologias (protegidas) e que são regidos por contratos de *know-how* (tecnologias protegidas ou não).

3.3.2 Licenciamento de tecnologias

O licenciamento de tecnologias é uma estratégia formal de TT, respaldada pelo título de propriedade e pelo contrato de licença. Trata-se de uma permissão de uso de uma tecnologia⁵¹, podendo ser uma permissão temporária ou permanente, de uso não-exclusivo ou exclusivo (para apenas um licenciado), podendo ser realizada de maneira gratuita ou onerosa (mediante pagamento do licenciado para o licenciante).

O licenciamento de tecnologias proprietárias é previsto nos artigos 61, 62, 63 e 211 da LPI, para tecnologias em geral, incluindo patentes de invenção e modelo de utilidade.

⁵¹ O contrato de licenciamento de título de propriedade intelectual é uma forma substancialmente explícita de TT. Quando a tecnologia apresenta grau de complexidade elevado, dificuldade de imitação (Pisano e Teece, 2007) o processo de aprendizado tende a ser respaldado por alguma transferência tácita. O que induz uma cooperação mais intensa entre emissor e receptor da tecnologia, sendo formas comuns de cooperação o contrato de assistência técnica, de *know-how*.

Para licenciamento de Software, há previsão nos artigos 9 a 11 da Lei 9609/98. Já topografias de circuito encontram previsão de licenciamento nos artigos 44 a 46 da Lei 11484/07. Licenciamento de cultivares figuram no artigo 30, inciso V da Lei 9456/97⁵².

Outros títulos de propriedade intelectual também podem ser objetos de licenciamento, porém, não são elencados aqui pois o objeto contratual dos mesmos não é o licenciamento do conteúdo tecnológico. Esse é o caso das marcas e desenhos industriais, em que se licencia a aplicação de uma forma ou sinal distintivo em um produto, sendo a forma não determinada por considerações técnicas ou funcionais⁵³. Também não se elenca no rol dos licenciamentos tecnológicos os contratos que envolvem obras autorais, em que é vedada a proteção ao aproveitamento industrial ou comercial das ideias contidas na obra⁵⁴.

Embora os relatórios do FORMICT (MCTIC, 2017) apontem essa modalidade como a menos utilizada e que gera menor retorno financeiro para as ICT, esse resultado se deve ao fato do FORMICT considerar apenas a transferência tecnológica que ocorre de dentro das ICT para fora.

Licenciamento de tecnologias é comumente utilizado pelas ICT para aquisição de softwares e equipamentos necessários na consecução de pesquisas. Esses licenciamentos formais muitas vezes passam despercebidos, uma vez que geralmente são na forma de acordo de licença do usuário final (conhecido pelo acrônimo inglês EULA). Tratam-se de contratos de adesão, expostos para seu aceite na inicialização dos softwares e equipamentos.

Portanto, para sensibilizar o entrevistado quanto a existência de licenciamento de tecnologias proprietárias em que a ICT é o licenciado, não o licenciante, o roteiro de perguntas que trata de processos de TT indaga individualmente sobre a intensidade e frequência de uso desses modos de TT para dentro e para fora do laboratório.

52 Segue transcrição do artigo 30 da Lei 9456/97, único trecho da Lei dos Cultivares que versa sobre a licença voluntária de tecnologia (grifo nosso):

Art. 30. O requerimento de licença compulsória conterá, dentre outros:
V - prova de que o requerente diligenciou, sem sucesso, junto ao titular da cultivar no sentido de obter **licença voluntária**;

53 Vide artigos 100 (II) e 124 (XXI) da LPI.

54 Vide artigo 8 (VII) da LDA.

3.3.3 Contratos de transferência tecnológica (know-how)

De maneira sintética, os contratos de transferência tecnológica podem ser usados para instruir a transmissão de conhecimentos técnicos não-patenteados. Barbosa (2013) apresenta uma definição mais rigorosa, com base na literatura, conceituando o objeto desse tipo de contrato como a *comunicação de experiências empresariais*, que, supostamente, o fornecedor tem e o receptor não possui.

Essa comunicação não se restringe ao envio de conhecimento codificado (plantas, projetos, listagens, dados, *blue prints*, etc.)⁵⁵, mas tem como parte essencial a assistência técnica (treinamento, reparos, envio de técnicos, etc.), necessária para que o receptor obtenha a *oportunidade empresarial*, que se pretende auferir a partir do contrato (Barbosa, 2013).

Um ponto controverso desse tipo de contrato é a manutenção do segredo industrial. Uma vez que a *experiência* do fornecedor é tratada como um bem escasso, não patenteado, há o interesse de manter segredo sobre a mesma após a sua transmissão. Para tanto, muitos contratos apresentam cláusulas de sigilo. Outro dispositivo contratual por vezes utilizado para esse fim é a cláusula de cessação de uso da tecnologia, que importaria na devolução dos documentos transmitidos e que a experiência adquirida fosse “ignorada”. Em breve linhas, a tentativa do fornecedor é sempre de estabelecer um contrato de licença de *know-how*, e não de cessão permanente de *know-how*. Quanto a essa controvérsia, na maior parte dos casos concretos, os entendimentos do INPI, do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) e a jurisprudência vem sendo de que a transferência de tecnologia deve ter caráter total e permanente (Barbosa, 2013; Vaz e Dias et al., 2016).

3.3.4 Geração de empresas derivadas (spin-offs)

Di Giorgio (2016) preconiza que o sucesso de ICT nacionais, incluindo o CNPEM, depende, dentre outros fatores, da gestão de *spin-outs* e do estabelecimento de parcerias entre as *spin-outs* e investidores de capital de risco. O estudo de Di Giorgio é baseado em sua experiência de 9 anos atuando como gestora de inovação no CNPEM.

⁵⁵ Decorre que a assistência técnica restringe o acesso de técnicos não autorizados ao reparo dos equipamentos e produtos tecnológico, sob pena de infração contratual.

Spin-outs (termo britânico, também conhecido nos Estados Unidos como *spin-offs*) são empresas que de alguma forma derivam de uma universidade, centro de pesquisa ou de outra empresa. Lemos (2008) faz uma revisão dos conceitos de *spin-off* e apresenta cinco fatores que podem levar a empresa derivada a ser qualificada como uma *spin-off*: (1) a empresa pertencer a alunos ou a ex-alunos de graduação ou de pós-graduação; (2) pertencer a professores ou ex-professores; (3) pertencer a funcionários ou ex-funcionários; (4) ser incubada em incubadoras da universidade, centro de pesquisa ou empresa; (5) ter licenciado tecnologia da universidade, centro de pesquisa ou empresa, em que esta tecnologia seja parte fundamental do negócio da empresa derivada.

A multiplicidade de fatores apontados para definir uma *spin-off* é proporcional a pluralidade de definições encontradas na literatura, sendo muitas delas divergentes entre si (Stankiewicz, 1994). Como exemplo, para caracterizar o CNPEM, dada sua natureza de empresa privada, qualquer dos fatores levantados por Lemos (2008) seriam suficientes para enquadrá-lo como uma *spin-off*, exceto ser incubado em universidades, centros de pesquisa ou empresas.

3.3.5 Consultorias

Consultoria é um serviço técnico altamente especializado, na solução de problemas específicos. O processo de TT nesse tipo de contato depende muito do acúmulo prévio de conhecimento do receptor e da capacidade de aprendizado.

Póvoa e Rapini (2010) realizaram uma pesquisa sobre as formas de transferência de tecnologia mais utilizadas por uma amostra de grupos de pesquisa cadastrados no diretório do CNPq. No ano de 2005, um questionário foi enviado para todos os 558 líderes de grupo cadastrados nesse diretório, sendo que 178 retornaram o questionário respondido.

A pesquisa revelou que as formas mais comuns de TT eram publicações científicas, citada por 70,4% dos respondentes, seguidas de conversas informais, treinamentos e consultorias, cada uma citada por cerca de 44% dos respondentes. Licenciamento de patentes ficou em último lugar, dentre as categorias induzidas.

A contratação de pesquisadores para prestar consultorias às empresas é uma forma de TT que passa ao largo do controle administrativo dos NITs, sendo difícil de identificar,

senão pela autodeclaração do pesquisador. Contudo, a literatura que trata de TT informal, e a pesquisa aqui citada revelam a importância de investigar as consultorias como formas de transferência tecnológica (Póvoa e Rapini, 2010).

3.3.6 Bolsas de Pós-Doutorado

Um estudo empírico de Cohen, Nelson e Walsh (2002) identifica o intercâmbio de pesquisadores como uma das formas mais frequentes de transferência tecnológica informal. Link, Siegel e Bozeman (2007) esclarecem que bolsas de pós-doutorado representam um recurso chave para promoção de pesquisa universitária, e para o fluxo de troca de conhecimento para dentro e para fora.

A importância desse tipo de interação temporária do pesquisador para transferência de tecnologia se deve justamente ao nível de formação do pesquisador agraciado com a bolsa. Em sua generalidade, a bolsa de pós-doutorado é uma vaga de estágio em pesquisa, com objetivos bem direcionados, na qual pesquisador é inserido em um grupo de pesquisa ou instituição para aperfeiçoamento, consolidação ou redirecionamento de sua linha de pesquisa⁵⁶.

Contato preliminares com os entrevistados, antes da entrevista, mostraram que o perfil da amostra seria de pesquisadores doutores, com um ou mais pós-doutorados, que têm no intercâmbio acadêmico (por vezes na forma de programas de pós-doutorado com bolsa) uma das possíveis formas de atualização e de contato com novas ideias para pesquisa. Esse fato motivou a inclusão de bolsas de pós-doutorado dentre os processos de transferência tecnológica investigados no questionário.

3.3.7 Publicações científicas

A publicação de artigos em periódicos, livros, capítulos de livros, resumos e trabalhos completos em anais de congressos, normas e procedimentos técnicos, em suma, publicações científicas em geral figuram como os processos de transferência tecnológica mais frequentes no Brasil (Póvoa e Rapini, 2010).

Um dos fatores que influenciam para o sucesso dessa forma de TT no Brasil é o

⁵⁶ Informação disponível no site <<http://memoria.cnpq.br/>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

estímulo aos pesquisadores em forma de pontuação para avaliação e progressão de carreira, estímulo esse que não é tão intenso em outras formas de TT, como o patenteamento e licenciamento (Rosa e Frega, 2017).

Cabe salientar que, embora essa forma de TT tenha seu conteúdo tecnológico disponível de forma codificada (explícita), o seu alcance e credibilidade são construídos em um processo que dependerá de fatores associados à interação social. Esse processo de expansão do alcance e construção de credibilidade se dará por meio de avaliação de revisores, editores, de resenha críticas e da aceitação do público na forma de citações da publicação, em que o valor das citações será ponderado não só pela frequência, mas pela credibilidade do autor que está citando.

3.3.8 Envolvimento para fins de coautoria em publicações

É comum que o esforço de pesquisa e codificação de um conhecimento seja feito através de parcerias entre pesquisadores de diferentes instituições ou organizações. Estudos apontam que esse esforço conjunto gera importantes trocas de conhecimentos, sendo identificado como um dos processos de transferência tecnológica informal mais frequentes (Cohen, et al., 2002; Link et al., 2007).

3.3.9 Envolvimento em atividades comerciais

O envolvimento de pesquisadores em atividades comerciais para fins de transferência e comercialização de tecnologia também foi identificado como um dos processos de transferência tecnológica informal mais frequentes em estudos empíricos (Cohen, et al., 2002; Link et. al, 2007) conduzidos nos Estados Unidos. O referido envolvimento de pesquisadores em atividades comerciais é essencial para o sucesso da negociação, sobretudo quando o conteúdo tecnológico é muito específico e apenas o pesquisador saberá apresentá-lo para o possível receptor da tecnologia.

Além da divulgação da tecnologia, que apresenta vários aspectos necessários para gerar interesse do receptor, nesse processo de TT se faz necessária a presença dos pesquisadores em mesas de negociação, uma vez que detalhes específicos da tecnologia serão discutidos (e transmitidos em parte) para viabilizar a comercialização.

Para compreender o tipo de informação transmitida nesse processo, recorre-se a quatro classificações do conhecimento tecnológico presentes na literatura: o saber-fazer (*know-how*), saber-porque (*know-why*), saber-o que (*know-what*) e saber-quem (*know-who*) (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002). Para esclarecer quanto a esses conceitos, tomemos o conhecimento tecnológico sobre o prisma do binômio problema-solução, ou seja, trataremos a tecnologia como uma solução para um problema técnico de interesse social.

O *know-what* trata-se de uma informação factual, capaz de ser totalmente codificada, sendo de fácil transmissão. Diz respeito a fatos, sem apresentar juízo de valor sobre causa ou consequência. No conhecimento tecnológico seriam os dados estatísticos sobre o problema a ser resolvido e os resultados obtidos com a aplicação da tecnologia nova na solução do problema.

O *know-why* trata-se da comunicação dos princípios, teorias e leis que regem e justificam um fenômeno. É um conhecimento de teor mais científico, sendo importante, porém não obrigatório para solução do problema técnico.

O *know-how* são as habilidades e experiências individuais que possibilitam a solução do problema, independente do conhecimento teórico que fundamenta a solução.

O *know-who* é um conceito dependente do *know-how*. Uma vez que as experiências individuais necessárias para solucionar um problema técnico podem se encontrar espalhadas por diversas instituições e organizações (o que justifica a transferência tecnológica), saber onde se encontram os indivíduos capazes de contribuir para solução do problema técnico tem grande importância na solução. O *know-who* é altamente dependente do contexto, sendo uma forma de capital social associada à credibilidade, conhecimento de redes de contatos e ao prestígio. Consequentemente, é um conhecimento bastante difícil de codificar (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002).

No envolvimento de pesquisadores em atividades comerciais para fins de transferência e comercialização de tecnologia, as informações tecnológicas transferidas são principalmente o saber-o que (*know-what*) e saber-quem (*know-who*), sendo uma totalmente explícita e a outra intrinsecamente tácita. Havendo sucesso na negociação para transferência de tecnologia, a próxima etapa do processo é baseada na transmissão do saber-fazer (*know-how*).

4 APRENDIZADO E APROPRIABILIDADE NA NANOTECNOLOGIA

No capítulo anterior foram revisados conceitos transferência tecnológica, sem se discutir a possibilidade de um conhecimento ser aprendido e utilizado dentro de um dado contexto, ou mesmo, a viabilidade de uma organização ou instituição se “apropriar” de um conhecimento tecnológico ou organizacional.

Neste capítulo será discutida a forma como o contexto institucional influencia e é influenciado pela pesquisa tecnológica e pelos processos de aprendizado. Também serão apresentadas as implicações do conceito de regime de apropriabilidade na nanotecnologia.

4.1 REGIME DE APROPRIABILIDADE

Teece (1986), no artigo intitulado “Profiting from Innovation” (PFI), preconizou as vantagens de conjugar o esforço de inovação com a estratégia da firma, a fim de obter retorno dos investimentos para inovação. O autor expõe três conceitos fundamentais para o entendimento dessa estratégia integrada: (1) os ativos complementares, (2) o paradigma do *design* dominante e (3) o regime de apropriabilidade (Teece, 1986).

O autor dividiu o capital intelectual das firmas de base tecnológica em dois tipos: os ativos de inovação, que são conhecimentos tecnológicos úteis para o esforço de inovação; e os ativos complementares⁵⁷, que são conhecimentos relacionados às redes de distribuição de produtos, aos serviços correlatos (como vendas, publicidade e pós-vendas), à escalabilidade da manufatura, dentre outros (Teece, 1986). Firms mais intensivas em P&D teriam uma estratégia de inovação mais ofensiva, enquanto firmas dependentes de ativos complementares apresentariam uma postura mais defensiva.

Uma ilustração clara da diferença entre as estratégias consideradas ofensiva e defensiva pode ser encontrada na chamada uniformidade diferenciada dos produtos da indústria farmacêutica (Barbosa, 1999). Como exemplo, dado um medicamento que tenha uma patente concedida, relacionada ao seu princípio ativo, será vedada a entrada de genéricos (medicamento com o mesmo princípio ativo, sem marca) e de similares

⁵⁷ Alguns autores preferem classificar o capital intelectual como um passivo da firma (Edvinsson e Malone, 1998; Nahapiet e Ghosal, 1998), não um ativo, como já exposto anteriormente.

(medicamento com o mesmo princípio ativo, com marca diferente do medicamento de referência) durante a vigência da proteção patentária. Finda a vigência da proteção patentária sobre o princípio ativo, a disputa por diferenciação no mercado será determinada por estratégias defensivas, como o controle sobre canais de distribuição, publicidade, manufatura competitiva, além de exploração da marca, do *design* e da experiência do usuário.

Frente a esses dois momentos distintos, marcados pela existência ou não de um direito de exclusividade temporário, decorre a importância estratégica de buscar um balanço entre o esforço para inovação e a construção dos chamados ativos complementares.

Outro conceito determinante para estratégia da firma é o paradigma do *design* dominante. A partir do conceito geral de paradigma desenvolvido por Dosi (1982), Teece aponta dois momentos de aceitação de uma tecnologia: um primeiro momento pré-paradigmático, quando várias soluções técnicas competem no mercado, e um segundo estágio de paradigma do *design* dominante, quando há uma aceitação geral e uma preferência formada em torno de uma determinada solução técnica (Teece, 1986). Novamente, e com maior efeito, é destacada a importância do compromisso entre o esforço inovativo e a construção de ativos complementares. Entretanto, é apresentada uma maior complexidade para estratégia, uma vez que o estágio paradigmático pode ou não coincidir com a vigência de uma proteção patentária sobre o *design* dominante, nos casos em que essa proteção for possível ou for buscada.

Alguns autores entendem que a nanotecnologia será um novo paradigma (Wonglimpiyarat, 2005; Tolochko, 2009), que pode estar passando por um estágio pré-paradigmático (Narula, 2001).

No que diz respeito à influência dos instrumentos de propriedade intelectual na dinâmica do mercado, a abordagem econômica neoclássica enxerga as patentes como “instrumentos perfeitos de proteção” que atuam na correção de uma falha de mercado, uma vez o esforço para inovação geralmente demanda altos investimentos em relação ao custo marginal e que o capital intelectual acumulado não é líquido e executável. Logo, a função da patente seria permitir que o capital intelectual seja executável.

Por sua vez a abordagem evolucionária entende a inovação não como uma falha de mercado, mas como um processo multidimensional e imprevisível, em que o conceito de

“regime de apropriabilidade” figura como uma ferramenta mais adequada para compreender a possibilidade de um ou mais agentes se apropriarem de um esforço inventivo próprio ou alheio.

Para Teece (1986), o regime de apropriabilidade trata-se de uma dimensão exógena à firma, formada tanto pelo arcabouço jurídico que regulamenta a proteção sobre bens imateriais relativos à tecnologia, quanto pelo cenário de facilidade ou dificuldade de imitar uma tecnologia, que é determinado pelo setor da indústria e o grau tecnológico da inovação.

Pisano (2006) acompanha a definição de regime de apropriabilidade, porém, levanta a possibilidade de flexibilização da proteção à propriedade intelectual por certas ações internas da firma.

Um exemplo dessa manipulação endógena do regime de apropriabilidade, trazido por Pisano (2006), foi o caso da compra governamental intitulada Projeto Genoma Humano. O projeto foi lançado em 1990, pelo governo dos EUA, e contemplou várias universidades ao redor do mundo a fim de sequenciar o genoma humano e, em seguida, tornar a sequência pública. Com o intuito de rentabilizar os resultados dessa pesquisa e capacitar seus pesquisadores, algumas empresas privadas começaram a trabalhar paralelamente sobre o sequenciamento. Essas empresas tinham uma vantagem sobre as universidades no que diz respeito a velocidade de pesquisa, pois trabalhavam sobre dados abertos de universidades e conseguiram levantar fundos que superaram a compra governamental. A expectativa era proteger o sequenciamento, seja por segredo, seja (de forma controvertida) por meio de patentes de certos trechos. Era uma aposta das empresas que o regime de apropriabilidade seria um fator exógeno favorável à rentabilização dessa pesquisa privada paralela.

Foi então que um grupo de grandes empresas farmacêuticas, encabeçadas pela Merck, entenderam que havia possibilidade concreta dessas informações do genoma humano serem privatizadas. Isso representava um perigo real para suas posições no mercado, que foram estabelecidas com base em inovações e ativos complementares sólidos. Para mitigar o perigo dos novos entrantes do genoma, a Merck atuou diretamente sobre o regime de apropriabilidade, enfraquecendo-o. Em parceria com a Universidade de Washington foi lançado o Merck Gene Index, uma base de dados pública que colaborava na disponibilização imediata dos resultados das pesquisas de sequenciamento do

genoma (Pisano, 2006; Teece e Pisano, 2007).

Portanto, o legado e colaboração de Pisano (2006) foi validar as ferramentas teóricas de Teece (1982) e atualizar o conceito do regime de apropriabilidade como um fator exógeno e endógeno, passível de ser manipulado pelas empresas. Assim, além do esforço inovativo e dos ativos complementares, o regime de apropriabilidade passa a ser um alvo da estratégia da firma, que pode tomar ações positivas para fortalecê-lo ou enfraquecê-lo, ao invés de se ver passivamente inserida no regime.

4.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO E INSTITUCIONAL

Em uma visão departamentalizada das organizações, é comum atribuir a tarefa do aprendizado tecnológico a uma instância interna de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Christensen (1995) subdividiu em quatro tipos os ativos⁵⁸ oriundos da P&D, sendo eles os (i) ativos de pesquisa; (ii) ativos de processo; (iii) ativos de uso ou aplicação; e (iv) ativos de *design*.

A utilidade dessa subdivisão reside no fato do aprendizado tecnológico ser frequentemente tomado apenas como o resultado da pesquisa científica e tecnológica. Enquanto isso são negligenciados, dentre outros fatores, as melhorias incrementais alcançadas pela escalabilidade do processo, pelas novas aplicações, e pelo esforço criativo de natureza estética. Em outras palavras, a P&D é muitas vezes entendida na cultura de firmas de base tecnológica como apenas a “P”, enquanto o “D” é negligenciado.

Ao apresentar essa subdivisão de “P” e “D”, Christensen (1995) traça um paralelo de sua proposta com o trabalho de Teece (1986), que dividiu o capital intelectual da firmas de base tecnológica em ativos de inovação e ativos complementares (Christensen, 1995).

Em analogia ao PFI, Christensen propõe que o investimento na pesquisa reforça uma posição estratégica ofensiva da firma. Por sua vez o desenvolvimento, referente aos ativos intangíveis de processo, uso e *design*, reflete a aplicação de estratégias mais defensivas nas firmas.

⁵⁸ Para tratar com maior rigor as definições de ativos, novamente ressalta-se que alguns autores tratam o capital intelectual como um ativo dos indivíduos e um passivo da firma (Edvinsson e Malone, 1998; Nahapiet e Ghosal, 1998). Porém, ao citar Teece (1986), Christensen (1995) e Pisano (2006) nesse capítulo, foi seguida a nomenclatura original, ora decompondo o capital intelectual em “ativos” de P e D, ora em “ativos de inovação” e “ativos complementares”.

Nota-se que, embora o trabalho de Christensen seja focado nas diferentes formas de P&D interno da firma, a experiência do usuário é apontada como fator externo de grande importância, sendo tratado como fonte de informação para o departamento de P&D (Christensen, 1995).

O conceito de aprendizado tecnológico vem estressar a influência tanto dos fatores internos quanto dos fatores externos à firma no acúmulo de capacitações tecnológicas. O aprendizado é peça fundamental no processo de transferência tecnológica, sem o qual o processo torna-se mera transmissão de informações codificadas, não sendo auferida qualquer vantagem econômica das mesmas.

A dificuldade de aprendizado na nanotecnologia em muito se deve à sua transdisciplinaridade. Por exemplo, o desenvolvimento de um novo material terá aplicações em áreas do conhecimento muito distantes da engenharia de materiais. Desenvolvimentos da nanotecnologia podem encontrar aplicações nas áreas de eletrônica, semicondutores, biomembranas, medicamentos, cosméticos, alimentos, polímeros, metalurgia, dentre muitas outras. Portanto, para internalizar todas as etapas de uma pesquisa aplicada em nanotecnologia, deve-se contar com uma equipe de conhecimentos bastante diversificados ou, então, a pesquisa deverá ser feita em colaboração com outras equipes e departamentos. Um segundo fator relevante, que dificulta o aprendizado em nanotecnologia é a falta de leis e normatizações específicas para as aplicações tecnológicas (Morris, 2016).

Queiroz (2006) apresenta uma revisão sobre as formas de aprendizado tecnológico e traz uma reflexão sobre a relação das instituições com o aprendizado.

Sobre as formas de aprendizado relacionados à tecnologia, uma lista não exaustiva inclui o aprender fazendo (*learning by doing*), o aprender usando (*learning by using*), o aprender interagindo (*learning by interacting*), o aprender contratando (*learning by hiring*), o aprender em treinamento (*learning by training*), o aprender pesquisando (*learning by researching*), o aprendizado adaptativo (e.g., aprender para adaptar processos às matérias primas locais ou, então, *scaling-down* da planta do processo para adequá-la a uma menor demanda) e o “aprender a aprender”, que é a otimização dos próprios processos de aprendizado. Apesar de não exaustiva, a listagem acima traz um entendimento condensado sobre as múltiplas aplicações do conceito de aprendizado relacionado à tecnologia.

Dois aspectos da relação entre instituições e aprendizado são levantados por Queiroz (2006). Um primeiro aspecto é relativo à institucionalização do aprendizado tecnológico. O segundo aspecto está relacionado à influência do contexto institucional em que se processa o aprendizado tecnológico.

Queiroz (2006) esclarece que a institucionalização do aprendizado pode ser vista como um processo de criação de estruturas organizacionais, estruturas essas tanto internas quanto externas à instituição, que transformam as invenções e mudanças tecnológicas em fatos rotineiros, ou seja, é a forma como o aprendizado se consubstancia em rotinas (Queiroz, 2006). Esse aprendizado institucionalizado é uma forma de realização da transferência tecnológica, em que o conhecimento do indivíduo é transmitido à instituição. Lembramos que o capital intelectual do indivíduo é considerado um passivo para instituição, podendo se tornar, em parte, um ativo pelo esforço de institucionalização do aprendizado.

Por sua vez, o contexto institucional também se baseia em estruturas internas e externas, estruturas essas como regimentos e normas internas, contratos sociais, legislação e normas técnicas, instituições de fomento à pesquisa, agências reguladoras, universidades e centros de formação, em suma, todo contexto institucional interno e externo que determina a forma e a possibilidade do aprendizado. Ao tempo que esse contexto define a forma do aprendizado, esse mesmo contexto é modificado a cada novo aprendizado tecnológico (Queiroz, 2006).

Essa dupla implicação, que uma nova tecnologia tem no contexto institucional, e *vice versa*, compõe um cenário que os neoschumpeterianos chamaram de “teoria da coevolução” (Dosi e Malerba, 1996), aqui já citada anteriormente.

Para Lundvall e Johnson (2000), os conceitos chave para implementação de estratégias de inovação e desenvolvimento na sociedade do conhecimento são o aprendizado institucional e a coesão das estruturas sociais (capital social). Cunha e Passador (2006), indo ao encontro do entendimento de Queiroz, (2006) esclarecem que o aprendizado institucional refere-se à capacidade de aprimoramento de instituições que incluem mecanismos de controle social, leis e normas. Essas instituições delimitam e restringem as relações entre os agentes e, portanto, são a base e a garantia da segurança nas relações, criando um cenário de maior confiança, que viabiliza a cooperação no processo de inovação sistêmico (Cunha e Passador, 2006).

Em suma, para que haja aprendizado em qualquer processo de transferência tecnológica, além da dimensão individual, concorrem no processo uma dimensão social (interações) e uma dimensão institucional (rotinas, leis, regulamentos, instituições, etc.). Essas dimensões se afetam mutuamente (Dosi e Malerba, 1996).

4.3 NANOTECNOLOGIA E PATENTES

Nanotecnologia é uma área aplicada do conhecimento que trabalha na construção de estruturas a partir de átomos e investiga as características únicas dessas estruturas (Drexler, 2004). Nessa escala atômica, às leis da física quântica passam a predominar⁵⁹, o que faz com que os nanomateriais, nanoestruturas e nanodispositivos apresentem comportamentos surpreendentes, abrindo uma gama de novas aplicações (Lamley, 2005).

Lemley (2005) aponta que uma das dificuldades enfrentadas por requerentes de patentes de nanotecnologia decorre de sua interdisciplinaridade. Em outras áreas da tecnologia, uma aplicação tecnológica geralmente é direcionada para um setor da indústria específico, às vezes para alguns setores correlatos. Na nanotecnologia, os novos conhecimentos geralmente se referem a propriedades de nanomateriais ou nanoestruturas, tendo aplicações em diversos setores da indústria (Lemley, 2005).

A proteção por patente desses nanomateriais ou estruturas tem crescido expressivamente. Esse crescimento pode estar causando um efeito conhecido como “emaranhado de patentes” (em inglês, *patent thicket*), que é um acúmulo de proteções sobrepostas em uma mesma área que bloqueia a entrada de novos desenvolvimentos. Soma-se isso ao fato de que a nanotecnologia se tratar de uma tecnologia emergente de base-científica, e essas proteções se sobrepõem justamente sobre as primeiras aplicações de estruturas e elementos básicos da nanotecnologia, que foram chamadas pelo autor de “blocos de construção” da nanotecnologia (Lemley, 2005).

Em contraposição a Lemley (2005), Morris (2016) argumenta que não haveria um “emaranhado de patentes” em nanotecnologia que bloqueia o desenvolvimento de novas aplicações. Para a Morris (2016), qualquer tecnologia emergente de base científica, como

⁵⁹ Como nota deste autor, para um maior rigor da definição, cabe notar que a mecânica do contínuo é um caso especial da mecânica quântica, em que contribuições infinitesimais dão lugar a eventos estatisticamente contínuos. Portanto, as leis da quântica se aplicam em quaisquer fenômenos físicos, seja em escala macro ou nano.

é a nanotecnologia, terá mais patentes de ICT, do que de empresas, havendo muita dificuldade de transmitir o conhecimento, em grande parte tácito e com terminologia e padrões em construção, e pouco investimento em desenvolvimento, se comparado às tecnologias maduras. A autora lista ainda outros fatores relevantes para limitação do desenvolvimento na área, que incluem incertezas econômicas, longos ciclos de desenvolvimento, falta de financiamento público e privado, alto custo dos equipamentos necessários para pesquisa, problemas regulatórios e de segurança (Morris, 2016).

Stiles (2011) discorre quanto aos padrões e terminologias em construção na área de nanotecnologia, afirmando que essa condição dá ao engenheiro de patentes uma liberdade especial para escolher quais termos usar na elaboração das reivindicações do pedido de patente. Por exemplo, um requerente pode reivindicar nanotubos, enquanto o outro reivindica nanofibras, quando na verdade ambos descrevem a mesma estrutura.

Outra prática, que pode resultar em falta de clareza sobre o objeto reivindicado no pedido de patente (em prejuízo do entendimento do examinador de patentes e do público que busca informação tecnológica) consiste na seleção de palavras dentro de um campo semântico de área diversa daquela cuja aplicação da tecnologia se destina. Essa prática poderia conduzir a uma concessão indevida da patente, que contribuiria para sobreposição de direitos de exclusividade e para o emaranhado de patentes (Stiles, 2011).

Schellekens (2010) revela outro problema enfrentado pela nanotecnologia para se adequar ao sistema de patentes. Vários dos nanomateriais ou nanoestruturas cujas aplicações tecnológicas vêm sendo estudadas têm ocorrência na natureza, sendo portanto não-patenteáveis (Schellekens, 2010). Um exemplo desses materiais é o fulereno, que tem diversas aplicações em nanotecnologia, porém, não há nenhuma patente que reivindique uma estrutura de fulereno *per se* (Lemley, 2005). Isso não impede que o fulereno seja protegido em reivindicações de uso ou mesmo de processos de produção.

Porém, essas duas formas de reivindicação (uso e processo de produção) resultam em uma proteção mais “fraca” para os materiais. Isso se deve ao fato de que várias patentes de uso de um mesmo material podem coexistir, sem que uma impeça os direitos da outra, e o mesmo é válido para patentes de processo de produção. Por outro lado, apenas uma patente de produto pode existir para um determinado material, de onde decorre que a patente de produto é uma proteção mais forte para materiais. Essa linha de

raciocínio pode ser replicada para fármacos e dispositivos em geral, as patentes de produto sempre sendo proteções mais fortes que as patentes de processos de produção ou uso⁶⁰.

Ainda sobre materiais e dispositivos, Zech (2009) esclarece que patentes de materiais são descritas pela sua composição, independente do formato. Já dispositivos, como máquinas e utensílios, têm sua descrição baseada essencialmente na forma de seus componentes e sua montagem. A nanotecnologia torna essa divisão obscura, uma vez que os materiais são determinados por sua estrutura, e podem ter funções ativas de nanomáquinas (Zech, 2009).

Em resumo, havendo ou não um “emaranhado de patentes”, é ponto pacífico na literatura que o número de patentes em nanotecnologia vem crescendo, e que uma parcela significativa dessas patentes versa sobre elementos básicos da nanotecnologia, posto que trata-se de uma tecnologia de base científica (Lemley, 2005; Schellekens 2010; Stiles, 2011; Morris, 2016). Esse fato se soma a outras dificuldades identificadas para se patentear desenvolvimentos em nanotecnologia, o que implica num enfraquecimento do regime de apropriabilidade, ao tempo que a dificuldade de aprendizado e de imitar fortalecem esse regime.

4.4 NANOTECNOLOGIA, LEGISLAÇÃO, NORMALIZAÇÃO E REGULAÇÃO

A falta de normalização na nanotecnologia não figura apenas como obstáculo para a segurança jurídica dos títulos de patentes (Schellekens 2010; Stiles, 2011; Morris, 2016) e como impeditivo para trocas entre comunidades epistêmicas (Johnson, Lorenz e Lundvall, 2002), mas também impõe um desafio para inovação devido às exigências cada vez maiores da sociedade em relação ao meio ambiente e à saúde pública (Rainville, 2017).

Reprisa-se aqui uma discussão já apresentada sobre customização *versus* normalização (Cherbrough, 2012). A customização pode figurar como um fator a favor da democratização das inovações de produtos e serviços (Von Hippel, 2009), enquanto a normalização pode ter um efeito contrário à democratização, dependendo dos interesses de representantes que têm assento nos organismos de normalização (OMPI, 2018). Decorre que a escolha por uma tecnologia ou um padrão nunca é neutra.

⁶⁰ Essa linha de raciocínio é baseada na experiência pessoal do autor dessa dissertação.

Desde 2010 vem sendo editadas normas sobre nanotecnologia pela comissão técnica ISO/TC229⁶¹, da *International Organization for Standardization* (ISO). O trabalho ainda está em grande parte sendo revisto, no entanto, até janeiro de 2019 já haviam sido publicadas 66 normas numa primeira versão, enquanto 42 propostas de normas estavam em fase de elaboração. A Comissão Técnica ISO/TC229 possui 33 membros participantes e 19 membros observadores.

O trabalho da comissão de nanotecnologia da ISO é dividido em grupos que tratam de: terminologia e nomenclaturas; medições e caracterizações; sustentabilidade, consumidores e impactos sociais; saúde, segurança e meio ambiente; especificações de materiais; e, produtos e aplicações.

O Brasil é representado na comissão de nanotecnologia pela ABNT, tendo 1 dentre os 33 assentos de membro participante. Segue, na figura 4, um mapa da distribuição de assentos na Comissão Técnica ISO/TC229 por países e por tipo de membro.

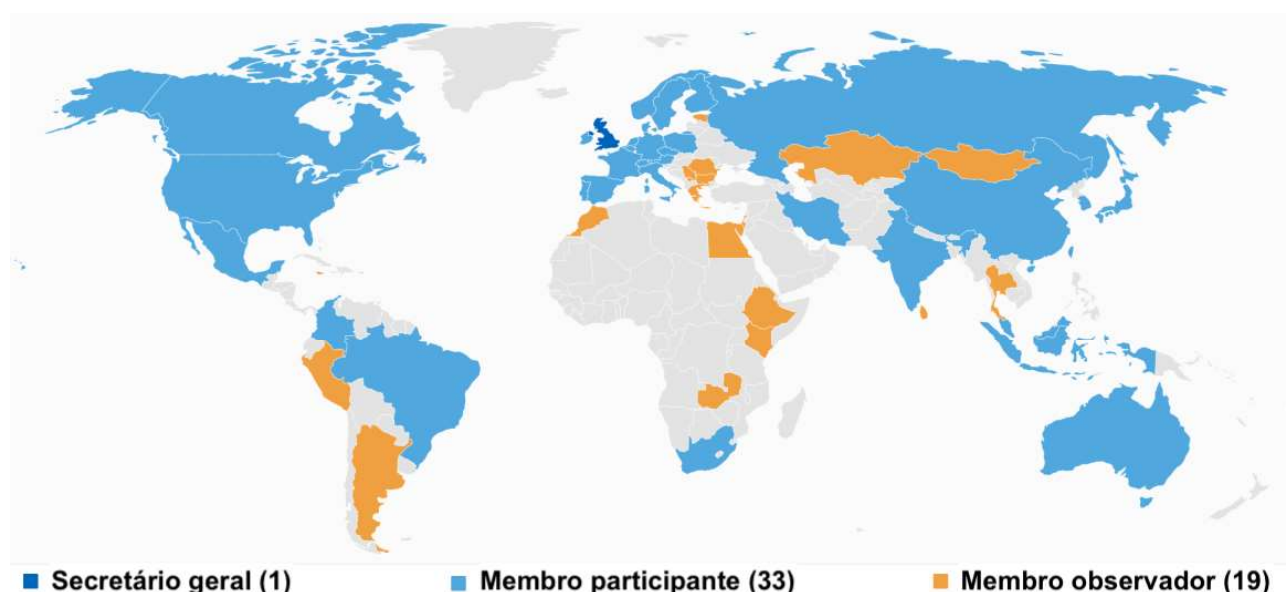


Figura 4 – Distribuição de assentos na Comissão Técnica ISO/TC229 por países e por tipo de membro em 2019. Fonte: ISO (*International Organization for Standardization*).

Além da normalização, outro aspecto interessante que se contrapõe à tendência de customização dos serviços inovadores é a legalização e a regulação. Telésforo (2017)

⁶¹ Informações sobre a Comissão Técnica ISO/TC229 aqui expostas estão disponíveis no site <<https://www.iso.org/member/1579.html>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

ensina que “a inovação tecnológica é inevitável. A regulação, opcional”, em sua dissertação sobre inovação disruptiva e ciclos de intervenção regulatória, que tem como objeto o caso da empresa UBER no Brasil (Telésforo, 2017).

Se a questão regulatória é de extrema importância para uma empresa privada, como a UBER, muito mais será para as ICT. No caso de ICT públicas, que são regidas pelo princípio da legalidade⁶², a regulação será limitante das possibilidades de fazer pesquisa e desenvolvimento.

Também no caso do LNNano/CNPEM, tendo natureza de ICT privada, a regulação será importante para várias questões, incluindo a possibilidade de receber fomento de certas fontes e, ainda, a restrição direta da própria pesquisa em nanotecnologia.

Sobre a restrição direta da pesquisa, cabe destacar o projeto de lei PL 6741/2013, que visa estabelecer a responsabilidade do governo pela gestão de cadastro nacional para controle e acompanhamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, geração, comercialização e inserção no mercado de nanoproductos.

Outro projeto de lei que também versa sobre o tema é o PL 5133/2013, que determina que todos os produtos desenvolvidos com nanotecnologia contenham rótulos com a informação. De acordo com o texto, até mesmo os produtos oriundos de animais alimentados com ração com nanomateriais deverão ser rotulados.

Ambos os projetos tramitam conjuntamente na Câmara dos Deputados, aguardando a apreciação da mesma, o primeiro tendo sido apensado ao segundo em 05 de maio de 2017.

Embora o cenário jurídico, regulatório e de normalização da nanotecnologia esteja em construção, nesse estágio pré-paradigmático da tecnologia emergente, o cenário incerto figura como um dado neutro. Recobrando que no estágio pré-paradigmático há uma competição pela melhor solução técnica para o mercado, que depende de uma grande acúmulo de conhecimentos e capacidade de aprendizado. Logo, as ICT têm papel fundamental na fase pré-paradigmática, junto com as políticas de governo na criação de um contexto institucional favorável à inovação. Já no estágio paradigmático, a competição é concorrencial, entre firmas, fortemente galgada em torno de ativos complementares.

⁶² O princípio da legalidade é uma cláusula pétrea da Constituição Federal, constante de seu art. 37, *caput*. Meirelles (2005) ensina que: “a legalidade, como princípio de administração, significa que o administrador público está, em toda sua atividade funcional, sujeito aos mandamentos da lei, e às exigências do bem comum, e deles não se pode afastar ou desviar, sob pena de praticar ato inválido e expor-se à responsabilidade disciplinar, civil e criminal, conforme o caso”.

Segundo Mandel (2013):

“the emergence stage in particular, with a high degree of uncertainty and a low degree of attachment to any status quo, can present a unique opportunity to bring together diverse stakeholders to produce a collaborative governance process rather than a resource-draining adversarial battle” (Mandel, 2013, p. 45)⁶³

Essa visão é compartilhada por Paddock e Masterton (2013):

“Through the early stages of a technology’s development can be an opportune moment to take advantage of the flexibility of new approach. (...) The early stages of an emerging technology’s development present a unique opportunity to shape future. But it is an opportunity that does not remain open forever. Interest, investment and opinion can quickly vest around regulatory and governance expectations” (Paddock e Masterton, 2013, p. 62)⁶⁴

O advento da nanotecnologia vem sendo posicionado como promissor e de grande transversalidade na economia, assumindo contornos de um paradigma tecnológico na proposição de novos materiais, novos produtos intensivos em conhecimento e de alto valor agregado. Ao se referir à nanotecnologia, Galembeck (2010) explica que:

”a introdução de um novo material produz rupturas, maiores ou menores, em

63 Tradução livre de trecho acima:

“o estágio de emergência [de uma nova tecnologia], em particular, com um alto grau de incerteza e um baixo grau de apego a qualquer *status quo*, pode apresentar uma oportunidade única de reunir diversas partes interessadas para produzir um processo de governança colaborativa, em vez de uma batalha adversarial que drena os recursos.” (Mandel, 2013, p. 45)

64 Tradução livre de trecho acima:

“Nos estágios iniciais do desenvolvimento de uma tecnologia, pode ser um momento oportuno para aproveitar a flexibilidade da nova abordagem. (...) Os estágios iniciais do desenvolvimento de uma tecnologia emergente apresentam uma oportunidade única para moldar o futuro. Mas é uma oportunidade que não permanece aberta para sempre. Interesse, investimento e opinião podem rapidamente se basear nas expectativas de regulamentação e governança” (Paddock e Masterton, 2013, p. 62)

cadeias produtivas maduras e pode causar a eliminação de outras cadeias. Por isso, é um processo que gera resistências e oposições pessoais e institucionais.” (Galembeck, 2010, p. 254)

Assim, as políticas para nanotecnologia devem também abrir possibilidades de encadear o desenvolvimento, a produção de materiais avançados e, inclusive, os produtos onde serão aplicados, ou seja, a cadeia de valor deve ser apoiada para que o esforço de desenvolvimento científico-tecnológico nacional não seja apropriado por grandes empresas estrangeiras.

5 ESTUDO DE CASO DO LNNano/CNPEM

5.1 BREVE HISTÓRICO

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM, nome como passou a ser chamada a partir de 2009 a antiga Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron - ABTLus (sendo feita a alteração de nome em seu contrato social em 2011), figura como a primeira Organização Social (OS) constituída no Brasil (Lemos Filho, 2000). Fundado em 1997, atua nas áreas de pesquisa em energia, materiais e biociências.

A Lei 9.637/98 dispõe que “Organização Social é a pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, constituída como fundação ou associação civil e qualificada, na forma da lei, pelo Poder Público, para o desempenho das atividades na área de ensino, pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico, proteção e preservação do meio ambiente, cultura e saúde”. Resumidamente, as Organizações Sociais trabalham como alternativas à Administração Pública direta e indireta no desempenho de tarefas de interesse público. Segundo Di Pietro (2009):

“(...) [Organização Social] é a qualificação jurídica dada à pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, instituída por iniciativa de particulares, e que recebe delegação do Poder Público, mediante Contrato de Gestão, para desempenhar serviço público de natureza social”. (Di Pietro, 2009)

Podem ser encontrados no site do CNPEM vários relatórios e documentos disponíveis para consulta pública, por exemplo, documentos referentes às metas do contrato de gestão e seu cumprimento, recursos aportados, projetos internos em andamento, parceiros envolvidos em projetos internos e utilização dos laboratórios por usuários externos⁶⁵.

O centro de pesquisa também se preocupou disponibilizar em seu *site*⁶⁶

⁶⁵ Relatório Anual de 2017 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2017>>, Relatório Anual de 2016 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/15993>> e Relatório Anual de 2015 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2015>>. Todos acessados em 03 de janeiro de 2019.

⁶⁶ Referência ao site <<http://cnpem.br>>, acessado em 2 de janeiro de 2019

informações que preservam a memória do CNPEM por meio de relatos e documentos, inclusive, visibilizando alguns marcos importantes na forma de uma linha do tempo. O que segue é um breve resumo dessas informações autodeclaradas no site do CNPEM.

O campus do CNPEM possui quatro laboratórios principais. O primeiro laboratório, cronologicamente, foi o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS, cuja idealização surgiu de uma proposta preliminar de estudo de viabilidade (Lobo et al., 1983) enviada para o CNPq.

Na época, mesmo com o retorno de vários cientistas ao Brasil (que haviam saído durante o regime militar), trazendo experiências de pesquisas em equipamentos modernos em outros países, a proposta encontrava bastante resistência da comunidade científica, dada a complexidade e o elevado custo do equipamento de radiação síncrotron, custo esse que trazia temor de que outros projetos em andamento pudessem ser afetados⁶⁷. Mesmo assim, a proposta foi aceita pelo CNPq, ainda em 1983, o que culminou na criação do Projeto Radiação Síncrotron, em 1983.

Em 1985, após algum desenvolvimento do projeto, o CNPq escolheu Campinas (dentre as opções viáveis que incluíam Rio de Janeiro, Niterói e São Carlos) como cidade que iria sediar o Laboratório Nacional de Radiação Síncrotron. As instalações começaram a ser construídas no final de 1986, sendo inaugurado formalmente em 1997, ano que recebeu o nome Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e passou a operar a única fonte de luz síncrotron da América Latina. Para 2019 é prevista a inauguração do Sirius, nova instalação do laboratório que terá uma das primeiras fontes de luz síncrotron de 4ª geração do mundo, e a mais brilhosa de todas nessa categoria.

O segundo laboratório criado foi o Laboratório Nacional de Biociências – LNBio, (antigo Centro de Biologia Molecular e Estrutural – CeBiME), que foi gestado no LNLS e, em 2009, passou a atuar como um laboratório independente do primeiro, tendo foco na pesquisa sobre biotecnologia e fármacos.

O terceiro foi o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia de Bioetanol – CTBE, inaugurado em 2010. A idealização do CTBE tem origem em 2005, quando o MCTI encomendou uma pesquisa ao Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético –

⁶⁷ Informações constantes de entrevista com Aldo Felix Craievich, cientista que teve uma importante participação ao longo de todo o processo de criação do LNLS, realizada pela repórter Verônica Savignano, disponível em: <<https://www.sbpmat.org.br/pt/historia-do-laboratorio-nacional-de-luz-sincrotron-parte-1-o-sonho-de-uma-grande-maquina-de-pesquisa-no-brasil-e-os-passos-previos-a-construcao-do-laboratorio>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

NIPE, da UNICAMP, para identificar os fatores que limitam a expansão, em larga escala, da produção brasileira de etanol. Essa pesquisa foi conduzida por Cerqueira Leite e [dezenas de] colaboradores (2009). Os resultados apontaram para a necessidade de aprofundar o conhecimento científico na área de bioetanol, a fim de alcançar o aumento de produtividade esperado pelo Ministério. Isso instigou o MCTI a aprofundar sua contribuição nessa área, culminando na criação do CTBE, para investigar novas tecnologias para a produção de etanol celulósico.

Finalmente, o quarto foi o Laboratório Nacional de Nanotecnologia – LNNano, fundado em 2011, que incorporou três laboratórios originalmente pertencentes a gestão do LNLS, que investigavam questões de nanotecnologia, sendo esses: o Laboratório de Microscopia Eletrônica – LME, o Laboratório de Ciência de Superfícies – LCS, e o Laboratório de Microfabricação e Filmes – LMF.

Hoje o LNNano compreende seis laboratórios. Além dos três laboratórios originários, foram criados o Laboratório de Materiais Nanoestruturados – LMN, o Laboratório de Caracterização e Processamento de Metais – LCPM e o Laboratório de Dispositivos e Sistemas Funcionais – LDSF. Finalmente, a estrutura organizacional de atuação do LNNano conta ainda com alguns grupos, dentre eles o grupo de pesquisa em Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia (NBT)⁶⁸, o grupo de pesquisa de Crio Microscopia Eletrônica de Partícula Única e o grupo de Suporte para Negócios e Parcerias Industriais.

O recorte do estudo versa sobre os três últimos anos, 2015 a 2017, sendo excetuado o ano de 2018 por ainda não haver um relatório anual consolidado disponível para esse período.

O ano de 2011 se destaca por ser o ano em que o laboratório se separa do LNLS/CNPEM, tendo que formular sua política interna própria e seus quadros de coordenadores e diretoria. No ano de 2012 é iniciado o projeto SisNANO, que cria uma nova linha de repasses do MCTI por contrato de gestão⁶⁹.

No triênio de 2012 a 2014 o laboratório passa por um período de aquisição de

68 O grupo de pesquisa NBT está cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil da base Lattes (CNPq) com o nome Nanomedicina e Nanotoxicologia (informação atualizada pelo líder do grupo em 07 de dezembro de 2017). Entretanto, no site do LNNano, o nome que consta para o grupo é *Nanobiotechnology and Nanotoxicology Group* (data de publicação do site 03 de abril de 2017).

69 Contratos de gestão são acordos firmados entre o Poder Público e instâncias da administração direta ou indireta (conforme Constituição Federal, artigo 37, §8º), bem como firmados entre o Poder Público e Organizações Sociais (conforme Lei 9.637/98). O contrato de gestão estabelece repasses de verba do Poder Público para a OS e determina metas de desempenho da OS, para manutenção desse contrato.

novos equipamentos e aprendizado. Na percepção auferida em entrevista, esse período é bastante marcado pelas contribuições individuais de seus quadros, sendo citado em particular a contribuição do primeiro diretor do laboratório, o professor Fernando Galembeck, que atuou desde 2011 até o início de 2015, figurando como autor e inventor em várias linhas de pesquisas.

As entrevistas revelaram que o diretor desse período não atuou só como pesquisador e gestor, mas também emprestou seu capital social (prestígio, reconhecimento entre pares e rede de contatos) para direcionar ativamente o estabelecimento de cooperações e parcerias. Um dos entrevistados apelidou esse triênio de “a era Galembeck”, dado o grau de centralidade do pesquisador diretor.

O triênio de 2015 a 2017 é marcado por novos quadros de diretoria e por um período de (re)estruturação e amadurecimento de políticas internas (também de acordo com percepção dos entrevistados). Confrontada com a literatura, essa percepção guarda semelhança com o conceito de aprendizado institucional (Queiroz, 2006; Cunha e Passador, 2006).

Portanto, além do triênio de 2015 a 2017 ser selecionado como recorte de pesquisa por ser curto o suficiente para ser confrontado com a percepção auferida no momento da entrevista, e longo suficiente para atenuar eventos pontualmente discrepantes, também trata-se de um triênio bastante distinto do anterior. Quanto ao triênio anterior, de 2012 a 2015, embora não se tenha informações dessa época coletadas por meio de entrevista, foram coletados os mesmos dados documentais em ambos os triênios, para análise da série histórica.

5.2 RECURSOS FINANCEIROS

A maior parte do financiamento do CNPEM vem do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação - MCTIC, repassado por meio de contrato de gestão. Porém, também há aporte de recursos outras fontes⁷⁰, originários de convênios e projetos com instituições internacionais (e.g., Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia) e com instituições nacionais, como o CNPq, a FAPESP, o CAPES, o

⁷⁰ Entre 2013 e 2015 os recursos de outras fontes, que não o contrato de gestão, representaram cerca de 30,2% do orçamento do LNNano, segundo dados declarados pelo LNNano no Plano de Relacionamento com Setores do AIS, documento interno do laboratório, gentilmente cedido para consecução dessa dissertação.

BNDES, a EMBRAPPI e a FINEP. Finalmente, um aporte bastante significativo é obtido por investimentos de empresas em projetos.

Em 2017, recursos de empresas contribuíram com cerca de 16% do volume total de R\$ 82,8 milhões recebido pelo LNNano de todas as fontes nesse ano, incluindo o contrato de gestão.

A execução orçamentária dos valores auferidos pelo contrato de gestão⁷¹ do MCTIC é dividida em duas categorias: projetos específicos (projetos Sirius, SisNANO, Biotec)⁷² e um orçamento geral para todo CNPEM.

A execução desse orçamento geral no triênio de 2015 a 2017 girou em torno de R\$ 75 milhões anuais, cobrindo basicamente o pagamento da folha de pessoal do CNPEM (que compromete mais de 70% desse orçamento) e o custeio de despesas (com destaque para energia elétrica, que representa quase a metade das despesas).

Destaca-se que de 2015 a 2017 os valores repassados por contrato de gestão foram descritos como “valores de operação reduzida”, sendo menores do que o esperado para acompanhar a expansão dos laboratórios e, também, não refletindo a elevada inflação e as sobretaxas de energia elétrica observadas nesse triênio. Isso acarretou cortes de pessoal, inclusive de pesquisadores, ano após ano.

Quanto aos valores para projetos específicos, no triênio de 2015 a 2017 o SisNANO recebeu um valor cerca de 8 vezes menor que o orçamento geral, sendo quase a totalidade desse valor destinada a investimento em equipamento e instalações. Já o projeto Biotec recebeu um valor cerca de 30 vezes menor que o orçamento geral.

Por outro lado, o projeto Sirius recebeu um valor cerca de 5 vezes maior que o orçamento geral, sendo basicamente destinado à construção da laboratório com a nova fonte de luz síncrotron.

5.3 EIXOS DE ATUAÇÃO

As atividades dos laboratórios do CNPEM são divididas em quatro eixos principais de atuação, embora algumas ações possam ser classificadas simultaneamente em mais

⁷¹ Todos os dados dessa seção constam do contrato de gestão do CNPEM, disponível em: <<http://cnpem.br/acesso-informacao/contrato-de-gestao/>>, acessado em: 03 de janeiro de 2019.

⁷² Projetos de construção e expansão de instalações e equipamentos do CNPEM.

de um dos eixos aqui definidos. A ordem desses eixos denota uma preferência, iniciando pela atividade mais incentivada.

Os eixos de atuação, conforme propostos pelo CNPEM⁷³, encontram-se listados e descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Eixos de atuação do CNPEM.

Eixos de atuação	Voltado para	Descrição
eixo 1	usuários externos	Disponibilização das instalações do laboratórios para usuários externos
eixo 2	pesquisa interna	Pesquisa e desenvolvimento, cujas linhas são definidas e conduzidas por pesquisadores internos
eixo 3	apoio à inovação	Apoio ao setor produtivo no esforço para inovação ⁷⁴ , incluindo parcerias em pesquisa, desenvolvimento e inovação prestação de serviços tecnológicos e transferência de tecnologia
eixo 4	capacitação e treinamento	Organização de cursos de capacitação, treinamento, bolsas de pós-graduação e de estágio, dentre outras ações educacionais e de extensão

Fonte: Relatório anual de 2017 (CNPEM, 2018).

Em 2017, os seis laboratórios que compõem o LNNano tiveram uma taxa de ocupação de 96%, totalizando 35041 horas de uso. Com referência aos principais eixos de atuação descritos acima, o eixo 1 (usuários externos) de atuação contribuiu com 38% das horas utilizadas, enquanto o eixo 2 (pesquisa interna) com 29%, o eixo 3 (apoio à inovação) com 25% e, finalmente, o eixo 4 (capacitação e treinamento) com 4%.

A figura 5 apresenta a utilização por eixo de atuação e por laboratório do CNPEM no ano de 2017. Esses dados de distribuição de horas utilizadas aponta uma maior

⁷³ Todos os dados dessa seção constam do Relatório Anual de 2017 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2017>>, Relatório Anual de 2016 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/15993>> e Relatório Anual de 2015 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2015>>. Todos acessados em 03 de janeiro de 2019.

⁷⁴ Na descrição de atividades apresentada nos relatórios anuais do CNPEM, o eixo 3 é descrito como “apoio a inovação”. A título de rigor da terminologia, as atividades de ICT que visam a geração de novos produtos, processos e serviços úteis são chamadas de esforço para inovação.

atuação do LNNano como “instalação aberta” (*open facility*) para usuários externos. Essa característica de ser uma *open facility* é de fato um dos principais objetivos estratégicos estabelecidos no Contrato de Gestão com o MCTIC para todos os laboratórios desse centro de pesquisa. O Contrato de Gestão coloca como meta a disponibilização de pelo menos 40% das horas dos laboratórios do CNPEM para o eixo 1 (usuários externos).

Portanto, decorre que tornar o CNPEM uma *open facility* faz parte da política pública então implementada através do Ministério. Esse tipo de atuação pode estimular as formas de cooperação inter-firmas por compartilhamento de equipamentos e troca de experiências, previstos nos APL (Garcez, 2000).

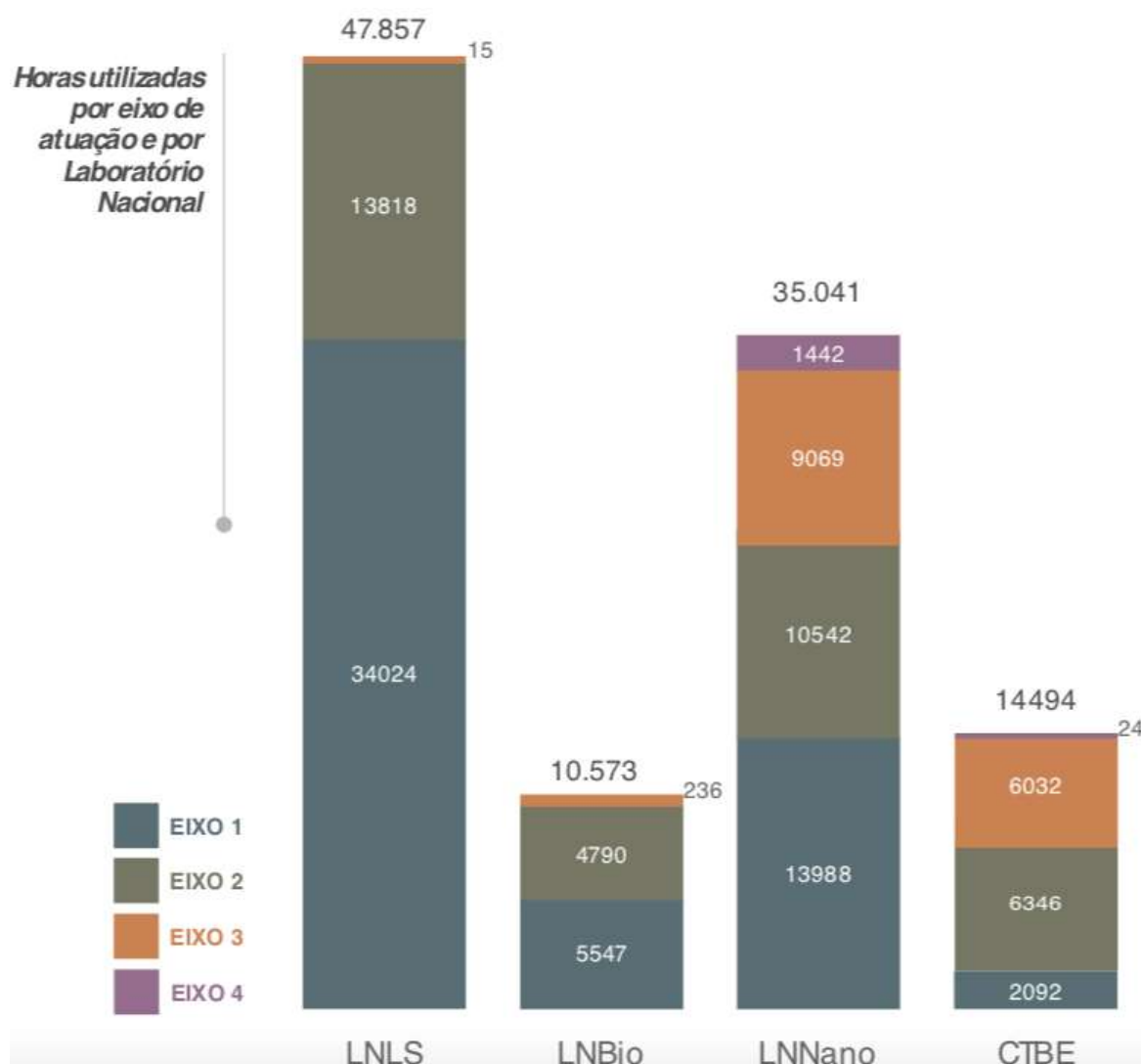


Figura 5 – Utilização de instalações dos laboratórios em 2017, por horas e por eixo de atuação.

Fonte: Relatório anual de ano base 2017 do CNPEM

Quanto aos outros três laboratórios, o LNLS e o LNBio são os que mais contribuem para atingir essa meta de atendimento a usuários externos, alocando suas instalações na maior parte do tempo para o eixo 1 (usuários externos), enquanto que o CTBE tem uma menor vocação para *open facility*, tendo contribuição mais consistente nas atividades do eixo 2 (pesquisas internas) e do eixo 3 (apoio à inovação).

Além de representar as prioridades estratégicas dos laboratórios, os dados de utilização das instalações por eixo trazem uma estimativa da proporção de recursos despendidos por eixo (considerando que as instalações e o pessoal engajado em sua operação e sua manutenção representam a maior parte dos recursos despendidos). Assim, sem pormenorizar o orçamento de cada projeto, pode se estimar uma “eficiência” da aplicação de recursos se confrontados os resultados de cada eixo com as horas nele alocadas. A figura 6 apresenta a quantidade de horas de utilização do LNNano, por eixo de atuação, nos anos de 2015 a 2017, bem como no acumulado do triênio.

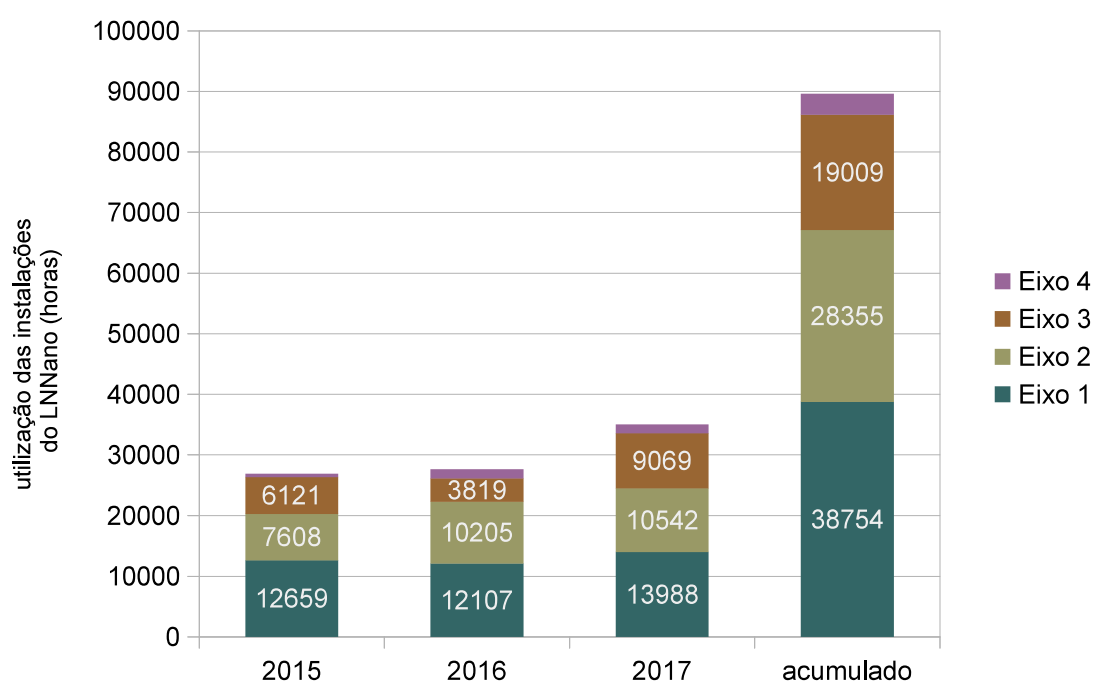


Figura 6 – Utilização de instalações do LNNano de 2015 a 2017, por horas e por eixo de atuação. Fonte: Relatórios anuais de anos base 2015, 2016 e 2017 do CNPEM.

No acumulado dos três anos no LNNano, o eixo 1 (usuário externo) contribuiu com cerca de 43% das horas utilizadas, o eixo 2 (pesquisa interna) com 32%, o eixo 3 (apoio à inovação) com 21% e o eixo 4 (treinamento) com 4%, totalizando 89581 horas disponibilizadas para as atividades dos quatro eixos, de 2015 a 2017.

Cabe salientar que os laboratórios pode dispor de mais de 24 horas de uso por dia, pois possuem diferentes instalações que podem ser utilizadas concomitantemente.

5.4 RECURSOS HUMANOS

Em 2017⁷⁵, o CNPEM contou com um quadro de 568 funcionários em regime de CLT, sendo 50 desses funcionários alocados no Laboratório Nacional de Nanotecnologia.

Dentre os 50 funcionários do LNNano/CNPEM, 13 (treze) tinham carreira científica, ou seja, eram os colaboradores responsáveis pelas linhas de pesquisa interna previstas no eixo 2, sendo esse o cargo com maior número de funcionários no laboratório. Os demais 37 funcionários tinham carreiras conforme tabela 4.

Tabela 4 – Carreiras dos colaboradores do LNNano/CNPEM em 2017.

carreira	funcionários	atribuições
administrativa	3	suporte administrativo às atividades do CNPEM
científica	13	responsáveis pelas linhas de pesquisa interna previstas no eixo 2
especialista	12	atribuições similares à carreira científica, porém esses profissionais não definem as linhas de pesquisa e é acrescida a atribuição de atender usuários externos
gerencial	2	gestão de infraestrutura, processos e/ou pessoas, administração de recursos institucionais e verificação de desempenho e resultados da sua área de atuação
profissional	10	assistir colaboradores de carreira científica em atividades relacionadas à pesquisa
técnica	9	apoio técnico geral, aos usuários das instalações ou em áreas de desenvolvimento tecnológico de interesse do CNPEM

Fonte: Relatório anual de 2017 (CNPEM, 2018).

⁷⁵ Todos os dados dessa seção constam do Relatório Anual de 2017 do CNPEM, disponível em <<http://cnpem.br/relatorios-de-2017/>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

Outro fator importante nos recursos humanos do LNNano são as bolsas de estudo, previstas no eixo 4 (capacitação e treinamento) de atuação do laboratório. Em 2017 foram oferecidas 71 bolsas para pesquisadores externos, de modo que os bolsistas mais que dobraram o quadro pessoal engajado nas atividades do laboratório. Desses bolsistas, houve 38% na modalidade de doutorado, seguidos de 21% graduandos, desenvolvendo atividades de iniciação científica, e 18% na modalidade de mestrado, sendo as demais bolsas distribuídas em outras modalidades, incluindo pós-doutorado.

Quanto aos recursos humanos do CNPEM, cabe reprimir um dado financeiro sobre o peso da folha de pagamento de pessoal no orçamento do contrato de gestão. A folha compromete cerca de 70% desse orçamento geral (contrato de gestão, exceto projetos Sirius, SisNANO e Biotec), enquanto a conta de energia compromete cerca de 15%, e outras despesas completam o montante do orçamento geral do contrato e gestão.

Lembrando que o projeto SisNANO, como projeto específico, fora do orçamento geral, não tem um valor muito expressivo frente ao total contrato de gestão. Decorre disso a necessidade de se firmar parcerias com empresas ou obter recursos de instituições que apoiam a pesquisa, para consecução dos projetos.

5.5 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES

Os seis laboratórios do LNNano/CNPEM possuem uma diversidade de equipamentos que os colocam como uma referência importante tanto para atuação como *open facility* (eixo 1), quanto para pesquisas internas (eixo 2), apoio à inovação (eixo 3) e treinamento de recursos humanos (eixo 4).

O Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME/LNNano/CNPEM) iniciou suas atividades como *open facility* em 1999, ainda filiado ao LNLS/CNPEM. O laboratório hoje possui capacidade de preparação de amostras para microscópios eletrônicos de varredura (MEV) e de transmissão (MET). Dentre os microscópios, destacam-se cinco de maior qualidade: o JEM 2100F, o JEM 3010, o JEM2100, o JSM 6330F, o JSM 6330F e o JSM 5900 (todos da empresa Jeol Ltd.).

O Laboratório de Microfabricação (LMF/LNNano/CNPEM), também dissidente do LNLS/CNPEM, se concentra nas áreas de microsensores, microfabricação e, principalmente, microfluídica. Suas instalações contam com impressoras 3D, geradoras

de padrões à laser, equipamentos de deposição de filmes finos, de tratamentos térmicos e de inspeção de superfícies.

O Laboratório de Ciência de Superfícies (LCS/LNNano/CNPEM) também é originário do LNLS/CNPEM. O laboratório possui uma variedade de equipamentos para implementar técnicas de microscopia de varredura por sonda, além de microscópios de força atômica e equipamentos para deposição de filmes (os últimos não abertos para usuários externos).

O Laboratório de Materiais Nanoestruturados (LMN/LNNano/CNPEM) foi fundado em 2013. Com equipamentos de espectrometria fotoeletrônica e de microtomografia, o laboratório investiga diversas questões relacionadas ao processamento e uso de novos materiais fabricados a partir de biomassa de culturas vegetais abundantes no Brasil. Particularmente, em 2017, esses usos apontaram novas aplicações na área de polímeros.

O Laboratório de Caracterização e Processamento de Metais (LCPM/LNNano/CNPEM) possui diversos equipamentos para ensaios de caracterização. Dentre eles, destacam-se o simulador termomecânico Gleeble 3800 (da Dynamic Systems Inc.), a máquina de ensaio universal servo-hidráulica MTS (da MTS Systems Corporation), um pêndulo para teste de impacto izod e charpy (da Time Group Inc.) e uma soldadora por fricção e mistura mecânica modelo RM1, (da Manufacturing Technology Inc.), além de linhas de ensaio com raio-x no LNLS.

O Laboratório de Dispositivos e Sistemas Funcionais (LDSF/LNNano/CNPEM) tem concentrado suas investigações principalmente em dispositivos eletrônicos flexíveis (e.g., tinta condutora) e dispositivos eletrônicos orgânicos (e.g., transistores de ftalocianina de barreira d'água), dispondo, dentre outros equipamentos, de um microscópio de varredura a laser 3D modelo VK-X200 (da Keyence Corporation).

5.6 PROXIMIDADE GEOGRÁFICA E INTERAÇÕES

Baldoni e Furtado (2014) realizaram um trabalho cartográfico mapeando uma seleção de empreendimentos inseridos no chamado “Polo de Alta Tecnologia de Campinas”. A figura 7 é um mapa adaptado do trabalho desses autores, apresentando 12 empreendimentos de alta tecnologia, sendo 10 do estudo de Baldoni e Furtado (2014).

No total, os empreendimentos compreendem quatro centros de pesquisa (CNPEM, Centro de Processamento de Dados Santander, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações - CPqD e o Centro de Tecnologia da Informação Renato Acher – CTI), três incubadoras de empresas (InovaSoft, Incubadora CIATEC e Incubadora Incamp), três parques tecnológicos (Parque Científico e Tecnológico da Unicamp e Parques CIATEC I e II) e duas Universidades (PUC Campinas e Unicamp).

Quanto à cronologia do início desses empreendimentos, as primeiras instituições de tecnologia foram as Universidades, sendo a PUC Campinas a mais antiga, de 1941, seguida da Unicamp, de 1962 (Baldoni e Furtado, 2014).

Na década de 70, para atender a uma crescente demanda de pesquisa na área de telecomunicações, foi criado o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás – CPqD. Após a privatização de 1998, o CPqD passou a ser constituído sob natureza jurídica de fundação e seu foco atual está na pesquisa de tecnologias da informação – TI (Menardi, 2000).

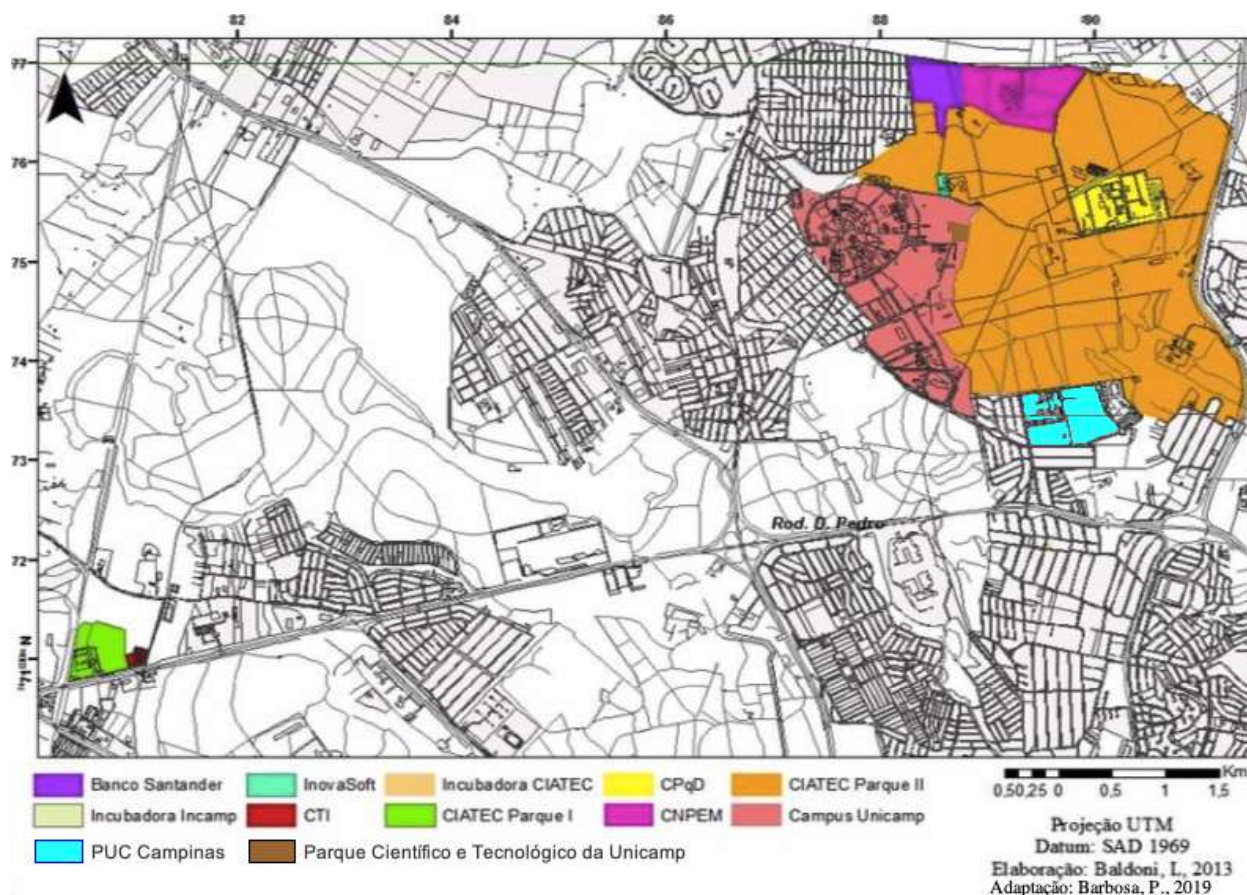


Figura 7 – Mapeamento de alguns empreendimentos de alta tecnologia no entorno do CNPEM.

Fonte: adaptado de Baldoni e Furtado (2014).

Nos anos 80 a InovaSoft e o Centro de Tecnologia da Informação - CTI Renato Archer trouxeram novas contribuições na área de TI. Ainda nessa década foi fundado o primeiro parque tecnológico da Companhia de Desenvolvimento do Polo de Alta Tecnologia de Campinas - CIATEC, seguido da incubadora e do segundo parque da CIATEC nos anos 90. Também o CNPEM teve sua fundação nos anos 90 (Baldoni e Furtado, 2014).

Os empreendimentos mais recentes são o *Data Center* do Santander, criado em 2010, a incubadora Incamp, também fundada em 2010, e o Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, inaugurado no fim de 2017 (Baldoni e Furtado, 2014).

Confrontando a questão da proximidade geográfica na literatura com o *milieu* de Campinas, infere-se a possibilidade de transbordamento por externalidades, como nos distritos de marshallianos (Marshall, 1890), de aglomeração de capacidades cognitivas individuais, como nos *milieux innovateurs* (Maillat, 1998) e de cooperações interfirmas, no formato dos *cluster* ou dos APL (Garcez, 2000).

Pode-se relacionar esse transbordamento por externalidades com a atuação do laboratório no eixo 1 (usuários externos), que representa a maior parcela de ocupação por horas dos laboratórios (como mostrado na figura 6). A figura 8 é um mapa de usuários externos do CNPEM no Brasil, em 2017.

O CNPEM como um todo ofereceu suas instalações para 2.246 usuários externos em 2017, ultrapassando a meta do MCTIC, que estabelece um atendimento de ao menos 1.800 usuários externos por ano. Desses 2.246 usuários externos atendidos, cerca de 64% foram usuários do LNLS/CNPEM, seguido de 28% de usuários externos do LNNano/CNPEM, e o restante distribuído entre os outros dois laboratórios.

O número de usuários do estado de São Paulo corresponde a 57% do total de usuários externos, seguido de 12% de usuários internacionais, 8% do Rio de Janeiro, 7% de Minas Gerais, 4% do Rio Grande do Sul, 2% do Paraná e Santa Catarina, e os demais estados, menos de 1%.

Os dados dos anos de 2015 e 2016 para o eixo 1 (usuários externos) por regiões são bastante similares aos dados de 2017, havendo diferenças menores que um ponto percentual para cada estado, refletindo uma política interna consistente no eixo 1

(usuários externos) nesse triênio, no que diz respeito à seleção⁷⁶ de projetos externos por origem.



Figura 8 – Mapa dos usuários externos do CNPEM, em 2017, por estado brasileiro.

Fonte: Relatório anual de ano base 2017 do CNPEM

Já cooperações em atuações no eixo 2 (pesquisa interna) e eixo 3 (apoio à inovação) figuram como tema central da análise de rede social (ARS), por sua maior intensidade de interações e trocas de conhecimentos. No triênio de 2015 a 2017 houve 49 projetos realizados em cooperações envolvendo empresas e ICT no eixo 2 (pesquisa interna) e eixo 3 (apoio à inovação).

Na tabela 5 essas empresas e ICT estão distribuídas por tipo de envolvidos, cidade

⁷⁶ Para que um projeto de usuário externo seja admitido no CNPEM, o pesquisador ou empresa deve submeter uma proposta, que será avaliada. Se a proposta for considerada inviável ou inadequada para realização com a instrumentação do laboratório, o usuário é notificado da rejeição. Caso contrário, será agendada a utilização. Informações do site: <<http://cnpem.br/>>, acessado em 3 de janeiro de 2019.

e país. A listagem de empresas da tabela está disposta em ordem crescente, segundo o conceito de acessibilidade (Andersson e Larlsson, 2004), que, como já ciado, relaciona o acesso ao tempo de viagem entre duas localidades. Cabe salientar que, embora tenham havido 49 projetos nesses eixos, nesse triênio, o número de empresas e ICT envolvidas em cooperações com o LNNano soma mais de 49, pois alguns projetos tem mais de uma empresa ou ITC envolvida.

Tabela 5 – Número de empresas e ICT envolvidas em cooperações com o LNNano no eixo 2 (pesquisa interna) e eixo 3 (apoio à inovação), por cidade, de 2015 a 2017.

cidades	tipos de cooperação do LNNano	
	cooperação com ICT	cooperação com empresa
Campinas (SP)	18	0
Jaguariúna (SP)	1	0
Mogi Guaçu (SP)	0	1
São Paulo (SP)	3	5
Santo Bernardo do Campo (SP)	1	0
Diadema (SP)	0	1
São Carlos (SP)	1	0
São José dos Campos (SP)	0	1
Curitiba (PR)	3	0
Juiz de Fora (MG)	0	1
Rio de Janeiro (RJ)	1	9
Ponta Grossa (PR)	1	0
Maringá (PR)	1	0
Goiânia (GO)	2	0
Porto Alegre (RS)	2	0
Santa Cruz do Sul (RS)	1	0
Salvador (BA)	1	0
Fortaleza (CE)	2	0
Columbia (EUA)	1	0
Knoxville (EUA)	1	0
Oak Ridge (EUA)	1	0
Potsdam (Alemanha)	2	0
Leiden (Holanda)	1	0

	tipos de cooperação do LNNano	
Waterloo (Canadá)	1	0
Estocolmo (Suécia)	1	0
Beijing (China)	2	0
Shanghai (China)	3	0

Fonte: Dados do Relatório Anual de anos base 2015 a 2017 do CNPEM.

O maior número de cooperações com ICT foi em Campinas, com 18 casos. Já nas cooperações com empresas há 9 casos na cidade do Rio de Janeiro e 5 casos na cidade de São Paulo. Alguns conceitos não-espaciais da literatura que poderiam explicar essa distribuição espacial são a qualidade de pesquisa (Garcia, 2014) e a proximidade cognitiva (Garcia, 2018).

Já no exterior, o país com maior número de cooperação é a China, com 5 casos, seguido de 3 casos de cooperação com os Estados Unidos.

Para completude da informação, é trazida no Apêndice B uma série histórica de todos os projetos dos laboratórios do CNPEM (LNNano, LNLS, CTBE e LNBIO) com parceiros, iniciados no triênio de 2012 a 2014. O LNNano figura como o laboratório com maior número de parcerias. A primeira cooperação do LNNano/CNPEM foi com a Petrobras, em dezembro 2012. Observa-se que a grande parte das cooperações estabelecidas com empresas no triênio de 2015 a 2017 são referentes a empresas que já haviam estabelecido cooperações no triênio anterior, de 2012 a 2014.

Finalmente, no eixo 4 (treinamento e capacitação), tem-se as bolsas de estudo, que figuram como uma forma de troca de conhecimentos importante. Destaca-se que o CNPEM não é uma instituição de ensino. Portanto, as bolsas só podem ser oferecidas para alunos que tenham vínculo com uma instituição de ensino. Logo, a acessibilidade (no sentido Andersson e Larlsson, 2004) pode figurar como uma dificuldade para os bolsistas que não estejam vinculados a uma instituição geograficamente próxima ao CNPEM.

Na seção anterior, que versa sobre recursos humanos, as bolsas foram quantificadas e discriminadas por nível de instrução. Ressalta-se que as bolsas de pós-doutorado são consideradas a forma mais intensa de troca de conhecimento, se comparado com os outros tipos de bolsas, portanto, que se supõe mais relevante para os objetivos da geração e transmissão de conhecimentos.

Figurava como meta do MCTI, via contrato de gestão, que o CNPEM deveria ter um orientado de pós-doutorado por pesquisador interno, por ano. Em 2015 e 2016 essa meta foi atingida, sendo oferecidas 74 e 76 bolsas de pós-doutorado, respectivamente. Já em 2017, o MCTIC modificou as metas do eixo 4, exigindo apenas a realização de eventos, não havendo obrigação de gestão de oferecer bolsas de graduação ou pós-graduação⁷⁷. Não obstante, o CNPEM ofereceu 71 bolsas de pós-doutorado em 2017.

5.7 ANÁLISE DE REDE SOCIAL – COOPERAÇÃO EM ATIVIDADE DE PESQUISA

A ARS é uma aplicação específica da teoria dos grafos (Biggs et al., 1986) voltada para o estudo dos padrões formados pelas relações estabelecidas entre atores sociais. Nessa análise gráfica, as relações são representadas por laços, enquanto os atores são representados por nós (Shima, 2006). Trata-se de uma ferramenta útil para visualizar um conjunto de atores e seus relacionamentos, identificando características como coesão da rede, centralidade de um nó específico, dentre outras características decorrentes de padrões matemáticos formados pelos relacionamentos da rede.

Quanto a seleção do conjunto de atores para análise, há duas formas bem distintas: ARS total (sociocêntricas) e ARS pessoal (egocêntricas) (Chung, 2005).

Na ARS total, é predefinido um conjunto de atores que compõem o universo de estudo, e são consideradas todas as relações entre os atores desse conjunto. Por exemplo, é possível estudar as cotitularidades em patentes de universidades brasileiras a partir da visualização da rede total, em que todas as universidades brasileiras serão representadas por nós dessa rede, não obstante o fato de algumas universidades não terem pedidos de patentes depositados. Esse tipo de estudo permite observar certas características como nós isolados (universidades sem cotitularidades) ou nós que formam subgrupos fechados onde todos têm cotitularidades entre si (chamados “cliques”), dentre outras características de interesse.

Já na ARS egocêntrica, há um ator egóico cujas relações é que determinam quais

⁷⁷ É do entendimento do autor desta dissertação que a retirada das bolsas de estudo das metas do ministério para o CNPEM figura como uma mudança substancial de política pública, que vem na esteira da Emenda Constitucional 95/2016, a chamada emenda do Teto dos Gasto Públicos. Isso pode gerar impactos futuros na formação de competências locais essenciais na fase pré-paradigmática da nanotecnologia, momento crucial para alcançar o *catching-up*.

outros atores (chamados de *alters*) formam a rede. Por exemplo, dado um determinado pesquisador, é possível representar graficamente sua rede egocêntrica de coautorias em artigos científicos, em que os *alters* dessa rede serão todos os pesquisadores que têm relação de coautoria com o autor egóico. Nesse tipo de levantamento não podem ser observadas certas características, como os nós isolados, uma vez que todos os nós têm laços pelo menos com o nó egóico. Porém, não limitar *a priori* o tamanho da rede permite observar outras relações e atores que não estariam representados no levantamento da rede total.

No presente estudo de caso, foram levantadas informações suficientes para representar graficamente a rede egocêntrica de cooperações em pesquisa do LNNano de 2015 a 2017, sendo considerados apenas os relacionamentos de cooperação (laços) estabelecidos com outros atores (nós) para consecução das atividades do eixo 2 (pesquisas internas) e eixo 3 (apoio às empresas para inovação). Dados dos 88 projetos de pesquisa desses dois eixos estabelecidos entre 2015 e 2017, incluindo nomes de instituições e empresas envolvidas nas cooperações técnicas (apenas 49 dos 88 projetos foram feitos em cooperações) e agências de financiamento que apoiaram os projetos (exceto o MCTIC, que investe de maneira difusa em todos os projetos, via contrato de gestão), constam do Apêndice A.

No mapeamento das relações de cooperação para pesquisa, os relacionamentos com atores em atividades do eixo 1 (usuários externos), relacionadas ao objetivo de prover uma *open facility*, não foram considerados uma vez que não se tratam de pesquisas realizadas pelo corpo científico do laboratório, mas por pesquisadores externos que utilizam as instalações com propósitos próprios. Logo, esse tipo de relacionamento não é aqui qualificado como “cooperação”. Também não consta na ARS as interações decorrentes das atividades do eixo 4 (capacitação e treinamento), também por não representarem os propósitos de cooperação para pesquisa.

Não obstante, é reconhecida a existência de um transbordamento de conhecimentos dos técnicos e pesquisadores do LNNano para os usuários externos durante as atividades dos eixos 1 (usuários externos) e 4 (treinamento e capacitação). Porém, esse fluxo tem caráter unidirecional e se dá em menor grau do que as trocas estabelecidas nos eixos 2 e 3 de atividades do laboratório.

A figura 9 é um gráfo da rede social egocêntrica das atividades de cooperação em

pesquisa do LNNano de 2015 a 2017. Os laços são não-direcionados, ou seja, é tomada como hipótese simplificadora o fato de que toda interação é bi-direcional, havendo uma cooperação em igual proporção por parte de cada ator dentro de cada projeto. A espessura dos laços é definida pelo número de projetos de pesquisa realizados em cooperação.

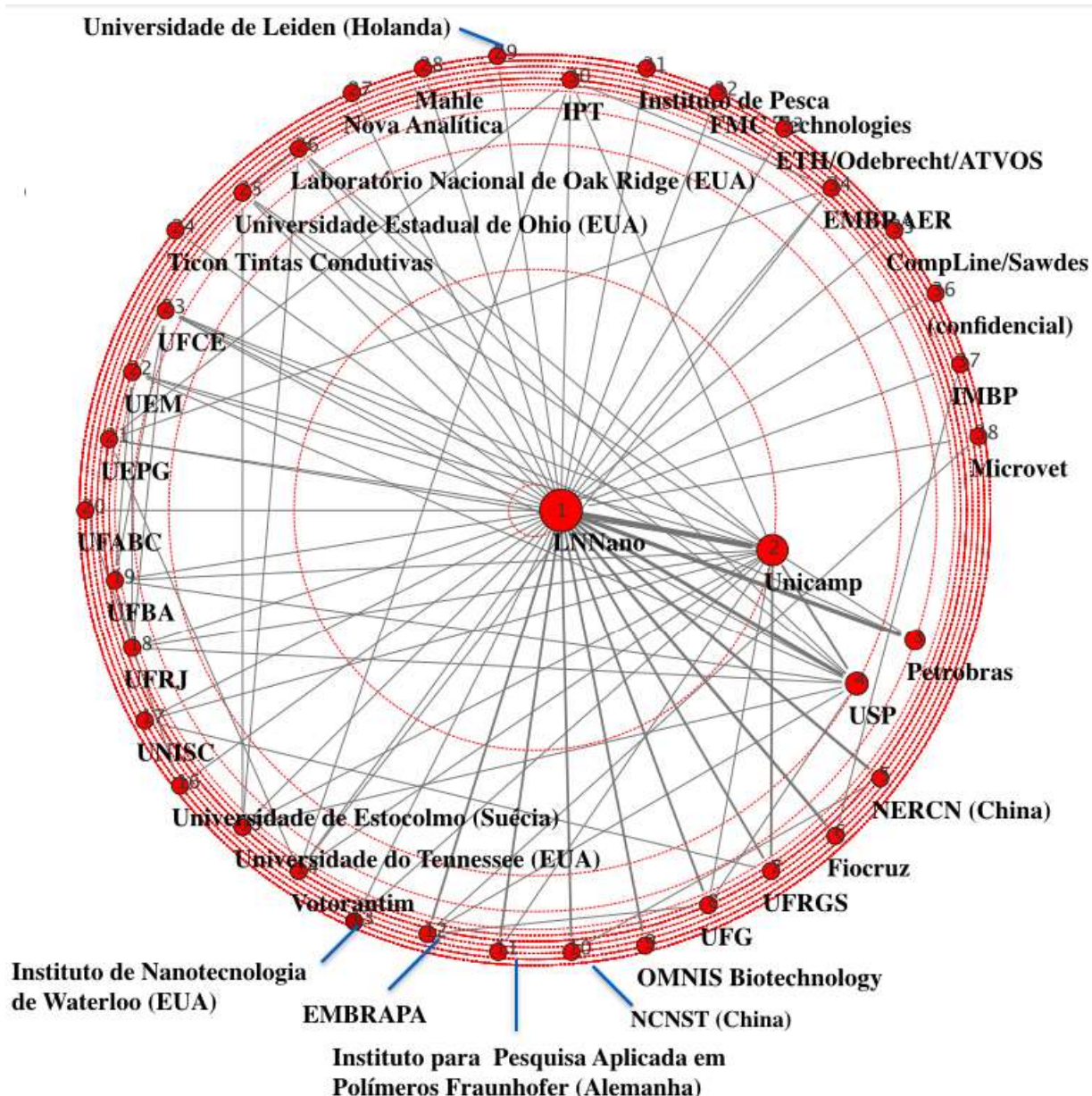


Figura 9 – Rede social egocêntrica de cooperações em pesquisa do LNNano de 2015 a 2017. Fonte: Elaboração própria a partir de dados dos Relatórios Anuais de anos base 2015 a 2017 do CNPEM.

Destaca-se aqui que é dada a mesma importância para todos os projetos, não havendo qualquer hierarquia estabelecida, por exemplo, pelos custos de cada projeto, pelo número de horas empenhadas ou pelos resultados auferidos a partir dos mesmos. Os nós foram distribuídos radialmente de acordo com seu índice de centralidade de grau⁷⁸.

Quanto às informações trazidas pela distribuição radial em função da centralidade de grau, apesar do LNNano ter um maior número de cooperações com a Petrobras (oito projetos) do que com a USP (cinco projetos), as cooperações com a USP envolvem relações com vários outros atores, fazendo com que essa universidade tenha maior centralidade de grau do que a Petrobras. Esse padrão é seguido por todas as universidades, tanto nacionais quanto no exterior, apresentando, em média, maior centralidade que as empresas. As universidades tendem a participar mais de cooperações que envolvem vários parceiros. Por outro lado, as empresas geralmente participam de cooperações que envolvem apenas o LNNano.

O alter com maior centralidade de grau na rede é a Unicamp, deslocando o nó egóico (LNNano) do centro para perto de si. Essa universidade foi o único alter residente da cidade de Campinas que cooperou em algum dentre esses 88 projetos avaliados.

Embora o gráfico apresente uma visualização da questão da centralidade, a tabela 6 apresenta em números outras informações úteis ao entendimento da ARS do LNNano.

Tabela 6 – Projetos do LNNano realizados em cooperação, por tipo de envolvidos.

	sem empresa envolvida	uma empresa envolvida	mais de uma empresa envolvida
sem ICT envolvida	39	15	0
apenas uma ICT nacional envolvida	16	2	0
mais de uma ICT nacional envolvida	5	0	1
apenas uma ICT internacional envolvida.	5	0	0
mais de uma ICT internacional envolvida	1	0	0
mais de uma ICT nacional e internacional envolvida	4	0	0

⁷⁸ Centralidade é um conceito importante na teoria de redes sociais, que quantifica a possibilidade de um nó interagir com os outros nós da rede, podendo ser medida por diversas funções matemáticas. A “centralidade de grau” é uma função matemática de simples compreensão, que traz uma fácil visualização dessa característica. Trata-se de um índice proporcional ao número de ligações de um nó com seus vizinhos (Freeman, 1978).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos relatórios anuais de 2015 a 2017 do CNPEM

Observa-se que as empresas quase não cooperam entre si, nessa análise egocêntrica, exceto num único caso em que foi estabelecido um consórcio de pesquisa entre EMBRAER, Votorantim Metais, Unicamp, IPT, UEPG e o LNNano/CNPEM.

O número de projetos do LNNano/CNPEM em cooperação com as ICT foi o dobro dos projetos em cooperação com Empresas, dentro do trimestre de 2015 a 2017 e dos eixos de atuação 2 e 3.

5.8 POLÍTICA DE INOVAÇÃO E DIREITOS SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL

As diretrizes e procedimentos para gestão do conhecimento gerado no CNPEM estão estabelecidos em planos, políticas e regulamentos internos.

O Regulamento de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia⁷⁹ estabelece que todo tipo de cooperação, incluindo as ações de quaisquer eixos de atuação 1, 2, 3 e 4, em que haja cooperação com um agente externo, deve ser objeto de prévio instrumento contratual, contendo cláusulas que versem sobre a propriedade intelectual.

Caso a pesquisa, feita em cooperação ou não, resulte no desenvolvimento de um novo produto, serviço ou processo, o Regulamento faculta a celebração de um contrato de transferência tecnológica e exploração de resultados. A celebração desse contrato depende da avaliação de uma comissão de propriedade intelectual e da anuência do diretor geral. Destaca-se que o Regulamento não versa só sobre transferência tecnológica de resultados intangíveis, mas também resultados tangíveis, como circuitos integrados, softwares, organismos biológicos, protótipos e desenhos de engenharia.

As Diretrizes da Política de Inovação⁸⁰ do CNPEM tem como objetivos: (i) buscar ativamente parcerias com agentes públicos e privados; (ii) buscar proteção das criações intelectuais; (iii) regulamentar por contrato a atribuição de direitos de propriedade

79 Fontes: Regulamento de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia (2013), disponível em <<http://cnpem.br>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

80 Fontes: Política de Inovação do CNPEM (2013), disponível em <<http://cnpem.br>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

intelectual em casos de parceria; e (iv) encorajar a criação de empresas e compartilhamento de laboratórios.

O Estatuto⁸¹ do CNPEM estabelece como objetivo social do centro de pesquisa a incubação de empresas, novos laboratórios e unidades de pesquisa. Por sua vez, as Diretrizes da Política de Inovação substitui a palavra “incubar” por “encorajar”. Fato é que ainda não há incubadoras de empresas vinculadas ao CNPEM, embora tenha sido revelado em entrevista que as possibilidades de criar ou incorporar uma incubadora já vem sendo aventadas.

Embora não tenham sido levantados neste trabalho todos os contratos de cooperações em pesquisa de 2015 a 2017, acredita-se que, para que se tenha cumprido o regulamento interno, pelo menos 49 contratos dessa natureza devem regular as cooperações dos eixos de atividades 2 (pesquisa interna) e 3 (apoio à inovação), tendo em vista os números apresentados na seção anterior. O número de contratos aumentaria consideravelmente se fossem levantados os contratos do eixo 1 (usuários externos), que representam cerca de 44% das horas utilizadas dos equipamentos e instalações de 2015 a 2017.

Quanto às proteções de criações intelectuais, o site do LNNano⁸² lista todos os pedidos de patentes (total de 15 pedidos), softwares (total de dois registros) e topografia de circuito (um registro) do laboratório.

A tabela 7 é uma listagem dos pedidos de patente do LNNano/CNPEM, incluindo ano de depósito, número oficial do INPI, título, andamento do processo administrativo, cotitularidades e observações sobre os projetos que geraram todos os pedidos após 2015.

Observa-se que dois dos pedidos de patente listados na tabela foram depositados em 2007 e 2010, antes da inauguração do LNNano/CNPEM, quando suas linhas de pesquisa ainda eram filiadas ao LNLS/CNPEM. O pedido de patente de 2007 encontra-se deferido e sua patente concedida.

No triênio de 2012 a 2014, não foram depositados pedidos nos dois anos iniciais, sendo depositados todos os pedidos desse triênio no ano de 2014. Infere-se que esse

81 Fontes: Estatuto Social do CNPEM (2013), disponível em <<http://cnpem.br>>, acessado em 03 de janeiro de 2019.

82 Lista de tecnologias que são objeto de pedido de título de propriedade intelectual disponível em <<http://lnnano.cnpem.br/innovation-initiatives/proprietary-technologies/>>, acessado em 25 de janeiro de 2019.

acúmulo inicial esteja relacionado com um período mais intenso de aprendizado e aquisição de novos equipamentos, mencionados na breve revisão histórica exposta anteriormente.

Tabela 7 – Listagem de pedidos de patente do LNNano/CNPEM.

ano de depósito	Número oficial	Título	andamento do pedido	cotitular	Observação
2007	0705548-0	Dispositivo para detecção de elétrons secundários emitidos por amostras a alta temperatura	Patente concedida	-	Pedido realizado antes da inauguração do LNNano/CNPEM, quando as linhas de pesquisa ainda estavam filiadas ao LNLS/CNPEM.
2010	1011116-6	Dispositivo de separação cromatográfica em papel associada a detecção eletroquímica, método de operação e uso do referido dispositivo	Aguarda exame	Unicamp	Pedido realizado antes da inauguração do LNNano/CNPEM, quando as linhas de pesquisa ainda estavam filiadas ao LNLS/CNPEM.
2014	102014009745-7	Dispositivo sensor para determinação da concentração de analitos em fase líquida, preferencialmente álcool e/ou água, e método de construção do dispositivo sensor	Aguarda exame	-	-
2014	102014012630-9	Método de selagem adesiva de sacrifício e microdispositivo	Aguarda exame	USP	-
2014	102014017025-1	Microdispositivo com eletrodos concêntricos e seu processo de produção	Aguarda exame	USP	-
2014	102014019471-1	Processo para produção de materiais carbonosos estruturais porosos, materiais compósitos micro e nano-estruturados, compósito carbossilícico poroso, e, uso de um compósito carbossilícico poroso	Arquivado definitivamente	Odebretch	-
2014	102014019690-0	Processo e célula para produção de energia elétrica por higroeletricidade e oxidação direta de substâncias sólidas e líquidas redutoras	Aguarda exame	-	-
2014	102014023333-4	Processo para produção de dispositivos optoeletrônicos III-V integrados em silício	Aguarda exame	-	-

ano de depósito	Número oficial	Título	andamento do pedido	cotitular	Observação
2014	102014032785-1	Método para determinação analítica quantitativa	Aguarda exame	Petrobras	-
2015	102015001942-4	Adesivos repolpáveis para substratos celulósicos, obtidos por solubilização ou plastificação de celulose, e seus usos	Aguarda exame	-	eixo 1 (usuário externo) e eixo 4 (capacitação e treinamento) Projeto de Mestrado na Unicamp de Elisa Silva Ferreira (2016), realizado com apoio do LNNano.
2015	102015009867-7	Sistema de resfriamento de corpos de prova por fluidos criogênicos em simuladores termomecânicos	Aguarda exame	-	eixo 2 (pesquisa interna) Aperfeiçoamento de equipamento, negociado com uma fabricante de equipamentos para tentativa de licenciamento, sem resultado.
2016	102016014426-4	Processo de solda por fricção e mistura mecânica para união de tubos bimetalicos	Aguarda exame	-	eixo 3 (apoio à inovação) Resultado de projeto com a FMC Technologies, intitulado “União de materiais para fabricação de equipamentos sub-sea”, constante do relatório anual do CNPEM (vide apêndice A)
2016	102016030134-3	Processo de obtenção de nanocompósito à base de óxido de grafeno e nanopartículas de sílica, nanocompósito assim obtido e seus usos	Aguarda exame	Unicamp	eixo 3 (apoio à inovação) Resultado de projeto com a Unicamp voltado para obtenção de material usados como nanocarreador biocompatível para entrega de fármacos.
2017	102017008751-4	Procedimento para quantificar o teor de hidrogênio em juntas soldadas pelo processo de soldagem por atrito com pino não consumível (FSW)	Aguarda exame	-	eixo 3 (apoio à inovação) Resultado de projeto com a Petrobras, intitulado “Soldagem por Atrito com Pino não Consumível (FSW) - Consolidação do Processo visando sua Possível Aplicação em Campo”, constante do relatório anual do CNPEM (vide apêndice A).
2018	102018009673-7	(Título não publicado) Adesivos aquosos livres de solvente, de baixo impacto ambiental, para diferentes substratos, e seus usos.	Não publicado	-	eixo 2 (pesquisa interna) e eixo 4 (capacitação e treinamento) Pesquisa interna, tendo como inventoras a estagiária Naima Orra e a pesquisadora Rubia Figueiredo.

Fonte: Elaboração própria, combinando dados do site do LNNano/CNPEM, do sistema de pesquisa na base de dados do INPI e da entrevista.

Dentre os pedidos de patente depositados após 2015, metade está relacionada ao eixo 3 de atividades (apoio à inovação). Esses pedidos foram gerados de três parcerias: uma com a Unicamp, uma com a Petrobras e a última com a empresa FMC Technologies. Os pedidos das parceria com a Petrobras e a FMC são de titularidade apenas do

LNNano/CNPEM^{83,84}. Na parceria com a Unicamp foi reivindicada cotitularidade das duas ICT sobre o pedido.

Nesse mesmo período, foi depositado um pedido de um usuário externo (eixo 1), oriundo de um projeto de mestrado da Unicamp, e dois pedidos gerados de pesquisa interna (eixo 2), sendo uma das pesquisa internas com participação de uma aluna de graduação da Unicamp que estagiava no LNNano (eixo 4)⁸⁵, e a outra pesquisa interna sendo um aprimoramento num equipamento comercial de ensaio termomecânico adquirido pelo laboratório. Todos esses pedidos são de titularidade apenas do LNNano/CNPEM.

Salienta-se que o pedido de patente que teve envolvimento da estagiária foi depositado em 2018, portanto, fora da janela de 2015 a 2017 observada. Porém, esse caso foi longamente comentado na entrevista, por ser oriundo de pesquisa de 2017, tendo sido incluído na presente análise. Esse pedido está em fase de negociações avançadas para licenciamento⁸⁶.

Ainda sobre os pedidos de patente e os objetivos do laboratório de transferir tecnologia, observa-se que metade dos pedidos de patente no triênio observado encontra-se na área de processamento ou ensaios com metais. As linhas de pesquisa, no triênio anterior, eram definidas pelos pesquisadores do laboratório, que colocavam bastante de sua contribuição individual, como comentado na seção histórica.

Porém, em 2017 as linhas de pesquisa que eram definidas por laboratório (num total de seis laboratórios do LNNano/CNPEM) foram resumidas em quatro grupos: (i) um

83 Quanto ao pedido de patente com envolvimento da FMC Technologies, havia sido acordado na parceria de pesquisa que o pedido de patente seria feito em cotitularidade. Porém, concomitante com os procedimentos de depósito do pedido houve uma fusão da FMC technologies com a Technip, resultando na segunda maior para-petrolífera do mundo. Nessa fusão não ficou claro se a FMC entraria como titular e faria uma cessão subsequente, de modo que o CNPEM acabou entrando como único titular nesse primeiro momento, para não perder a novidade.

84 Quanto ao pedido de patente com envolvimento da Petrobras, a pesquisa ainda não havia amadurecido todas as possibilidades de aplicação da tecnologia, quando o pesquisador do LNNano responsável pela linha de pesquisa se desligou do laboratório. Para que a linha de pesquisa, até o momento da saída, não ficasse desprotegida, foi feito um depósito de patente defensiva, em nome do LNNano. Não houve o interesse de continuar a pesquisa após o depósito de pedido de patente.

85 Há época, várias reportagens sobre esse pedido de patente de invenção foram veiculadas pelas principais agências de notícias, por exemplo, a BBC news Brasil, disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44676959>>, acessada em 03 de janeiro de 2019.

86 Devido a visibilidade da pesquisa (vide nota de rodapé anterior), vários interessados em licenciamento abordaram o LNNano/CNPEM.

grupo de síntese (que incluía, dentre outros, pesquisas em soldagem e ensaios em metais e a toda linha com aplicações de bagaço de cana-de-açúcar, criada originalmente pelo professor Galembeck); (ii) grupo de microfabricação; (iii) grupo de nanotoxicologia; e (iv) grupo de microscopia.

Embora fora da janela temporal observada, um dado interessante é que, ao final do triênio, constatou-se que os pedidos de patentes que envolvem aplicações de biomassa apresentaram potencial de licenciamento muito maior que aqueles das linhas de pesquisa em metais. Portanto, apesar de representar metade dos pedidos de patente de 2015 a 2017, no final de 2018 a linha de metais foi abandonada⁸⁷, sendo recomendado à comissão de propriedade intelectual que não fossem feitos mais esforços para licenciamento dessas patentes.

Quanto aos outros tipos de proteção, o LNNano conta com registros de programa de computador e de topografia de circuito, todos reivindicados dentro do período observado de 2015 a 2017. A tabela 8 apresenta dados dos registros do LNNano/CNPEM, incluindo ano de depósito, número oficial do INPI, título, andamento do processo administrativo, cotitularidades e observações sobre os projetos que geraram os registros.

Tabela 8 – Listagem de registros de software e topografia de circuito do LNNano/CNPEM.

ano de depósito	Número oficial	Título	andamento do pedido	cotitular	Observação
2015	512015000077-2	MEGACELL	Registro concedido	Unicamp	Programa criado em 2011, sendo registrado em 2015.
2017	512017000683-0	PEAK HUNTER	Registro concedido	-	Eixo de atividades 3 Resultado de projeto com a Nova Analítica, intitulado “Desenvolvimento e Avaliação de Moduladores Microfluídicos Planares e Livre de Consumíveis para Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente”, constante do relatório anual do CNPEM (vide apêndice A).
2017	602017000002-5	Arranjo <i>peak hunter</i> para módulo de cromatografia gasosa	Registro concedido	-	Eixo de atividades 3 Idem observação acima.

Fonte: Elaboração própria, com dados do site do LNNano/CNPEM, do sistema de pesquisa na base de dados do INPI e da entrevista.

⁸⁷ Ainda não foi definido o destino dos equipamentos e desenvolvimentos da linha de pesquisa em metais, que foi abandonada. Acredita-se que parte deles possam ser distribuídos para outros laboratórios dentro ou fora do CNPEM, mas não há uma posição definitiva quanto a essa questão.

Destaca-se que, apesar do programa intitulado MEGACELL ter sido registrado em 2015, sua criação foi em 2011, logo, fora do recorte temporal estudado.

O programa e a topografia de circuito intitulados PEAK HUNTER se referem a um módulo de controle que faz parte de um conjunto de alterações em um sistema comercial de cromatografia gasosa. Essas alterações permitem operar o sistema tanto no modo de cromatografia por frações parciais quanto no modo de cromatografia abrangente. Foi aventada a possibilidade de um pedido de patente do método e do sistema (conforme alterado). Porém, a análise da comissão de propriedade intelectual do CNPEM decidiu que, mesmo havendo novidade no método e sistema, não haveria atividade inventiva frente às anterioridades identificadas em busca⁸⁸ realizada em repositórios de patentes.

Observa-se que tanto o software e circuito do Peak Hunter como sistema do pedido de patente BR102015009867-7 são esforços de adaptar e aperfeiçoar equipamentos preexistentes no laboratório, o que remete ao conceito de inovação de usuário, revisado por von Hippel (2009).

Dentre os seis pedidos de patente depositados após 2015, apenas um foi classificado como pedido de nanotecnologia, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes - IPC⁸⁹, adotada pelo INPI. Os outros cinco pedidos não foram classificados como nanotecnologia, embora alguns tenham utilizado conceitos e instrumentação de nanotecnologia, ou tenham sido adaptações em equipamentos voltados para pesquisa de nanotecnologia. O mesmo se observa para os registros de programa de computador e topologia de circuito, que versam sobre um aprimoramento de um equipamento do laboratório.

Uma das metas estabelecidas pelo contrato de gestão do MCTIC com o CNPEM é

88 Foram consideradas anterioridades impeditivas para a atividade inventiva os documentos de patente US20070193336A1, US20040232366A1 e WO2009154984A1. Esse cenário levou a comissão de propriedade intelectual do CNPEM considerar a proteção da tecnologia por registro de programa de computador e de topografia de circuito.

89 Conforme consta no site do INPI, todos os pedidos de patentes publicados são classificados na área tecnológica a que pertencem. O INPI adota a Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês) e, desde 2014, a Classificação Cooperativa de Patentes (CPC, na sigla em inglês) para classificar os pedidos. A classificação de patente tem como objetivo inicial o estabelecimento de uma ferramenta de busca eficaz para a recuperação de documentos de patentes pelos escritórios de propriedade intelectual e demais usuários, a fim de estabelecer a novidade e avaliar a atividade inventiva de divulgações técnicas em pedidos de patente. A IPC é o sistema de classificação internacional, criada a partir do Acordo de Estrasburgo (1971), cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes A a H. Dentro de cada classe, há subclasses, grupos principais e grupos, através de um sistema hierárquico. Informação disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>>, acessada em 02 de janeiro de 2019.

que se busque proteção de pelo menos oito tecnologias por ano. Se o cumprimento da meta for dividido pelos quatro laboratórios, a média esperada é de duas proteções por laboratório. Nessa hipótese, o LNNano contribuiu para cumprir a meta, tendo buscado oito proteções entre 2015 e 2017 (cinco pedidos de patente, dois registros de software e um de topografia de circuito), tendo apresentado uma média de 2,7 proteções por ano durante esse triênio.

Confrontando a geração de títulos de propriedade intelectual com o número de horas utilizadas por eixo de atuação, temos que o eixo 3 (apoio à inovação) foi responsável por pouco mais de 20% da utilização das instalações, porém gerou 62,5% dos títulos de propriedade intelectual no triênio de 2015 a 2017.

A “eficiência” do eixo 3 (apoio à inovação) na geração de títulos de propriedade intelectual em muito se deve à sua natureza, de promover ações que contribuam no esforço para inovação. Os eixos 2 (pesquisa interna) e o eixo 4 (treinamento e capacitação) se voltam mais para o aprendizado e acúmulo de conhecimento, enquanto o eixo 1 (usuários externos) é um objetivo estratégico do laboratório, dentro do plano de políticas públicas do MCTIC.

5.9 PERCEPÇÃO LEVANTADA EM ENTREVISTAS

Entrevistas foram realizadas presencialmente e por telefone com funcionários que atuam no LNNano, dentre funcionários com carreiras científicas e funcionários da coordenação de propriedade intelectual e inovação. Cinco de 15 funcionários com essas carreiras no LNNano foram entrevistados. Adicionalmente, mais cinco funcionários com carreiras similares em outros laboratórios do CNPEM foram entrevistados, para fins de validação interna, controle e percepção do entorno.

Buscou-se investigar a percepção sobre as interações destes funcionários com outros atores do *milieu* de inovação, além de investigar questões relacionadas com o processo de aprendizado e o acúmulo de capital social, em particular, acúmulo do capital científico, no sentido de Bourdieu (1997)⁹⁰.

⁹⁰ Para Bourdieu (1997), capital científico é uma forma de capital social própria do campo científico que compreende tanto o poder político-institucional, relativo ao cargo ocupado pelo agente, quanto o prestígio que só pode ser auferido pelo reconhecimento entre pares.

Foi apresentado um roteiro de perguntas, constituído de quatro blocos de questionamentos de elaboração própria. O questionário foi lido em voz alta para o entrevistado, em uma primeira rodada de entrevistas por telefone. As perguntas induziram uma resposta objetiva, porém, deixando espaço para outras colocações que surgiram a partir dos questionamentos. Uma segunda rodada de entrevistas foi feita presencialmente, para averiguar questões que emergiram na primeira rodada.

O roteiro de perguntas consta do Apêndice C, sendo formado de quatro blocos de perguntas, dispostas em uma gradação desde temas mais globais até perguntas de teor mais pessoal. As perguntas dos três primeiros blocos, apesar de qualitativas, puderam ser parametrizadas para uma avaliação numérica dos resultados. As perguntas do último bloco foram analisadas de maneira puramente qualitativa, não sendo criado nenhum parâmetro para quantificar seus resultados.

As respostas dos três primeiros blocos de perguntas do roteiro foram parametrizadas quanto à intensidade, sendo atribuídos valores às respostas conforme parâmetros da tabela 9.

Tabela 9 – Valores de parametrização das perguntas.

INTENSIDADE
1 – inexistente
2 – muito baixa
3 – baixa
4 – suficiente
5 – mais que suficiente
6 – intensa
7 – muito intensa

5.9.1 Bloco 1 – Interações e proximidade

No primeiro bloco, que compreende três perguntas, são expostos questionamentos adaptados de pesquisas realizadas na consecução do relatório do Global Innovation Index (INSEAD/OMPI, 2017). Nas duas primeiras perguntas foi investigada a percepção do entrevistado sobre a intensidade de interações entre seu laboratório e agentes do cenário de C&T local, nacional e internacional, sendo interações entre ICT-ICT e ICT-empresas.

As respostas foram parametrizadas quanto a intensidade da interações percebidas. Segue a transcrição das perguntas:

(i) Colaboração em pesquisa entre ICT:

“Em sua percepção, o quanto o LNNano/CNPEM tem colaborado com as outras ICT de Campinas em matéria de pesquisa e desenvolvimento? O quanto o LNNano/CNPEM tem colaborado com outras ICT do Brasil e internacionais em matéria de pesquisa e desenvolvimento?”

“Geralmente essas interações ICT-ICT são mais formais ou informais?”

(ii) Colaboração em pesquisa entre ICT e empresas:

“Em sua percepção, o quanto as LNNano/CNPEM tem colaborado com empresas de Campinas em matéria de pesquisa e desenvolvimento? Idem pergunta anterior para colaboração com empresas do Brasil e internacionais”

“Geralmente essas interações ICT-empresa são mais formais ou informais?”

A terceira pergunta investigou a percepção sobre o grau de desenvolvimento de um *cluster* de empresas e instituições que apoiem a nanotecnologia em Campinas. As respostas foram parametrizadas quanto a intensidade da interações percebidas. Segue a transcrição da pergunta:

(iii) Estágio de desenvolvimento dos *clusters* produtivos:

“Em campinas, o quão desenvolvidos são os clusters voltados para Nanotecnologia?”

A tabela 10 contem a média e o desvio da parametrização das resposta obtidas no bloco 1 de perguntas. Durante as entrevistas, alguns entrevistados perceberam que as respostas seriam parametrizadas e auxiliaram na atribuições do valor numérico. Outros não perceberam, deixando a atribuição de valor a encargo do entrevistador.

Tabela 10 – Parametrização das respostas do Bloco 1.

#	Percepção sobre intensidade de:	Média	Desvio P
(i.a)	interação LNNano-ICT Local	5	0,00
(i.b)	interação LNNano-ICT Nacional	4,8	0,84
(i.c)	interação LNNano-ICT Internacional	4,6	1,52

(ii.a)	interação LNNano-empresa Local	3,6	1,14
(ii.b)	interação LNNano-empresa Nacional	4,8	1,10
(ii.c)	interação LNNano-empresa Internacional	2,6	1,82
(iii)	Cluster nanotec em Campinas	5	2,00

Na percepção geral, as interações com empresas locais e internacionais poderiam ser mais intensificadas.

Na pergunta (i.a), sobre interações com ICT locais, foi constatado um fato percebido na ARS: a única interação com ICT local é com a Unicamp. Essa universidade é a que mais utiliza dos serviços do laboratório no eixo 1 (usuário externo) e eixo 4 (treinamento e capacitação). Esse fato gera nos entrevistados a percepção de “invisibilidade [do CNPEM] frente a Unicamp, que domina isso aqui”. Lembrando que os entrevistados são cientistas e coordenadores de propriedade intelectual e inovação, logo, seus objetivos são orientados em maior grau para os eixos 2 (pesquisa interna), 3 (apoio à inovação), e eixo 4 (treinamento e capacitação), esse último frequentemente “na forma de co-orientação [de alunos]”. Reitera-se que um plano de governo de preterir o eixo 4 (capacitação e treinamento) e privilegiar o eixo 1 (usuários externos), vem sendo implementado via contrato de gestão.

Foi comentado em entrevista que “cerca de quatro dias por semana o laboratório [LNNano] é dedicado aos usuários externos e um dia, para os usuários internos” sendo a maior parte do tempo, projetos da Unicamp. Essa informação pode ser confrontada com a utilização do eixo 1 (usuários externos) do LNNano, que foi em média 43% da horas totais de utilização do laboratório, no triênio de 2015 a 2017, logo, menos da metade do tempo.

Ressalta-se ainda que o desvio na percepção sobre interações com ICT local foi zero, mostrando uma uniformidade de opiniões dos entrevistados.

Na pergunta (i.b), sobre interações como ICT nacionais, destacou-se um comentário direcionado aos outros laboratórios do SisNANO. Um entrevistado comentou a existência de equipamentos caros “repetidos” nesses laboratórios. É da percepção de alguns entrevistados que a política de C&T do SisNANO deveria orientar para que os laboratórios se especializassem mais, e não montassem duplicatas das instalações.

Nas opiniões sobre interações com ICT internacionais, da pergunta (i.c), houve um desvio considerável, não obstante todos os entrevistados listarem uma série de nomes de universidades estrangeiras com as quais foram estabelecidas parcerias. Destaca-se que

as notas dos pesquisadores foram em média mais altas, enquanto a coordenação de propriedade intelectual e inovação contribuiu para a redução da média.

As visões diferentes das interações dependendo do cargo do colaborador do LNNano podem ser justificadas pela maneira de abordar a interação: enquanto o pesquisador percebeu essa interação como uma troca intensa com seus pares internacionais, o coordenador de propriedade intelectual e inovação tem foco nos custos e resultados dessa interação, avaliando a insuficiência da troca sob a perspectiva dos resultados para o esforço de inovação.

Qualitativamente, quanto a interações internacionais com ICT, duas formas bem destacadas dessa interações foram apontadas: interações diretas e interações intermediadas pelo poder executivo.

A interações intermediadas pelo executivo tratam-se de acordos de cooperação entre países, nos quais o contato e os termos são estabelecidos por adidos de ciência e tecnologia do Itamaraty, como o caso do Centro Brasil-China de Nanotecnologia.

As interações diretas podem ser contatos dos diretores do CNPEM com instituições estrangeiras ou, em alguns casos de maior proximidade, pode ser estabelecido o contato inicial por pesquisadores ou coordenadores. Também foram descritas em entrevista como interação internacional direta as parcerias firmadas através de chamadas de editais (como CNPq, Finep, etc.). Foi citado em entrevista um exemplo de um caso recente de interação internacional, em que houve uma chamada tipo “um-para-um” de um edital⁹¹ que estabeleceu uma cooperação com a Universidade de Braga, em Portugal, na qual um número igual de pesquisadores de cada um das instituições fizeram um intercâmbio na outra instituição, em projetos voltados para pesquisa básica, cuja expectativa foi de treinar a equipe brasileira em crio-microscopia e dar treinamento aos portugueses em microscopia de sonda em superfícies.

Quanto às empresas, é digno de nota que houve uma certa confusão entre o conceito de empresas nacionais e multinacionais, uma vez que várias empresas internacionais têm pessoa jurídica estabelecida em território nacional, como é o caso da Mahle Metal Leve e da FMC Technologies. É possível que essa confusão seja, em parte, responsável pelo desvio padrão substancialmente elevado nas opiniões sobre empresas internacionais (ii.c).

⁹¹ Durante a entrevista, não foi dito (ou não foi tomado nota) de que edital se originou essa chamada Brasil-Portugal.

Também o conceito de *clusters* voltado para nanotecnologia, da pergunta (iii) abriu alguns debates durante as entrevistas. Sendo a nanotecnologia uma tecnologia de base científica que permeia diversas áreas e encontra inúmeras aplicações, há uma infinidade de empresas que podem ser fornecedoras ou usuárias de nanotecnologia, sendo difícil definir se a existência desse conjunto de empresas configura um *cluster* voltado para nanotecnologia. Essa confusão pode ter influenciado no desvio padrão da percepção sobre o desenvolvimento de um possível *cluster*.

Esse bloco de perguntas aborda de maneira bastante geral as interações locais, nacionais e internacionais, sendo as características dessas interações mais detalhadas nos blocos seguintes, trazendo confirmações das percepções desse primeiro bloco.

5.9.2 Bloco 2 – Aprendizado e capital social

O segundo bloco é o mais extenso, sendo constituído de oito perguntas. Nesse bloco é abordado o tema do aprendizado e o tema das interações é revisitado, porém, dessa vez, sobre a égide de capital científico. É investigada tanto a percepção sobre os processos de aprendizado em si, quanto a percepção sobre acúmulo e conversão de capital científico.

As três primeiras perguntas endereçam: a percepção de prestígio do LNNano frente aos pares na comunidade científica; a conversão desse prestígio em recursos; e, o papel que tem a natureza de Organização Social (pessoa jurídica de direito privado) na desburocratização dos processos e conversão em recursos. A exemplo dessa desburocratização, o CNPEM não sendo parte da administração pública não é enquadrado na Lei 8666/93 (Lei de licitações), a não ser que a captação de um recurso de um edital específico o obrigue ao enquadramento. Seguem transcritas as primeira perguntas desse bloco.

(iv) Prestígio frente a outras instituições:

“Você entende que o título de pesquisador/gestor do LNNano/CNPEM lhe confere um certo prestígio se comparado aos cargo de pesquisador/gestor em outras instituições do Brasil? E quanto ao prestígio desse título em relação a outras instituições internacionais?”

(v) Conversão de prestígio em recursos:

“Em sua percepção, o quanto a posição de prestígio do LNNano/CNPEM frente a outras ICT tem auxiliado na captação de investimentos do setor privado e de recursos governamentais?”

(apenas coordenadores) *“Já houve algum investimento privados de Venture Capital?”*

(vi) Conversão de capital institucional em recursos:

“Você acredita que a natureza do CNPEM (organização social de direito privado), sendo distinta da maioria das ICT, tem auxiliado a firmar acordos de parceria e na captação de investimentos dos setores público e privado?”

(apenas coordenadores) *“O CNPEM tem parceiros com assento em organismo de normalização?”*

Quanto a pergunta (iv), os entrevistados tiveram uma percepção positiva do prestígio de seu cargo, sobretudo frente aos pesquisadores de outras ICT e empresas, nacionais e internacionais que já tiveram contato com o laboratório objeto dessa pesquisa. O público em geral não é familiar ao CNPEM, sobretudo o público de Campinas, onde a centralidade da Unicamp acaba por ofuscar a importância dos laboratórios do CNPEM.

Nas perguntas (v), sobre a conversão do prestígio na captação de recursos e a possível facilidade de ser uma ICT privada, os entrevistados veem algumas vantagens e desvantagens do CNPEM frente a outras ICT.

Quanto às vantagens, é da percepção dos entrevistados que os processos burocráticos das algumas ICTs, em particular as universidades, desestimulam a parceria com empresas. Em contraste, as empresas em contato com o CNPEM se veem “surpresas com a organização” do Centro, o que favorece as parcerias. Já na captação de recursos por editais, não há vantagens muito clara e, por vez, recursos específicos para instituições de ensino podem não enquadrar os laboratórios do CNPEM, justamente por ser uma OS.

Porém, quando comparado a outros centros de pesquisa não-universitários, o CNPEM não apresenta grandes vantagens para estabelecimentos de parcerias. Nas palavras de um entrevistado “comparado à Embrapa ou ao Senai, nós somos caros e burocráticos, mas com relação às universidades somos infinitamente melhores, por termos as questões de PI e sigilo bem resolvidas”.

Quanto ao questionamento sobre *venture capital*, apesar de haver recomendações na literatura para um estreitamento entre as atividades do CNPEM e o capital de risco (Di Giorgio, 2016), até o momento da entrevista o LNNano/CNPEM não havia obtido qualquer investimento dessa natureza.

Também quanto a parceiros do LNNano/CNPEM com assento em organismos de normatização não houveram respostas positivas.

Nas quatro perguntas seguintes figuram conceitos adaptados da pesquisa feita por Amara e colaboradores (2003), sobre fatores determinantes para caracterizar ambientes de inovação. Essas perguntas abordam o papel de quatro processos de aprendizado na geração de novos produtos e processos (invenções), sendo os processos de aprendizados: por acúmulo prévio de conhecimento; por treinamento interno como funcionário do laboratório; por aquisição de tecnologias (equipamentos, licenças de softwares e de outras tecnologias); e, aprendizado por escalabilidade, que é induzido pela necessidade de desenvolver uma aplicação de bancada para um grau de maturidade tecnológica mais próximo ao do produto final. Seguem as quatro perguntas.

(vii) Processos de aprendizado (acúmulo prévio):

“Em sua percepção, o quanto os conhecimentos prévios da equipe de pesquisadores do LNNano estão relacionados com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(apenas pesquisadores) *“Dê um exemplo de sua contribuição individual?”*

(viii) Processos de aprendizado (treinamento):

“Em sua percepção, o quanto os conhecimentos obtidos por meio de consultoria externa ou de treinamento da equipe de pesquisadores do LNNano/CNPEM estão relacionados com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(apenas pesquisadores) *“Dê um exemplo de sua experiência individual?”*

(ix) Processos de aprendizado (aquisição de tecnologia):

“Em sua percepção, o quanto a aquisição de equipamentos, softwares ou aquisição de outras tecnologias (e.g. licenciamento de patentes) está relacionada com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(x) Processos de aprendizado (escalabilidade):

“Em sua percepção, o quanto a necessidade de desenvolvimento (da prototipação à

implementação em escala industrial) está relacionada com a criação de novos produtos/processos (invenções)?"

A última pergunta, também adaptada dos conceitos de Amara e colaboradores (2003), tem vários subitens, que abordam o papel de diversas fontes de informação na geração de novos produtos e processos (invenções). Segue pergunta.

(xi) Uso das interações para geração de novos produtos/processos:

“Em sua percepção, o quanto e quão frequentemente são usadas as seguintes fontes de informação na criação de novos produtos/processos (invenções) no LNNano/CNPEM:”

Informação de interação com a própria equipe de pesquisadores do LNNano

Informação de interação com a equipe de técnicos do LNNano

Informação de interação com a equipe responsável pelo setor comercial do LNNano

Informação de interação com a equipe responsável pela gestão do LNNano

Informação de interação com outras equipes de pesquisadores do CNPEM

Informação de interação Universidades;

Informação de interação outros centros de pesquisa;

Informação de interação com agências governamentais;

Informação de interação com fornecedores de equipamentos, materiais e componentes

Informação de interação com clientes;

Informação de interação com firmas de consultoria;

Informação de internet ou outra rede baseada em computação;

Informação de conferências, congressos e publicações;

Informação de feiras de negócios e exposições;

A tabela 11 abaixo apresenta a média das respostas parametrizadas do bloco 2, atribuindo valores de 1 a 7 para intensidade do papel desses fatores na criação de novos produtos e processos, na percepção dos entrevistados.

Tabela 11 - Parametrização das respostas do Bloco 2.

#	Percepção sobre:	Média	Desvio P
iv	Prestígio institucional do LNNano	6,2	0,84
v	Conversão do prestígio institucional	5,0	1,22
vi	Conversão pela natureza de OS	5,4	0,89

#	Percepção sobre:	Média	Desvio P
vii	Aprendizado (acúmulo prévio)	5,8	1,30
viii	Aprendizado (treinamento)	6,2	0,84
ix	Aprendizado (aquisição de tecnologia)	4,8	1,48
x	Aprendizado (escalabilidade)	3,8	0,45
xi.a	Info. de interações pesquisadores do laboratório	4,8	1,64
xi.b	Info. de interações técnicos do laboratório	3,8	1,30
xi.c	Info. de interações equipe comercial	4,6	2,19
xi.d	Info. de interações gestores	4,8	1,64
xi.e	Info. de interações pesquisadores do CNPEM	3,0	1,41
xi.f	Info. de interações com Universidades	6,0	0,71
xi.g	Info. de interações com outras ICT	5,2	0,45
xi.h	Info. de interações com agências do governo	1,2	0,45
xi.i	Info. de interações com fornecedores	5,6	0,89
xi.j	Info. de interações com clientes	1,0	0,00
xi.k	Info. de interações com consultores externos	2,4	1,67
xi.l	Informações de internet	3,8	2,49
xi.m	Informações de congressos e periódicos	6,2	0,84
xi.n	Informações de feiras de negócios	2,4	2,07

Há uma percepção de que a interação com universidades e as informações de periódicos são bastante importantes para geração de novos produtos e processo. Também é notória a percepção de prestígio do LNNano, apesar da conversão desse prestígio em recursos não ser tão bem percebida.

Finalmente, a formação acadêmica prévia do corpo científico e sua constante atualização são fatores percebidos como importantes para geração de novos produtos e processo. Particularmente quanto ao treinamento do corpo científico, a forma considerada mais relevante na percepção de entrevistados é o intercâmbio de pesquisadores em institutos de pesquisa e universidades no exterior. Sobre esses intercâmbios, os entrevistados percebem que o contato com outras linhas de pesquisa e os conhecimentos absorvidos do exterior são essenciais para sua atualização, não só pelo conhecimento técnico em si, mas também pela forma de se organizar, que também é um conhecimento importante.

Por outro lado, fatores como escalabilidade, interação com técnicos ou

pesquisadores de outros laboratórios do CNPEM, interação com agências do governo, interações com firmas de consultoria e visitas a feiras de negócios não é percebida como essencial para geração de novos produtos e processos.

O conceito de cliente foi estranho aos entrevistados, uma vez que os pesquisadores de outras instituições e de empresas ora são denominados como parceiros (eixos 2 e 3), ora como usuários externos (eixo 1).

O estudo de Amara, Landry e Ouimet (2003), sobre determinantes em *milieux* de inovação propõe que as características listadas nesse bloco de perguntas seriam fatores determinantes na classificação do tipo de *milieu* de inovação.

Em analogia a esse estudo, a figura 10 traz quatro quadrantes, representando quatro tipos de *milieu* de inovação, em que foi feita uma marcação em vermelho num quadrante. A posição dessa marcação foi determinada pela média das notas parametrizadas das perguntas (vii) a (x) na abscissa “aprendizado”. Já a posição com respeito ao eixo das ordenadas “interações” foi determinada pela média das notas parametrizadas dos itens da pergunta (xi), sendo as perguntas e a metodologia de classificação uma adaptação do estudo de referência, de Amara, Landry e Ouimet (2003).

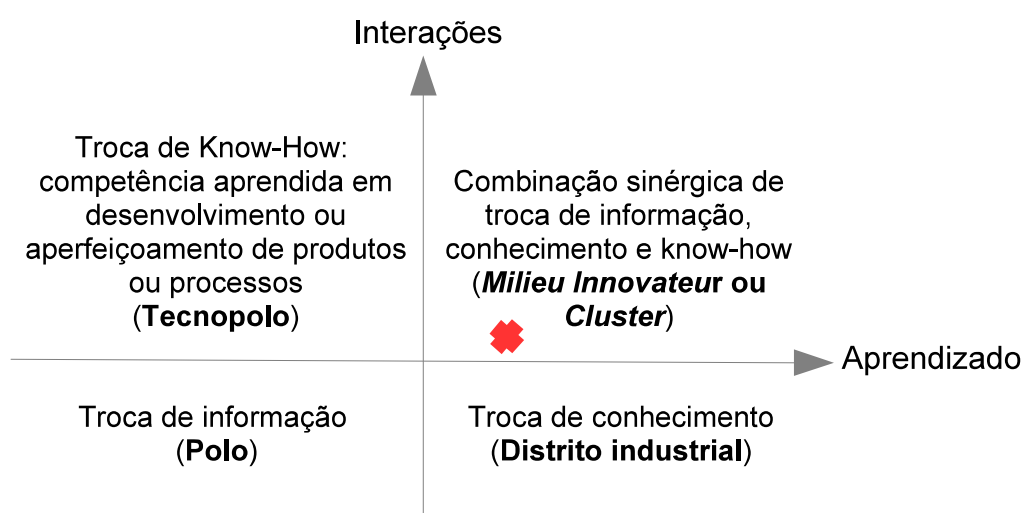


Figura 10 – Classificação do *milieu* do LNNano pela parametrização dos resultados da entrevista.

Fonte: Elaboração própria adaptado de Amara, Landry e Ouimet (2003).

5.9.3 Bloco 3 – Processos de transferência tecnológica

No terceiro bloco, são investigados processos de transferência de tecnologia (TT)

mais frequentes, que incluem modos formais e informais de TT, que foram conceituados no capítulo 2. A pergunta desse bloco encontra-se aqui transcrita.

(xii) Processos de transferência de tecnologia:

“Quanto e quão frequentemente o LNNano/CNPEM faz uso dos seguintes modos de transferência de tecnologia:”

- *Acordos de parceria para pesquisa*
- *Licenciamento de tecnologias*
- *Contratos de transferência tecnológica (know-how)*
- *Spin-offs*
- *Consultorias*
- *Bolsas de pós-doutorado*
- *Publicações científicas*
- *Envolvimento com outros centros de pesquisa para fins de coautoria em publicações*
- *Envolvimento em atividades comerciais para fins de transferência e comercialização de tecnologia*

A tabela 12 apresenta a média e desvio da parametrização das resposta do bloco 3, indicando a percepção sobre o uso de cada processo de transferência de tecnologia investigado, identificando não só a intensidade, mas o direcionamento da transferência de tecnologia, seja para dentro ou para fora do LNNano.

Tabela 12 - Parametrização das respostas do Bloco 3

Processos de transferência tecnológica	TT _{para dentro}	Desvio	TT _{para fora}	Desvio
Acordos de parceria para pesquisa	5,8	1,64	6,2	0,84
Licenciamento de tecnologias	3,6	1,52	2,2	1,79
Contratos de transferência tecnológica (know-how)	4,2	1,48	3,2	1,3
Spin-offs	1	0	1	0
Consultorias	2,6	1,67	2,2	1,79
Bolsas de pós-doutorado	5,8	0,84	5,4	0,55
Publicações científicas	7,0	0	6,0	1,22

Envolvimento para fins de coautoria em publicações	5,6	1,14	5,2	0,84
Envolvimento em atividades comerciais	1	0	2,2	0,45

As respostas apontam uma percepção de que publicações científicas e acordo de parceria para pesquisa são processos de transferência de tecnologia mais frequentes, tanto para internalizar quanto para externalizar conhecimentos tecnológicos.

Bolsas de pós-doutorado e envolvimento para fins de coautoria em publicações também são processo de TT percebidos como frequentes, sendo ligeiramente maior o fluxo para dentro do laboratório nesses processos de transferência. Um dado peculiar é que as bolsas de estudo de uma instituição geralmente são vistas como forma de treinamento e, portanto, de transferência de tecnologia para fora dessa instituição. Porém, segundo a percepção dos entrevistados, pós-doutorandos que recebem bolsa para pesquisar no LNNano trazem uma contribuição importante para os quadros do laboratório, levando seus conhecimentos tecnológicos para o LNNano.

Um traço geral dos entrevistados foi a percepção de que se aprende muito nos contatos com instituições no exterior. Porém, não se falou muito sobre outros resultados tecnológicos da interação, além do aprendizado.

A percepção da transferência de tecnologia em consultorias ou envolvimento em atividades comerciais é muito baixa. Também é baixa a transferência por licenciamento de tecnologias, principalmente para fora do LNNano. Contudo, como é notório, para consecução das pesquisas se faz necessário contratar diversas licenças de uso de softwares e equipamentos. Acredita-se que a percepção desse fator no triênio anterior, de 2012 a 2014, possa ter sido bem diferente, pois, como exposto na breve revisão histórica, foram anos intensos de aprendizado e aquisição de equipamentos.

O CNPEM não conta com uma incubadora de empresas, portanto, não há, até o momento, nenhuma política de gestão de *spin-offs* ou *spin-outs*.

5.9.4 Bloco 4 – Desafios e motivação

O quarto e último bloco apresenta perguntas abertas, não parametrizáveis. As duas primeiras perguntas tratam da percepção dos primeiros desafios na transferência de

tecnologia, conforme abaixo transcritas:

(xiii) Percepção do *insight*:

“Você já teve a percepção de que uma pesquisa do LNNano/CNPEM teve um bom resultado, com possível aplicação prática, mais não foi levada a diante?”

(xiv) Gargalos na TT:

“A que fatores você atribui o fato de um pesquisa com bons resultados não ser levada adiante?”

As respostas foram todas positivas quanto à percepção de gargalos para a TT, sendo que os gargalos percebidos com maior frequência foram: (i) a falta de engajamento de parceiros externos e (ii) a falta de prospecção ativa de novos parceiros por parte do LNNano/CNPEM. Outros gargalos percebidos foram: (iii) a falta de divulgação [prospecção passiva] das pesquisas do laboratório, (iv) o tempo elevado para conclusão das pesquisas; (v) a falta de investimentos e (vi) possíveis barreiras à pesquisa caso sejam aprovados projetos de lei anti-nanotecnologia que tramitam no legislativo.

Essa percepção de fatores que acarretam dificuldades na TT não é exclusiva das ICT que pesquisam e desenvolvem nanotecnologia no Brasil. Confrontando essa percepção com os ensinamentos de Morris (2016), pode-se verificar que há uma consonância entre a literatura mundial e a percepção auferida no laboratório nacional. Para Morris (2016), a dificuldade na TT da nanotecnologia se deve em grande parte pela quantidade de conhecimento tácito e com terminologias e padrões em construção, mas também pelo pouco investimento em desenvolvimento, uma vez que a tecnologia pré-paradigmática envolve muitas incertezas econômicas, longos ciclos de desenvolvimento, falta de financiamento público e privado, alto custo dos equipamentos necessários para pesquisa, problemas legais, regulatórios e de segurança (Morris, 2016).

A última pergunta da entrevista tratou da motivação pessoal do pesquisador para trabalhar no LNNano. Nas respostas, mesmo sem serem induzidos, todos os pesquisadores citaram pontos positivos e negativos que influenciam em sua motivação, sendo o saldo geral positivo. Segue a pergunta:

(xv) Motivação pessoal:

(pesquisadores) *“Qual a sua motivação para trabalhar como pesquisador do LNNano/CNPEM?”*

(coordenadores) *“Na contratação de pesquisadores, a motivação do candidato para trabalhar no LNNano/CNPEM é um critério considerado? Há um processo seletivo específico para vagas em pesquisa básica e outro processo seletivo para vagas em pesquisa aplicada?”*

O ponto positivo mais citado foi a infraestrutura do laboratório. Apesar dos pesquisadores terem ampla experiência em universidades e instituições de pesquisa no Brasil e no exterior, frente à infraestrutura e dos equipamentos do LNNano um pesquisador comentou que “não vejo motivos para sair do Brasil”. Outros pontos positivos abordados foram a multidisciplinaridade e os desafios de pesquisa. Como pontos negativos foram colocados a remuneração abaixo de carreiras similares no setor público e privado, a falta de estabilidade (uma vez que trata-se de uma iniciativa privada) e a falta de um plano de carreira bem estruturado.

5.10 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E UMA BREVE EXPLANAÇÃO

Conforme já mencionado no capítulo de metodologia, com fundamento na literatura sobre estudos de caso (Yin, 2001), o presente estudo tem natureza descritiva e explanatória. Quanto a parte descritiva, os dados apresentados acima incluem análises de séries temporais, tendências observadas, concordâncias e divergências com a teoria corrente e com as tendências esperadas, segundo a literatura.

Nesse estudo foi possível observar dois momentos bem distintos do LNNano/CNPEM, com relação ao capital social, ao aprendizado e à transferência de tecnologia. Esses momentos foram o primeiro e o segundo triênio completo de existência do laboratório.

No primeiro momento (triênio de 2012-2014), o sucesso do esforço para inovação dependeu muito de contribuições individuais, ou seja, capital social (na forma de prestígio dos pesquisadores, reconhecimento entre pares e redes de contatos). Nesse momento o contexto institucional era mais aberto e menos determinante, não havendo leis ou normas que versassem sobre a nanotecnologia. Havia uma política do poder executivo que

estimulava o estabelecimento de acordos bilaterais com países mais desenvolvidos e intercâmbios internacionais de pesquisadores.

Já um segundo momento (triênio de 2015-2017), as mudanças no contexto institucional predominaram na determinação das ações do laboratório, desde determinar o esvaziamento ações de capacitação de recursos humanos, até uma ênfase maior na política de *open facility*. Os recursos governamentais ficaram mais escassos e o estabelecimento de parcerias com o setor privado figurou como um complemento essencial para consecução dos projetos de pesquisa. Projetos de lei anti-nanotecnologia surgiram como ameaças à pesquisa e o contexto de normalização ganhou mais robustez. Porém foi um momento de consolidação de aprendizados tecnológicos e institucionais para o laboratório, mostrando maior regularidade na produção intelectual, se comparado ao período anterior, maior concentração de esforços de licenciamento em tecnologias mais voltadas para o mercado e redefinição das linhas de pesquisa internas, também na tentativa de orientá-las para o mercado.

Os resultados apontam que o modelo territorial-relacional de inovação conhecido como *milieu innovateur* pode representar o ambiente em que o laboratório se insere. Observa-se uma combinação de vários tipos de troca de conhecimento, desde externalidades, inerentes da política de *open facility*, até transferências de conhecimentos de natureza mais complexa, tácitos e explícitos.

Os processos de aprendizado são um traço marcante para contribuição do objeto de estudo para o esforço de inovação, estando possivelmente relacionadas de modo positivo com a criação e transferência de tecnologia. As interações, por sua vez, ainda tem espaço para serem melhor exploradas, sobretudo interações com empresas locais e empresas internacionais.

Quanto aos gargalos na transferência de tecnologia, a pesquisa trouxe alto grau de concordância entre a percepção dos funcionários do LNNano/CNPEM e a percepção de qualquer ator inserido na pesquisa sobre nanotecnologia no mundo. As dificuldades na TT da nanotecnologia se devem a: uma grande parcela de conhecimento tácito e com terminologias e padrões em construção; pouco investimento em desenvolvimento; longos ciclos de desenvolvimento; falta de financiamento público e privado; alto custo dos equipamentos necessários para pesquisa; problemas legais, regulatórios e de segurança.

Frente aos resultados do estudo de caso, observa-se duas situações pouco

desejáveis para os objetivos do LNNano de contribuir para o esforço de inovação, quais sejam: (i) a inexistência de empresas derivadas oriundas do CNPEM, e (ii) um grau de interação com grandes empresas multinacionais aquém do adequado para alcançar o emparelhamento tecnológico, que poderia ser impulsionado em fase pré-paradigmática da nanotecnologia. Propõe-se, aqui, uma explanação que aventa um nexo causal entre evidências levantadas no estudo e essas condições desfavoráveis.

Com respeito às empresas derivadas (*spin-offs*), num momento em que a nanotecnologia promete ser um novo paradigma da ciência e tecnologia, mas encontra-se em um estágio pré-paradigmático, o estímulo à criação de pequenas *spin-offs* de base tecnológicas poderia beneficiar e dinamizar o *milieu* em sua contribuição para o esforço de inovação. O estímulo poderia vir tanto de políticas governamentais quanto de capital de risco. Porém, no Brasil a aceitação ao risco é baixa e o mercado muitas vezes opera sob ondas de intervenções estatais. Acredita-se que essa dependência do contexto institucional e a intermitência de planos desenvolvimentistas de governo possam estar relacionadas com a ausência de empresas derivadas.

Por sua vez, quanto às grandes empresas multinacionais, há uma resistência das mesmas em adotar produtos ou materiais nanotecnológicos, temendo rupturas na cadeia produtiva e ameaças de novos entrantes. Essa resistência perpassa também contexto institucional que precisaria ser construído de modo a incentivar a aproximação entre grandes empresas, pequenas empresas e ICT, capacitando o *milieu* para a entrada na fase paradigmática, a fim de propiciar o emparelhamento tecnológico e econômico no Brasil. Novamente, acredita-se que a dependência do contexto institucional e a intermitência de planos desenvolvimentistas de governo possam estar relacionadas com a baixa interação do LNNano com empresas de grande porte em cooperação de pesquisa e desenvolvimento no período observado.

Finalmente, com base no presente estudo de caso e na literatura aqui revisada (Di Giorgio, 2016), acredita-se que empresas derivadas poderiam mediar melhor as transferências tecnológicas entre o LNNano/CNPEM e empresas de grande porte. Porém, até a conclusão do presente trabalho, nenhuma empresa derivada deste laboratório havia sido constituída, de modo que essa explanação não pode ser testada e validada.

6 CONCLUSÃO

Foi conduzido um estudo de caso do LNNano/CNPEM, a fim de investigar como os fatores (i) interações sociais, e (ii) processos de aprendizado contribuem para o esforço de inovação, mais particularmente para a transferência tecnológica. Esses fatores foram avaliados sob a ótica de modelos de inovação territoriais e relacionais, sempre se filiando à linha econômica evolucionária, em oposição à linha neoclássica.

O estudo cumpriu os objetivos de caracterizar o LNNano por meio de dados e evidências históricas, geográficas, financeiras, jurídicas, normativas, institucionais, tecnológicas e pelo capital humano. Foi realizado mapeamento dos títulos de propriedade intelectual do Laboratório, conduzida uma análise de rede social egocêntrica de parceiros de pesquisa do laboratório e, finalmente, foi investigada a percepção de profissionais do laboratório por meio de entrevista. Os dados obtidos foram combinados e apresentados em análises de séries temporais e tendências observadas, sendo apontadas concordâncias e divergências com a teoria corrente e com as tendências esperadas na literatura revisada.

Como resultado da análise dos dados e evidências levantados, se observou dois momentos bem distintos do LNNano/CNPEM, um primeiro momento, referente ao triênio de 2012 a 2014, em que transferência tecnológica dependeu muito de contribuições individuais de pesquisadores, dispondo de seu capital social (contatos, influência e prestígio), e um segundo momento, referente ao triênio de 2015 a 2017, em que o contexto institucional teve maior papel no esforço para inovação.

Os gargalos na transferência tecnológica experimentados pelos profissionais do LNNano/CNPEM tiveram alta concordância com aqueles percebidos por profissionais de outras instituições de pesquisa em nanotecnologia pelo mundo. Esses gargalos se mostram comuns em tecnologias em estágio pré-paradigmático, sendo a transferência tecnológica limitada por inseguranças jurídico-normativas e pela aversão ao investimento devido ao alto risco do retorno. Finalmente, não foram identificadas empresas derivadas do LNNano, as quais a literatura aponta que poderiam mediar transferências tecnológicas entre o Laboratório e empresas de grande porte, contribuindo para o esforço de inovação.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, E.D.M. National systems of innovation and Non-OECD countries: notes about a rudimentary and tentative 'typology'. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 19(4), p. 76. 1999.
- Amara, N., Landry, R., Ouimet, N. Milieux innovateurs: Determinants and policy implications. **European Planning Studies**, v. 13(6), p. 939-965. 2003.
- Andersson, M., Karlsson, C. The role of accessibility for the performance of regional innovation systems. **Knowledge Spillovers and Knowledge Management**, v. 283. 2004.
- Arend, M., Fonseca, P.C.D. Brasil (1955-2005): 25 anos de catching up, 25 anos de falling behind. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 32(1), p. 33-54. 2012.
- Assafim, J. M. L. **A transferência de tecnologia no Brasil: aspectos contratuais e concorrenciais da propriedade industrial**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2005.
- Aydalot, P., & Groupe de recherche européen sur les milieux innovateurs. Colloque. **Milieux innovateurs en Europe**. Paris: Gremi, 1986.
- Baker, W. E. Market networks and corporate behavior. **American journal of sociology**, v. 96(3), p. 589-625. 1990.
- Baldoni, L., Furtado, A. T. Geografia e inovação: mapeamento dos empreendimentos de alta tecnologia que circundam o campus da unicamp. **Geografia e Pesquisa**, v.7(2). 2014.
- Barbosa, D.B. **Da licença de know how em direito brasileiro**. 2013. Disponível em: <http://www.denisbarbosa.addr.com/arquivos/200/propriedade/licenca_knowhow_direito_brasileiro.pdf>. Acessado em 03 de janeiro de 2019.
- Barbosa, A.L.F. Marcas e outros signos na realização das mercadorias. In: Barbosa, A.L.F (Org.). **Sobre a propriedade do trabalho intelectual: uma perspectiva crítica**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999.
- Bator, F. M. The anatomy of market failure. **The quarterly journal of economics**, v. 72(3), p. 351-379. 1958.
- Biggs, N., Lloyd, E. K., & Wilson, R. J. **Graph Theory**. Oxford: Oxford University Press, p. 1736-1936. 1986.
- Bourdieu, P. The Forms of Capital. In: Richardson, J. (Org.). **Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education**. Westport: Greenwood Publishing, 1986.
- Bourdieu, P. **Les usages sociaux de la science: Pour une sociologie clinique du**

champ scientifique. Versaikkles: Editions Quæ. 1997.

Brasil. Lei nº 9.279, de 14 de maio 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de maio de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 9456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de abril de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de fevereiro de 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9609.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 9.610, de 19 de maio 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9610.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 de dezembro de 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007. Dispõe sobre os incentivos às indústrias de equipamentos para TV Digital e de componentes eletrônicos semicondutores e sobre a proteção à propriedade intelectual das topografias de circuitos integrados, instituindo o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores – PADIS e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Equipamentos para a TV Digital – PATVD; altera a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993; e revoga o art. 26 da Lei no 11.196, de 21 de novembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 de maio de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11484.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

_____. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei no 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei no 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei no 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei no 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei no 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei no 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11

de janeiro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm, acessado em 02 de janeiro de 2019.

Canuto, O. Aprendizado tecnológico na industrialização tardia. **Economia e sociedade**, v.2(1), p. 171-189.1993.

Carayannis, E.G., & Campbell, D. F. Open innovation diplomacy and a 21st century fractal research, education and innovation (FREIE) ecosystem: building on the quadruple and quintuple helix innovation concepts and the “mode 3” knowledge production system. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 2(3), p. 327. 2011.

Cassiolato, J. E., & Szapiro, M. Uma caracterização de arranjos produtivos locais de micro e pequenas empresas. Lastres, H. M. M.; Cassiolato, J. E.; Maciel, M. L. (Orgs.) **Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 35-50. 2003.

Cerqueira Leite, R. C. C., et al. **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil**. Brasília: CGEE, 2009.

Chesbrough, H.W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2003.

Chesbrough, H.W. The Era of Open Innovation. **MIT Sloan Management Review**, v. 44(3), p. 35-41. 2003.

Chesbrough, H.W. **Open Business Models**. Brighton: Harvard Business School Press, 2006.

Chesbrough, H.W. Open Innovation: Where We've Been and Where We're Going. **Research-Technology Management**, v. 55(4), p. 20-27. 2002.

Christensen, J. F. Asset profiles for technological innovation. **Research Policy**, v. 24(5), p. 727-745. 1995.

Chung, K. K., Hossain, L., Davis, J. Exploring sociocentric and egocentric approaches for social network analysis. **Anais.. 2nd international conference on knowledge management in Asia Pacific**, pp. 1-8. 2005.

Cohen, W.M., Nelson R.R., Walsh J.P. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. **Management Science**, v. 48(1), p. 1–23. 2002.

Colletis-Wahl, K., Corpataux, J., Crevoisier, O., Kebir, L., Pecqueur, B., & Peyrache-Gadeau, V. The territorial economy: A general approach in order to understand and deal with globalization. In: Querejeta M.J.A., Landart, C.I., Wilson, J.R. (Orgs.). **Networks, governance and economic development: Bridging disciplinary frontiers**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002. 21-29.

Cooke, P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe.

Geoforum, v. 23, p. 365–382. 1992.

Cooke, P. Regional innovation systems, clusters and the knowledge economy. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, p. 945–974. 2001.

Cooke, P. Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation Exploring 'Globalisation 2'—A new model of industry organisation. **Research Policy**, v. 34, p. 1128–1149. 2005.

Cooke, P., Morgan, K. **The Associational Economy**. Oxford: Oxford University Press. 1998.

Crevoisier, O. Spatial Shifts and the Emergence of Innovative Milieux: the Case of Jura Region between 1960 and 1990. **Environment and Planning C: Society and Space** 11, v. 4, p. 419-430. 1993.

Crevoisier, O. Beyond Territorial Innovation Models: The Pertinence of the Territorial Approach. **Regional Studies**, v. 48(3), p. 551-561. 2014.

Cunha, J.A.C.D. e PASSADOR, J.L. Alianças Estratégias de Organizações: O Aprendizado Institucional na Formação de Redes. **Anais.. ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENANPAD)**, p.1-16. 2006.

De Almeida, C.C.R., Corrêa, V.S., De Castro, P.G. Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em um sistema de inovação imaturo: o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe) na região Centro-Oeste. **Textos de Economia**, v. 21(1), p. 47-76. 2018.

Di Giorgio, Rosana Ceron (2016). **Estabelecimento de parcerias entre instituições de pesquisa e indústrias em projetos de alto risco: o caso do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol**. 219 p. Tese (Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, 2016.

Di Pietro, M. S. Z. **Direito Administrativo**. 22.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Dosi, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11(3), p.147-162. 1982.

Dosi, G., Freeman, C., Fabiani, S. The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions. **Industrial and corporate change**, v. 3(1), p. 1-45. 1994.

Dosi, G., Malerba, F. Organization Learning and Institutional Embeddedness. In: Dosi, G., Malerba, F. (Orgs.). **Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise**. Londres: Macmillan, 1996.

- Drexler, K. E. Nanotechnology: from Feynman to funding. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v.24(1), p.21-27. 2004.
- Edvinsson L., Malone M.S. **Capital Intellectual**. São Paulo: Makron, 1998.
- Erber, F.S. Eficiência coletiva em arranjos produtivos locais industriais: comentando o conceito. Belo Horizonte: **Nova Economia**, v. 18(1), p. 11-32. 2008.
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research policy**, v. 29(2), p.109-123. 2010.
- Ferro, J. R., Torkomian, A. L. V. A criação de pequenas empresas de alta tecnologia. **Revista de Administração de Empresas**, v.28(2), p.43-50. 1988.
- Freeman, C. Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. In: Vasko T. (eds.) **The Long-Wave Debate**. Berlin: Springer, 1987.
- Freeman, C. **Technology policy and economic performance: Lessons from Japan**. Londres: Pinter Publisher, 1987^b.
- Freeman, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social networks**, v. 1(3), p. 215-239. 1978.
- Freeman, C. The National System of Innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of economics**, v.19(1), p.5-24. 1995.
- Freitas, H., Oliveira, M., Saccol, A. Z., Moscarola, J. O método de pesquisa survey. **Revista da Administração**, v. 35(3), p. 105-112. 2000.
- Friesike, S., Widenmayer, B., Gassmann, O., Schildhauer, T. Opening science: towards an agenda of open science in academia and industry. **The Journal of Technology Transfer**, p.40(4), v.581-601. 2015.
- Galembeck, F. Nanotecnologias, produtos da agricultura e minerais abundantes. **Parcerias Estratégicas**. Edição Especial CNCTI. v. 15(31-34), p.1388. 2010.
- Garcez, C.M.D. Sistemas Locais de Inovação na Economia do Aprendizado: Uma Abordagem Conceitual. Rio de Janeiro: **Revista do BNDES**, v. 7(14), p. 351-366. 2000.
- Garcia, R., Araujo, V. D. C., Mascarini, S., Santos, E. G. Efeitos da qualidade da pesquisa acadêmica sobre a distância geográfica das interações universidade-empresa. São Paulo: **Estudos Econômicos**, v. 44(1), p. 105-132. 2014.
- Garcia, R., Araujo, V., Mascarini, S., Gomes Dos Santos, E., Costa, A. Is cognitive proximity a driver of geographical distance of university–industry collaboration?. **Area Development and Policy**, v. 3(3), p. 349-367. 2018.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M. **The New**

Production of Knowledge. Londres: Sage, 1994.

Godin, B. The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. **Science, Technology, and Human Values**, v. 31(6), p. 639-667. 2005.

Grimpe, C., Fier, H. Informal university technology transfer: a comparison between the United States and Germany. **The Journal of Technology Transfer**, v. 35(6), p. 637-650. 2010.

Grimpe, C., Hussinger, K. Formal and informal technology transfer from academia to industry: complementarity effects and innovation performance. **ZEW Discussion Papers**, n. 08-080. 2008.

Grosse, R. International technology transfer in services. **Journal of international business studies**, v.27(4), p.781-800. 1996.

Hsu, Y. H., Fang, W. Intellectual capital and new product development performance: The mediating role of organizational learning capability. **Technological Forecasting and Social Change**, v.76(5), p.664-677. 2009.

INSEAD. The power of Innovation: Our Worldwide Index discovers how nations have responded to the challenges of globalisation. **World Business**, v. 8, p. 26-37. 2007.

_____. **Global Innovation Index 2008-2009.** 2009. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2008-2009-Report.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **Global Innovation Index 2009-2010.** 2010. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2009-2010-Report.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **The Global Innovation Index 2011: Accelerating Growth and Development.** Disponível em: https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2011_Report.pdf. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

INSEAD, WIPO. **The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth.** 2012. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2012-Report.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

INSEAD, Cornell University, WIPO. **The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation.** 2013. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2013.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation.** 2014. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2014-v5.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development.** 2015. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/gii-2015-v5.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation.** 2016. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2014-v5.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

_____. **The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World.** 2017. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2014-v5.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). **Balança Comercial de 2015: Das Exportações Perdidas à Espera da Retomada, 2016. Carta IEDI n. 720.** Disponível em: http://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_720.html. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B.Å. Why all this fuss about codified and tacit knowledge?. **Industrial and corporate change**, v.11(2), p.245-262. 2002.

Kline, S.J. & N. Rosenberg (1986). "An overview of innovation." In R. Landau & N. Rosenberg (eds.), **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. Washington, D.C.: National Academy Press, p. 275–305.

Laforet, M.R.C. **A transferência de tecnologia de processos de produção de fertilizantes organominerais: pesquisa-ação sobre uma parceria público-privada.** 194 p. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) Instituto Nacional da Propriedade Intelectual. Rio de Janeiro, 2013.

Lastres, H. M., & Cassiolato, J. E. **Políticas para promoção de arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas: vantagens e restrições do conceito e equívocos usuais.** Rio de Janeiro: SEBRAE/UFRJ–Instituto de Economia. 2004.

Laursen, K., Salter, A. J. The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. **Research Policy**, v.43(5), p.867-878. 2014.

Leite, Pedro Sisnando. **A luta pelo desenvolvimento regional e rural no mundo: relato de políticas e resultados em países visitados pelo autor.** Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

Lemley, M.A. Patenting Nanotechnology. **Stan. L. Rev**, v.58, p.601. 2005.

Lemos, L.M. **Desenvolvimento de spin-offs acadêmicos: um estudo a partir do caso da Unicamp.** 234 p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) Universidade Estadual de Campinas. 2008.

Lemos Filho, E.M.S. **A gestão da Organização Social no contexto da Reforma do Estado no Brasil: o caso ABTLuS (LNLS/CNPq)**. 145 p. Dissertação (Mestrado em Administração) Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2000.

Leydesdorff, L. The triple helix, quadruple helix,..., and an N-tuple of helices: explanatory models for analyzing the knowledge-based economy?. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 3(1), p. 25-35. 2012.

Leydesdorff, L., Zawdie, G. The triple helix perspective of innovation systems. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 22(7), 789-804. 2010.

Link, A. N., Siegel, D. S., Bozeman, B. An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. **Industrial and corporate change**, v.16(4), p.641-655. 2007.

List, F. **The National System of Political Economy**. Londres: Cotta.1841.

Lobo, R., Muniz, R. P. A., Danon, J., Craievich, A. F. **Proposta preliminar do estudo de viabilidade para a implantação de um Laboratório Nacional de Radiação de Sincrotron** (No. CBPF-PRS--001/83). Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 1983.

Lorenzen, M. The creation, operation, and change of routines in an interactive perspective. **Anais.. Seminário DRUID, Snekkersten**. 1996.

Lundvall, B.Å. **National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter Publisher, 1992.

Lundvall, B.Å., Johnson, B. Promoting innovation systems as response to the globalizing learning economy. In: Cassiolato, J. E., Lastres, H. M. M., Maciel, M. L. **Systems of Innovation and Development: Evidence from Brazil**. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

Lundvall, B.Å. Higher Education, Innovation and Economic Development. **Anais.. Annual World Bank Conference on Development Economics Regional - Higher Education and Development**. 2007.

MacKinnon, D., Cumbers, A., Chapman, K. Learning, innovation and regional development: a critical appraisal of recent debates. **Progress in human geography**, v. 26(3), p. 293-311. 2002.

Maillat, D. (1998). From the industrial district to the innovative milieu: Contribution to an analysis of territorialised productive organisations. **Recherches Economiques de Louvain**, v. 64(1), p. 111-129. 1998.

Maillat, D., Quévit, M., Senn, L. **Réseaux d'innovation et milieu innovateurs: un pari pour le développement régional**. Paris: GREMI/EDES, 1993.

Mairesse, J. and Mohnen, P. Using innovation surveys for econometric analysis". In: Hall, B.H., Rosenberg N. (Eds.) **Handbook of the Economics of Innovation**. v. 2, p.1129-

1155. 2010.

Mandel, G.N. Emerging trechnology governance. In: Marchant G. E., Abbott K. W., Allenby, B. (Orgs.) **Innovative governance models for emerging technologies**. Cheltenham: Edward Elgar, p. 266. 2013.

Marshall, A. **Principles of Economics**. Londres: Macmillan and Co., 8ed. 1890.

Martins, E.R.M., Silva, S. Estudo sobre as definições e as diferenças dos principais tipos de arranjos empresariais. **Anais..** do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2015.

Menardi, F. B. S. **O centro de pesquisa e desenvolvimento da Telebrás frente à reforma no setor de telecomunicações no Brasil**. 158 p. Dissertação (Mestrado em Política Ciêntífica e Tecnológica) Universidade Estadual de Campinas. 2000.

Mirelles, H.L. **Direito Administrativo Brasileiro**. São Paulo: Editora Malheiros, 30ed. 2015.

Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico. **Política de Propriedade Intelectual das Instituições científicas e tecnológicas do Brasil: Relatório FORMICT 2013**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2014.

_____. **Política de Propriedade Intelectual das Instituições científicas e tecnológicas do Brasil: Relatório FORMICT 2014**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2015.

_____. **Política de Propriedade Intelectual das Instituições científicas e tecnológicas do Brasil: Relatório FORMICT 2015**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicação, 2016.

_____. **Política de Propriedade Intelectual das Instituições científicas e tecnológicas do Brasil: Relatório FORMICT 2016**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicação. 2017.

Morris, E. M. The Irrelevance of Nanotechnology Patents. **Conn. L. Rev.**, v. 49, p. 499. 2016.

Moulaert, F., Sekia, F. Territorial innovation models: a critical survey. **Regional studies**, v. 37(3), p. 289-302. 2003.

Müller, Juliana Martins de Sá; Sant'anna, Leonardo da Silva. O Desenvolvimento dos Contratos de Transferência de Tecnologia no Brasil e seus Impactos na Inovação Nacional. In: Vaz e Dias, J.C., Müller, J.M.S, Portilho, R.M.R (Orgs.) **Propriedade intelectual e os dez anos da lei de inovação: conflitos e perspectivas**. Rio de Janeiro: Gramma, 1ed, 2015.

Nahapiet, J., Ghoshal, S. Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational

Advantage. **The Academy of Management Review**, v. 23(2), p. 242-266. 1998.

Narula, R. Choosing between internal and non-internal R&D activities: some technological and economic factors. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 13(3), p. 365-387. 2001.

Nelson, R. **National Innovation Systems: a Comparative Analysis**. Oxford University Press, 1993.

Nelson, R. Understanding long run economic development as an evolutionary process. **Economia Política**, v.32(1), p.11-29. 2015.

Nowotny, H., Scott, P.B., Gibbons, M.T. **Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty**. Hoboken: John Wiley & Sons. 2013.

OCDE. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development**. 3rd revision. OCDE, Paris, 1963. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1963.pdf>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development**. "FRASCATI MANUAL". OCDE. Paris, 1970. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1970.pdf>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development**. "FRASCATI MANUAL". OCDE. Paris, 1976. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1976.pdf>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development**. "FRASCATI MANUAL 1980". OCDE. Paris, 1981. Disponível em: <[http://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1981](http://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1981.pdf)>.pdf. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**. "OSLO MANUAL 1990". OCDE. Paris, 1990. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/inno/2367580.pdf>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development**. "FRASCATI MANUAL 1993". OCDE. Paris, 1994. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/9789264063525-en>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**. "OSLO MANUAL 1995". OCDE, Paris, 1995. Disponível em:

<<http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **National Innovation Systems**. Paris, 1997. Disponível em: <<https://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>>. Acessado em: 26 de agosto de 2017.

_____. **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development**. "FRASCATI MANUAL 2002". OCDE. Paris, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/9789264063525-en>>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**. "OSLO MANUAL 2005". OCDE. Paris, 2005.

Paddock, L.; Masterton, M. An integrate framework for governing emerging Technologies such as nanotechnology and synthetic biology. In: Gary E. Marchant, Kenneth W. Abbott e Braden Allenby (Eds.) **Innovative governance models for emerging technologies**. Cheltenham: Edward Elgar, p. 266, 2013.

Patel, P., Pavitt, K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. **Economics of innovation and new technology**, v. 3(1), p. 77-95. 1994.

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Slater, A., Sobrero, M. Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. **Research policy**, p. 42(2), v. 423-442. 2013.

Pisano, G. Profiting from innovation and the intellectual property revolution. **Research policy**, v. 35(8), p.1122-1130. 2006.

Pisano, G. P., Teece, D. J. How to capture value from innovation: Shaping intellectual property and industry architecture. **California management review**, v.50(1), p.278-296. 2007.

Porter, M. E. Clusters and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, v. 76(6), p. 77-90. 1998.

Póvoa, L. M. C., Rapini, M. S. Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: what is transferred and how the transfer is carried out. **Science and Public Policy**, v.37(2), p.147-159. 2010.

Quandt, C. The emerging high-technology cluster of Campinas, Brazil. **Technopolis**, v.97, p.09-12. 1997.

Queiroz, S. Aprendizado tecnológico. In: Pelaez V., Szmrecsanyi, T. (Orgs.) **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, p. 193-211. 2006.

Rainville, A. Standards in green public procurement—A framework to enhance innovation. **Journal of Cleaner Production**, v.167, p.1029-1037. 2017.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Ibero/Interamericanos - RICyT. **Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe**. 2001. Disponível em: <http://www.ricyt.org/manuales/doc_download/5-manual-de-bogota>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **Manual de Santiago: Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia y la Tecnología**. 2007. Disponível em: <http://www.ricyt.org/manuales/doc_download/1-manual-de-santiago>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

_____. **Manual de Lisboa: Pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información**. 2009. Disponível em: <http://www.ricyt.org/manuales/doc_download/4-manual-de-lisboa>. Acessado em: 31 de agosto de 2017.

Romer, P.M. Increasing Returns and Long-Run Growth. **Journal of Political Economy**, v. 94(5), p. 1002-1037. 1986.

Romer, P.M. Endogenous Technological Change. **Journal of Political Economy**, v. 98(5), p. S71-S102. 1990.

Rosa, R.A., Frega, J.R. Intervenientes do Processo de Transferência Tecnológica em uma Universidade Pública. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 21(4), p.435-457. 2017.

Rosenberg, N. Innovation and economic growth. **Anais... Innovation and Economic Growth: Conference on Innovation and Growth in Tourism**, Paris: OECD. 2004.

Salerno, M.S.; Kubota, L.C. Estado e Inovação. In: De Nigri, J.A. E Kubota, L.C. **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, p. 612. 2008.

Sbicca, A., Pelaez, V. Sistemas de inovação. In: Pelaez V., Szmrecsanyi, T. (Orgs.) **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, p. 415-448. 2006.

Schellekens, M. H. M. Patenting nanotechnology: Are we on the right track? In: Goodwin, M.E.A. Koops, B.J. Leenes, R.E. (Eds.), **Dimensions of technology regulation**. p. 107-124. Nijmegen: Wolf Legal Publishers (WLP). 2010.

Schumpeter, J. A. **Socialism, capitalism and democracy**. New York: Harper and Row. 1934.

Schumpeter, J. A. **Business Cycles**, Nova Iorque: McGraw-hill, v. 1 p. 84. 1939

Schumpeter, J. A. ***Socialismo, Capitalismo e Democracia***. Trad: Jungmann R. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura. 1961.

Schumpeter, J. A. ***Teoria do desenvolvimento econômico***. Trad: Possas, M. S. São Paulo: Editora Nova Cultura. 1997.

Schwachula, A., Seoane, M. V., & Hornidge, A. K. Science, technology and innovation in the context of development. An overview of concepts and corresponding policies recommended by international organizations. **ZEW discussion papers**, v.132. 2014.

Shima, W.T. Economia de Redes e Inovação. In: Pelaez V., Szmrecsanyi, T. (Orgs.) ***Economia da inovação tecnológica***. São Paulo: Hucitec: Ordem dos Economistas do Brasil, p. 415-448. 2006.

Solow, R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39(3), pp. 312-320. 1957.

Souza, M. C. A., Garcia, R. ***O arranjo produtivo de indústrias de alta tecnologia da região de Campinas–Estado de São Paulo–Brasil***. Nota Técnica, (27/99). 1998.

Stiles, A. R. Hacing through the Thicket: A Proposed Patent Pooling Solution to the Nanotechnology Building Block Patent Thicket Problem. **Drexel L. Rev.**, v.4, p.555. 2011.

Storper, Michael. Industrialization and the regional question in the third world: lessons of postimperialism; prospects of post- Fordism 1. **International Journal of Urban and Regional Research**, v.14(3), p.423-444. 1990.

Storper, M. The resurgence of regional economies, ten years later: the region as a nexus of untraded interdependencies. **European urban and regional studies**, v.2(3), p.191-221. 1995.

Teece, D.J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research policy**, v.15(6), p.285-305. 1986.

Teece, D.J. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. **Jornal of Economic Behavior & Organization**. v. 31, p. 193-224. 1996.

Teece D.J., Technology Transfer. In: Augier, M., Teece, D. J. (Eds.), 2013. **The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management**. Londres: Basingstoke, Palgrave Macmillan. 2013.

Telesforo, R.L.. **UBER: Inovação disruptiva e ciclos de intervenção regulatória**. 109 p. Dissertação (Mestrado em direito da regulação). Escola de Direito. Fundação Getúlio Vargas. 2016

Tolochko, N. History of nanotechnology. Nanoscience and nanotechnology. In: UNESCO. **Encyclopaedia of life Support Systems (EOLSS)**. Oxford: SEolss Published, p.3-4. 2009.

Vaz e Dias, J.C., Sant'Anna, L., Santos, B.,.The legal treatment of know-how in Brazil: peculiarities and controversies of a new intangible form. **Revista quaestio iuris**, v. 9(4), pp.2312-2334, 2016.

Von Hippel, E. Democratizing innovation: the evolving phenomenon of user innovation. **International Journal of Innovation Science**, v. 1(1), p. 29-40. 2009.

WIPO. **Standards and Patents**. Disponível em: <<http://www.wipo.int/patent-law/en/developments/standards.html>>. Acessado em: 22 de junho de 2018. 2018.

Wonglimpiyarat, J. The nano-revolution of Schumpeter's Kondratieff cycle. **Technovation**. v. 25, p. 1349–1354. 2005.

Yin, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2a ed. 2001.

Zech, H. Nanotechnology-New Challenges for Patent Law? **SCRIPTed**, v. 6, p. 147. 2009.

APÊNDICE A – Projetos dos eixos 2 e 3 relatados entre 2015 a 2017

Na tabela constam todos os projetos de pesquisa declarados nos relatórios anuais do CNPEM. Pesquisas realizadas dentro do eixo de atividade 1 (usuários externos) e do eixo de atividade 4 (capacitação e treinamento) não tem o nome do projeto e os envolvidos listados nos relatórios anuais. Os eixos de atividades cujos projetos foram integralmente relatados são o eixo 2 (pesquisas internas) e o eixo 3 (apoio à inovação).

Para projetos que foram informados em mais de um ano nos relatórios anuais, o ano que consta na primeira coluna é do primeiro relatório. Por sua vez, a previsão de início e término foram aquelas informadas no último relatório, portanto, mais atualizadas.

Na coluna de envolvidos na cooperação para pesquisa, para as empresas multinacionais com cadastro no CNPJ foi considerado o endereço no Brasil, dado que as cooperações foi estabelecidas com a subsidiária, segundo entrevistas.

Células da tabela em branco representam dados inexistentes ou não informados no relatório do CNPEM.

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Morfologia e Morfogênese de Catalisadores Heterogêneos Bimetálicos com Arquiteturas Planejadas	2	USP (São Paulo - SP)	FAPESP; CAPES	2013	2017
2015	Microemulsificação em química analítica (MEC) para o desenvolvimento de plataformas point- of-care: estudo de fatores intervenientes e automação em microfluídica	2	Unicamp (Campinas - SP)	FAPESP	2015	2017

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Aproveitamento de resíduos da queima de bagaço de cana-açúcar: caracterização e interação com fertilizante NPK	2	Unicamp (Campinas - SP)	CAPES	2015	2017
2015	Estudo da solubilização de celulose em diferentes solventes visando o desenvolvimento de materiais	2	Unicamp (Campinas - SP)	CNPq	2014	2016
2015	Preparo de compósitos e nanocompósitos poliméricos utilizando fibras e nanofibras de celulose de bagaço de cana-de-açúcar como reforço mecânico	2	Unicamp (Campinas - SP)	CAPES	2015	2019
2015	Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Materiais Complexos Funcionais (Inomat)	2	Unicamp (Campinas - SP); UFRJ (Rio de Janeiro - RJ); UEM (Maringá - PR); UCE (Fortaleza - CE); UFBA (Salvador - BA); USP (São Paulo - SP)	CNPq; FAPESP	2009	2015
2015	Estudo in-situ de transformações de fase induzidas por energia térmica e mecânica em materiais funcionais e estruturais	2	Unicamp (Campinas - SP); USP (São Paulo - SP); Ohio State University (Columbus – EUA); University of Tennessee (Knoxville – EUA); Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge – EUA)	CNPq	2012	2016
2015	Implementação de infraestrutura de simulação física e caracterização avançada de materiais estruturais para petróleo e gás	3	PETROBRAS (Rio de Janeiro - RJ)	-	2008	2015

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Materiais usados para o transporte e armazenamento de gás carbônico em estado supercrítico	3	PETROBRAS (Rio de Janeiro - RJ); UCE (Fortaleza - CE)	-	2013	2018
2015	Soldagem por Atrito com Pino não Consumível (FSW) - Consolidação do Processo visando sua Possível Aplicação em Campo	3	PETROBRAS (Rio de Janeiro - RJ)	-	2014	2018
2015	Sensores para detecção de Monoetilenoglicol	3	PETROBRAS (Rio de Janeiro)	-	2014	2016
2015	Petrobras SAP - Desenvolvimento de Métodos de separação e extração em microfluídica para amostras de petróleo	3	PETROBRAS (Rio de Janeiro)	-	2014	2018
2015	Desenvolvimento tecnológico para a melhoria de produção anaeróbica de biogás advindo da vinhaça	3	OMNIS Biotechnology (São Paulo - SP)	FAPESP	2015	2017
2015	Desenvolvimento e Avaliação de Moduladores Microfluídicos Planares e Livre de Consumíveis para Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente	3	Nova Analítica (São Paulo - SP)	FAPESP	2015	2017
2015	Projeto BioCarb – Descontaminação de efluentes utilizando carvão ativo nanoestruturado produzido a partir de biomassa	2	NERCN (Shanghai - China)	Centro Brasil-China de Nanotecnologia	2014	2016

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Implantação do Centro Brasil - China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (CBCIN)	2	NERCN (Shanghai – China); NCNST ((Beijin – China)	CNPq	2012	2016
2015	Projeto Biosafety - Avaliação da toxicidade do carvão ativo nanoestruturado de bagaço: caracterização da nanobiointerface e impactos da interação com poluentes ambientais	2	NCNST ((Beijin – China)	CNPq; Centro Brasil-China de Nanotecnologia	2016	-
2015	Desenvolvimento de cilindro híbrido para atender demanda de elevada resistência à corrosão de motores diesel	3	Mahle Metal Leve (Mogi Guaçu - SP)	BNDES	2013	2018
2015	Crio-EM Visualizando Macromoléculas Biológicas Em Diferentes Estados Conformacionais	2	Leiden University (Leiden – Holanda)	CNPq	2012	2015
2015	Ecotoxicidade de materiais de carbono nanoestruturados sobre organismos aquáticos: influência dos métodos de dispersão e interação com poluentes ambientais	2	Instituto de Pesca (Barra Funda – SP)	CAPES	2015	2017
2015	Dispositivos para biodetecção	2	IBMP/FIOCRUZ (Curitiba – PR)	SIBRATEC (FINEP);	2015	2020
2015	União de materiais para fabricação de equipamentos sub-sea	3	FMC Technologies (Rio de Janeiro - RJ)		2014	2016

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Materiais de carbono produzidos a partir de biomassa e seus resíduos	2	ETH/Odebrecht/ATVOS (São Paulo - SP)	FAPESP; CNPq	2013	2015
2015	Avaliação nanoecotoxicológica do óxido de grafeno	3	EMBRAPA Meio Ambiente (Jaguariúna - SP)	FAPESP	2015	2017
2015	Extração das nanofibras de celulose dos cachos vazios de dendê e sua utilização como reforço para borracha natural	3	-	EMBRAPA	-	-
2015	Tecnologias baseadas em smartphone	2	-	-	2015	-
2015	Novos métodos de microfabricação	2	-	FAPESP	2015	-
2015	Turbulência em microfluídica	2	-	FAPESP	2015	-
2015	Desenvolvimento e Avaliação de Moduladores Microfluídicos Planares e Livre de Consumíveis para Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente	2	-	FAPESP	2015	2017
2015	Biodegradação de nanocompósitos poliméricos em solos tropicais: aspectos químicos e ecotoxicológicos.	2	USP (São Paulo - SP); UFG (Goiânia - GO); EMBRAPA Meio Ambiente (Jaguariúna - SP)	CAPES	2015	2018
2015	Interação de nanomateriais de carbono com soro fetal bovino e a formação da nanobiointerface: caracterização e impactos na toxicidade	2	-	CAPES	2015	2019

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2015	Modelamento Termodinâmico e Cinético de materiais	2	-	-	-	-
2015	Desenvolvimento de Metodologias de Simulação Numérica de Materiais e Processos	2	-	-	-	-
2015	Desenvolvimento de um filme metálico amorfo nanométrico para aplicações em microscopia eletrônica de transmissão	2	-	-	-	-
2015	Overgrowth of InGaAs membranes for potential optical device applications	2	-	CNPq	2013	2016
2015	Nanoscale characterization of 2D materials	2	-	-	-	-
2015	Fabricação e caracterização de heterojunções moleculares baseadas em nanomembranas	2	-	CNPq	-	-
2015	Rede de Nanotoxicologia de Compostos Nanoestruturados (Cigenanotox)	2	-	CNPq	2015	2016
2016	Dispositivos point-of-care baseados em smartphone	2	Unicamp (Campinas - SP); UFRGS (Porto Alegre- RS); UNISC (Santa Cruz do Sul - RS)	-	-	-
2016	Novo método de fabricação de dispositivos microfluídicos	2	Unicamp (Campinas - SP); UFG (Goiânia - GO)	FAPESP	-	-
2016	Eletrodos sólidos renováveis	2	-	-	-	-
2016	Destilador microfluídico	2	Unicamp (Campinas - SP);	-	-	-

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2016	Projeto Biocarb - Descontaminação de efluentes utilizando carvão ativo nano-estruturado produzido a partir de biomassa	2	NERCN (Shangai - China)	CNPq	2016	2019
2016	Materiais nanoestruturados de carbono a partir de biomassa	2	-	-	-	-
2016	Estudo da solubilização de celulose de cana-de-açúcar em diferentes solventes	2	-	CNPq	2014	2019
2016	Nanopartículas de celulose no controle reológico de fluidos complexos	2	Unicamp (Campinas - SP); Waterloo Institute for Nanotechnology (Waterloo - Canadá)	FAPESP	2016	2018
2016	Estudo do aproveitamento de resíduos de biomassa de bagaço de cana-de-açúcar na produção de (nano) compósitos poliméricos	2	Unicamp (Campinas - SP); Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research (Potsdam - Alemanha)	-	-	-
2016	Aproveitamento de resíduos da queima de bagaço de cana-de-açúcar: caracterização e interação com fertilizante NPK	2	Unicamp (Campinas - SP);	CAPES	-	-
2016	Modelamento termodinâmico e cinético de materiais	2	-	-	-	-
2016	Caenorhabditis elegans: Desenvolvimento de uma plataforma microfluídica para avaliação da toxicidade de nanomateriais	2	Unicamp (Campinas - SP);	CAPES	2016	2020

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2016	Caracterização de Biomateriais por Técnicas Avançadas De Microscopia Eletrônica	2	-	-	-	-
2016	Desenvolvimento de instrumentação para caracterização de nanomateriais por tomografia em microscopia eletrônica de transmissão	2	-	-	-	-
2016	Desenvolvimento de instrumentação para caracterização de nanomateriais por espectroscopia eletrônica avançada	2	-	-	-	-
2016	Caracterização de materiais e dispositivos baseados em materiais nanoestruturados híbridos	2	-	FAPESP; CAPES; CNPq	2016	2020
2016	Fabricação de dispositivos em plataformas de baixo custo e renováveis	2	-	SIBRATEC (FINEP); CAPES; CNPq	2016	2018
2016	Growth and fabrication of semiconductor nanomembrane structures for basic research and potential device applications	2	-	FAPESP	-	-
2016	Consortio de P&D em processamento por atrito (C2PA)	3	EMBRAER (São José dos Campos - SP); Votorantim Metais (Juiz de Fora - MG); Unicamp (Campinas - SP); IPT (São Paulo - SP); UEPG (Ponta Grossa - PR)	-	2015	2020

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2016	Desenvolvimento de dispositivos para a avaliação e controle da qualidade da água	3	IBMP/FIOCRUZ (Curitiba – PR)	SIBRATEC (FINEP);	2016	2018
2016	Tintas condutivas para impressão a jato de tinta	3	Ticon Tintas Condutivas Ltda (Diadema - SP)	SIBRATEC (FINEP);	2016	2018
2016	Dispositivos eletroquímicos microfluídicos para determinação de insumos químicos empregados na indústria do petróleo	3	Petrobras (Rio de Janeiro - RJ)	-	2016	2019
2016	Sensor de atividade de água baseado em ondas acústicas superficiais com elemento sensível feito com nanofilme de óxido de grafeno	3	CompLine Compressores (São Paulo - SP)	SIBRATEC (FINEP);	2016	2018
2016	NanoFe+: Produção de nanopartículas de óxido de ferro e formulações para aumento da biodegradação de vinhaça e geração de biogás/bioenergia	3	OMNIS Biotechnology (São Paulo - SP)	SIBRATEC (FINEP);	2016	2018
2017	Plataforma capacitiva para sensoriamento e biossensoriamento	2	-	-	-	-
2017	Língua eletrônica microfluídica livre de funcionalização e baseada em resposta única	2	USP (São Carlos - SP)	PETROBRAS	-	-
2017	Nova célula eletroquímica em microfluídica com detecção visual	2	-	-	-	-

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2017	Novos estudos e aplicações do método baseado em microemulsificação (MEC)	2	-	-	-	-
2017	Uso de smartphone para automação do método baseado em microemulsificação em plataforma microfluídica com detecção turbidimétrica e mistura assistida por turbulência	2	-	-	-	-
2017	Simulação numérica de turbulência em microcanais	2	-	-	-	-
2017	Destilação assistida por gravidade em microescala	2	-	-	-	-
2017	Extração ultrarrápida líquido-líquido assistida por turbulência em microfluídica e nanopartículas de Ni(OH) ₂ para determinação eletroquímica de glicol em condensado de gás natural.	2	-	-	-	-
2017	Caracterização de materiais e dispositivos baseados em materiais nanoestruturados híbridos	2	-	FAPESP; CAPES; CNPq	-	-
2017	Growth and fabrication of semiconductor nanomembrane structures for basic research and potential device applications	2	Unicamp (Campinas - SP)	FAPES	2016	2018

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2017	Desenvolvimento de Imageamento 3D, EDS3D e EBSD3D	2	-	-	-	-
2017	Desenvolvimento de metodologia para obtenções de padrões de difração de baixo ângulo	2	-	-	-	-
2017	Nanopartículas seletivas às bactérias	2	Unicamp (Campinas - SP); UFRGS (Porto Alegre - RS)	-	-	-
2017	Nanopartículas em Meios Biológicos e Seus Impactos	2	-	-	-	-
2017	Desenvolvimento de materiais preparados a partir de celulose nanofibrilada com potencial aplicação em curativos	2	Universidade de Estocolmo (Estocolmo – Suécia); UFABC (Santo Bernardo do Campo - SP)	FAPESP	2017	-
2017	Desenvolvimento de materiais a base de nanocelulose para eletrônica flexível	2	-	-	-	-
2017	Produção de compósitos poliméricos: processamento termoplástico	2	Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research (Potsdam - Alemanha)	-	-	-
2017	Funcionalização de nanocristais de celulose para o desenvolvimento de nanocompósitos in situ	2	Unicamp (Campinas - SP)	-	-	-
2017	Desenvolvimento de metodologia para processamento de dados de criomicroscopia eletrônica de partículas isoladas	2	-	-	-	-

Ano do relatório	Nome do Projeto	Eixo de atividade	Envolvidos na cooperação	Instituição de apoio financ.	Início previsto	Término previsto
2017	Desenvolvimento de instrumentação de simulação termomecânica para experimentação in situ paralela com espalhamento de raios x OGT LNNano LNLS	2	-	-	-	-
2017	Desenvolvimento de processo FSW em ligas de cobre para componentes de Front-end do Sirius	2	-	-	-	-
2017	Soldagem a ponto de alumínio-aço para indústria automotiva	2	-	-	-	-
2017	Dispositivo Nanoestruturado para avaliação e controle da qualidade de água, e detecção de Microcistina-LR	3	IBMP/FIOCRUZ (Curitiba – PR)	SIBRATEC (FINEP)	2016	2018
2017	Sistema de monitorização de vibração e deformação de trechos de vão livre em linhas submarinas	3	Petrobras (Rio de Janeiro-RJ)	-	2016	2019
2017	Operações unitárias em microfluídica.	3	Unicamp (Campinas – SP); Petrobras (Rio de Janeiro-RJ)	-	2017	2019
2017	Produção de nanocompósitos a partir de matrizes poliméricas e nanofibras naturais	3	(confidencial)	(confidencial)	2017	2019

APÊNDICE B – Projetos dos eixos 2 e 3 relatados entre 2012 a 2014

Na tabela abaixo constam os projetos de pesquisa dos laboratórios do CNPEM com parceiros, iniciados de 2012 a 2014 (informações foram retiradas do site do CNPEM).

LN	Empresa Parceira	Setor de Aplicação	Início da Vigência	Fim da Vigência
CTBE	BP Energy do Brasil Ltda	Biocombustíveis	22/11/2012	31/12/2015
CTBE	BP Corporation North America INC.	Sustentabilidade	01/07/2013	31/12/2015
CTBE	DOW Brasil Sudeste Industrial Ltda e DSM South America Lt	Biocombustíveis	14/03/2014	21/07/2017
CTBE	Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda - RHODIA	Química Verde	23/02/2012	30/06/2016
CTBE	Raízen Energia S/A	Agrícola	20/03/2013	19/03/2018
CTBE	Eli Lilly do Brasil Ltda	Biocombustíveis	02/09/2013	02/09/2016
CTBE	Braskem S/A	Química Verde	12/06/2013	11/06/2020
CTBE	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA	Biocombustíveis	24/03/2014	23/03/2017
CTBE	DOW Brasil S.A.	Química Verde	15/10/2013	15/10/2016
CTBE	Evangelista & Cia Ltda	Agrícola	10/10/2014	09/10/2015
LN BIO	Recepta Biopharma	Fármacos	25/02/2014	24/05/2017
LN BIO	ChromaDex Inc	Fármacos	03/04/2014	02/04/2019
LN BIO	ColOff Industrial Ltda EPP	Fármacos	26/02/2014	26/02/2017
LN BIO	Brasil Kirin Indústria de Bebidas S/A	Alimentício	19/12/2014	18/12/2017
LN BIO	Phytobios Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda	Fármacos	05/08/2014	24/01/2018
LN BIO	Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda	Fármacos	02/10/2014	01/10/2015
LN BIO	Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda	Cosméticos	20/11/2014	19/11/2015
LNLS	WEG Equipamentos Elétricos S/A	Engenharia	14/02/2014	13/02/2016
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS	Petrolífero	12/12/2012	31/03/2016
LNNANO	Tecnodrill Indústria de Máquinas Ltda	Automação	10/07/2013	09/07/2018
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	10/09/2013	09/09/2016
LNNANO	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA	Agropecuária	20/12/2013	19/12/2015
LNNANO	Mahle Metal Leve S/A	Automobilístico	24/04/2013	23/04/2016
LNNANO	ETH Bioenergia S.A.	Agrícola	08/03/2013	07/09/2016
LNNANO	FMC Technologies do Brasil Ltda	Petrolífero	17/07/2014	30/03/2016
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	23/12/2014	22/12/2017
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	09/12/2014	08/12/2016
LNNANO	Tecnodrill Indústria de Máquinas Ltda	Automação	10/07/2013	09/07/2018
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	10/09/2013	09/09/2016
LNNANO	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA	Agropecuária	20/12/2013	19/12/2015
LNNANO	Mahle Metal Leve S/A	Automobilístico	24/04/2013	23/04/2015
LNNANO	ETH Bioenergia S.A.	Agrícola	08/03/2013	07/09/2016
LNNANO	FMC Technologies do Brasil Ltda	Petrolífero	17/07/2014	16/12/2015
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	23/12/2014	22/12/2017
LNNANO	Petróleo Brasileiro S/A PETROBRAS	Petrolífero	09/12/2014	08/12/2016

APÊNDICE C – Roteiro de perguntas para entrevista

Simbologia indicativa de que a resposta pode ser parametrizada:

INTENSIDADE (»)	DIRECIONAMENTO (↔)
1 – inexistente	-
2 – muito pouco	-
3 – pouco	1 – Internalizar
4 – suficiente	2 – Externalizar
5 – mais que suficiente	3 – Mão dupla
6 – intensamente	-
7 – muito intensamente	-

Perguntas:

(i) Colaboração em pesquisa com ICT (») (↔):

“Em sua percepção, o quanto o LNNano/CNPEM tem colaborado com as outras ICT de Campinas em matéria de pesquisa e desenvolvimento? O quanto o LNNano/CNPEM tem colaborado com outras ICT do Brasil e internacionais em matéria de pesquisa e desenvolvimento?”

(apenas pesquisadores) *“Geralmente essas interações ICT-ICT são mais formais ou informais?”*

(ii) Colaboração em pesquisa com empresas (») (↔):

“Em sua percepção, o quanto as LNNano/CNPEM tem colaborado com empresas de Campinas em matéria de pesquisa e desenvolvimento? Idem pergunta anterior para colaboração com empresas do Brasil e internacionais”. ”

(apenas pesquisadores) *“Geralmente essas interações ICT-empresa são mais formais ou informais?”*

(iii) Estágio de desenvolvimento dos *clusters* produtivos (»):

“Em campinas, o quão desenvolvidos são os clusters voltados para Nanotecnologia?”

(iv) Prestígio frente a outras instituições (»):

“Você entende que o título de pesquisador/gestor do LNNano/CNPEM lhe confere um certo prestígio se comparado aos cargo de pesquisador/gestor em outras instituições do Brasil? E quanto ao prestígio desse título em relação a outras instituições internacionais?”

(v) Conversão de prestígio em recursos (»):

“Em sua percepção, o quanto a posição de prestígio do LNNano/CNPEM frente a outras ICT tem auxiliado na captação de investimentos do setor privado e de recursos governamentais?”

(apenas gestores) *“Já houve algum investimento privados de Venture Capital?”*

(vi) Conversão de capital institucional em recursos (»):

“Você acredita que a natureza do CNPEM (organização social de direito privado), sendo distinta da maioria das ICT, tem auxiliado a firmar acordos de parceria e na captação de investimentos dos setores público e privado?”

(apenas gestores) *“O CNPEM tem parceiros com assento em organismo de normalização?”*

(vii) Processos de aprendizado (acúmulo prévio) (»):

“Em sua percepção, o quanto os conhecimentos prévios da equipe de pesquisadores do LNNano estão relacionados com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(apenas pesquisadores) *“Dê um exemplo de sua contribuição individual?”*

(viii) Processos de aprendizado (treinamento) (»):

“Em sua percepção, o quanto os conhecimentos obtidos por meio de consultoria externa ou de treinamento da equipe de pesquisadores do LNNano/CNPEM estão relacionados com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(apenas pesquisadores) “Dê um exemplo de sua experiência individual?”

(ix) Processos de aprendizado (aquisição de tecnologia) (»):

“Em sua percepção, o quanto a aquisição de equipamentos, softwares ou aquisição outras tecnologias (e.g. licenciamento de patentes) está relacionada com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(x) Processos de aprendizado (escalabilidade) (»):

“Em sua percepção, o quanto a necessidade de desenvolvimento (da prototipação à implementação em escala industrial) está relacionada com a criação de novos produtos/processos (invenções)?”

(xi) Uso das interações para geração de novos produtos/processos (»):

“Em sua percepção, o quanto e quão frequentemente são usadas as seguintes fontes de informação na criação de novos produtos/processos (invenções) no LNNano/CNPEM:”

- Informação de interação com a própria equipe de pesquisadores do LNNano
- Informação de interação com a equipe de técnicos do LNNano
- Informação de interação com a equipe responsável pelo setor comercial do LNNano
- Informação de interação com a equipe responsável pela gestão do LNNano
- Informação de interação com outras equipes de pesquisadores do CNPEM
- Informação de interação Universidades;
- Informação de interação outros centros de pesquisa;
- Informação de interação com agências governamentais;
- Informação de interação com fornecedores de equipamentos, materiais e componentes
- Informação de interação com clientes;

- Informação de interação com firmas de consultoria;
- Informação de internet ou outra rede baseada em computação;
- Informação de conferências, congressos e publicações;
- Informação de feiras de negócios e exposições;

(xii) Uso dos modos de transferência de tecnologia (») (↔):

“Quanto e quão frequentemente o LNNano/CNPEM faz uso dos seguintes modos de transferência de tecnologia:”

- *Acordos de parceria para pesquisa*
- *Licenciamento de tecnologias*
- *Contratos de transferência tecnológica (know-how)*
- *Spin-offs*
- *Consultorias*
- *Bolsas de pós-doutorado*
- *Publicações científicas*
- *Envolvimento com outros centros de pesquisa para fins de coautoria em publicações*
- *Envolvimento em atividades comerciais para fins de transferência e comercialização de tecnologia*

(xiii) Gargalos na TT (descoberta da aplicação):

“Você já teve a percepção de que uma pesquisa do LNNano/CNPEM teve um bom resultado, com possível aplicação prática, mais não foi levada a diante?”

(xiv) Gargalos na TT (dificuldades):

“A que fatores você atribui o fato de um pesquisa com bons resultados não ser levada adiante?”

(xv) Motivação pessoal:

(pesquisadores) *“Qual a sua motivação para trabalhar como pesquisador do LNNano/CNPEM?”*

(gestores) *“Na contratação de pesquisadores, a motivação do candidato para trabalhar no LNNano/CNPEM é um critério considerado? Há um processo seletivo específico para vagas em pesquisa básica e outro processo seletivo para vagas em pesquisa aplicada?”*