

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPRIEDADE
INTELECTUAL

Renan Gadoni Canaan

**Financiamento à inovação em
Biotecnologia: uma avaliação da atuação
da FINEP no aporte de recursos não-
reembolsáveis**

Belo Horizonte

2016

Renan Gadoni Canaan

Financiamento à inovação em Biotecnologia: uma avaliação da atuação da FINEP no aporte de recursos não- reembolsáveis

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

Orientadora: Profa. Márcia Siqueira Rapini

Belo Horizonte

2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTO

Aqui, agradeço àqueles que foram diretamente responsáveis pelas maravilhas em minha vida durante o período do mestrado e que ainda não tive oportunidade de agradecer pessoalmente.

Aos amigos, por todo o suporte. A rafa e Pedro, por aguentarem o enorme peso diário.

À minha orientadora, Márcia, pela calma, brilhantismo e empatia. Enquanto muitos se esbravejam com seus orientadores, agradeço pela sorte de ter “caído” em suas mãos.

Aos colegas de mestrado, por tanto conhecimento e experiência. Tão importantes nestes anos todos de mestrado.

À Bruna, Que esteve desde o princípio até o fim dessa jornada, agradeço por todos os favores, mesmo aqueles terceirizados...

À Mayara, por toda leveza que me trouxe, seja através de palavras de conforto, seja por ter aberto meus olhos à cura, mesmo que mínima, do sofrimento.

Ao Julio, por todas as lições voluntárias e involuntárias. Marcas também se fazem com gelo. E ao Scott, por ter me salvo do gelo.

E, finalmente,

Aos meus pais, Rômulo e Suzana, e irmãos, Rafael e Mariana, por todo os valores de justiça social. Pouca coisa realmente importa nessa vida, e uma delas é a integridade. A outra é o amor.

*“Perdre
Mais perdre vraiment
Pour laisser place à la trouvaille”*

Guillaume Apollinaire

RESUMO

Os riscos e incertezas inerentes ao processo de inovação em biotecnologia criam a necessidade de instrumentos específicos de financiamento que façam com que o poder público compartilhe esses riscos com as empresas. Sendo o financiamento não-reembolsável uma modalidade de tamanha importância, é necessário compreender como esses investimentos vem sendo feitos. O objetivo do trabalho é, então, avaliar, através de uma pesquisa descritiva, o perfil de investimentos não-reembolsáveis realizados pela FINEP em Biotecnologia no período 2007-2014. A análise mostra que foram realizados aportes da ordem de R\$355 milhões em biotecnologia em 196 projetos diferentes, correspondendo a cerca de 20% do total de aportes não-reembolsáveis executados pela FINEP. O setor de Saúde Humana foi o mais agraciado, mostrando que, sendo esse o setor mais preponderante entre as empresas já estabelecidas de biotecnologia no Brasil, ele se mostra o mais apto a captar recursos não-reembolsáveis junto à FINEP. O estado de São Paulo, cuja configuração e infraestrutura se apresentam adequadas a propor e captar recursos para projetos de inovação, aparece como a unidade federativa que mais recebeu subvenções em biotecnologia. No total, 138 empresas captaram recursos não-reembolsáveis em biotecnologia da FINEP, sendo que 34 captaram mais de uma vez. Esses aportes não-reembolsáveis podem ter sido determinantes para a mudança de rota tecnológica de algumas empresas, possibilitando sua entrada no paradigma tecnológico da biotecnologia. Entre os setores de aplicação da biotecnologia, aquele que apresentou maior incerteza foi o de Saúde, pois existe uma incerteza adicional devida aos órgãos de fiscalização sanitária. Dentre as técnicas biotecnológicas, aquela que apresentou maior incerteza foi nanobiotecnologia, uma vez que se encontra na interseção das duas áreas portadoras de futuro: nanotecnologia e biotecnologia. Essa alta incerteza média dos projetos em nanobiotecnologia evidenciam sua posição na fronteira do conhecimento.

Palavras-chave: biotecnologia, inovação, recursos não-reembolsáveis, FINEP

ABSTRACT

Risks and uncertainties inherent to the innovation process in Biotechnology call upon specific funding instruments from government in order to share risks with the private sector. As the non-refundable contributions are a very relevant innovation funding instrument, it is necessary to understand how these investments are being made. The aim of the present study was to evaluate, through descriptive research, the profile of non-refundable contributions made by FINEP in Biotechnology in the period 2007-2014. This research indicates that R\$ 355 million were invested in biotechnology in 196 different projects, corresponding to 20% of total non-refundable contributions executed by FINEP. The Human Health sector was the most contemplated, indicating that as the most preponderant sector among Brazilian biotechnology companies, it seems to be the most able to raise non-refundable contributions from FINEP. The state of São Paulo, whose configuration and infrastructure are appropriate to propose and raise funds for innovation projects, appears as the federal unit that received more contributions in biotechnology. In total, 138 companies raised non-refundable contributions in biotechnology from FINEP, and 34 more than once. These non-refundable contributions may have been essential in changing technological route of some companies, shifting to the technological paradigm of biotechnology. Among biotechnology application sectors, Human Health showed higher uncertainty, due to additional uncertainty caused by licensing procedures. Among Biotechnology techniques, nanobiotechnology showed the greatest average technology uncertainty, once it's placed at the intersection of two highly innovative areas: nanotechnology and biotechnology. This high uncertainty in nanobiotechnology evidences its place at the frontier of knowledge.

Keywords: biotechnology, innovation, non-refundable contribution, FINEP

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
BERD	<i>Business Expenditure on Research and Development</i>
BIO	<i>Biotechnology Innovation Organisation</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRBIOTEC	Associação Brasileira de Biotecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIDE	Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Fundo setorial de biotecnologia
CT&I	CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
EUA	Estados Unidos da América
FINEP	Financiadora de Estudos e projetos
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IAC	Instituto agrônomo de Campinas
IB	Instituto Biológico
ICT	Instituto de Ciência e Tecnologia
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
ISIC	<i>International Standard Industrial Classification</i>
MAB	Anticorpos monoclonais
MCT	Ministério da Ciência, Tecnologia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério de Desenvolvimento Industrial e Comercio Exterior
MGC	<i>Medical Research Council</i>
MPE	Micro e pequena empresa
NIH	<i>National Institute of Health</i>

OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
OECD	<i>Organisation for Economics Co-operation and Development</i>
P&D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PACTI	Plano de Ação Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PAPPE	Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PDBio	Política de Desenvolvimento da Biotecnologia
PRIME	Programa Primeira Empresa Inovadora
PRONAB	Programa Nacional de Biotecnologia
RHAE	Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas
RNA	<i>Ribonucleic acid</i>
SBIR	<i>Small Business Innovation Research</i>
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SIC	Setores Intensivos em Conhecimento
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICAMP	Universidade de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Graus de Incerteza da atividade inovativa.....	32
Quadro 2. Lista de classificação das técnicas biotecnológicas.	39
Quadro 3. Setores de aplicação da biotecnologia.....	43
Quadro 4. Nível de incerteza tecnológica em biotecnologia.....	69
Quadro 5. Níveis de incerteza e números designados.....	84
Tabela 1. Setor privado de biotecnologia no Brasil	51
Tabela 2. Editais de recursos não-reembolsáveis do Plano Inova Empresa.....	56
Tabela 3. Chamadas públicas para recursos não-reembolsáveis lançados pela FINEP entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013.	57
Tabela 4. técnicas e subtécnicas encontradas para a classificação dos projetos financiados por recursos não-reembolsáveis da FINEP, 2007-2014. (Os dados em azul indicam as subtécnicas pertencentes à biotecnologia moderna e, em laranja, aquelas que englobam biotecnologia moderna e clássica).	66
Tabela 5. valor total dos subsídios e número de projetos em Biotecnologia e demais setores (R\$ mil, valores de 2007).....	75
Tabela 6. Valor total de recursos não-reembolsáveis da FINEP no período 2007/2014 em biotecnologia por unidade federativa. (R\$ mil, valores de 2007)	77
Tabela 7. Empresas que foram agraciadas por mais de uma vez por subvenções na FINEP (R\$ mil, valores de 2007).....	80
Tabela 8. Aporte de recursos em nanobiotecnologia realizados pela FINEP, 2007- 2014.	89

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1. O quadrante de Pasteur	23
Figura 2. Regimes de SNI variando de países menos desenvolvidos (regime I) aos países mais desenvolvidos (regime III).	28
Figura 3. Diferentes incertezas e riscos do processo inovativo.....	33
Figura 4. Políticas públicas que impactam o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil.	46
Figura 5. Chamadas públicas de recursos não-reembolsáveis da FINEP que contemplaram projetos de biotecnologia	65
Gráfico 1. Recursos não-reembolsáveis concedidos pela FINEP no período 2007-2014 por setor de aplicação da biotecnologia. (R\$ mil, valores de 2007)	76
Gráfico 2. Recursos não-reembolsáveis investidos pela FINEP no período 2007-2014 em biotecnologia por técnica (R\$ mil, valores de 2007).	79
Gráfico 3. Número de projetos assinados e valor total de recursos não-reembolsáveis investidos em biotecnologia pela FINEP, 2007-2014 (R\$ mil, valores de 2007).	81
Gráfico 4. Porcentagem dos recursos da FINEP concedidos a projetos de biotecnologia, sobre o total concedido em recursos não-reembolsáveis, 2007-2014.	82
Gráfico 5. Valor médio por projeto para os recursos não-reembolsáveis em biotecnologia, FINEP, 2007-2014. R\$1.000, valores de 2007.....	83
Gráfico 6. Incerteza média dos projetos de biotecnologia agraciados por recursos não-reembolsáveis da FINEP no período 2007-2014	85
Gráfico 7. Incerteza tecnológica média dos projetos subvencionados pela FINEP no período 2007-2014, por setor de aplicação da biotecnologia.	86
Gráfico 8. incerteza tecnológica média dos projetos subvencionados pela FINEP no período 2007-2014, por técnica.....	87

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Objetivo geral	17
1.2.	Objetivos específicos	17
2.	INOVAÇÃO E FINANCIAMENTO	19
2.1.	A Inovação tecnológica, Schumpeter e desenvolvimento econômico	19
2.1.1.	Ciência e tecnologia	21
2.1.2.	Avanços tecnológicos.....	23
2.2.	Sistemas Nacionais de Inovação e o processo de <i>catching-up</i>	25
2.2.1.	Sistema Nacional de Inovação (SNI).....	25
2.2.2.	<i>Catching-up</i>	28
2.3.	Financiamento à Inovação	30
2.3.1.	Inovação e financiamento	30
2.3.2.	Riscos e incertezas do processo inovativo.....	30
2.3.3.	Incerteza e financiamento	33
2.3.4.	Modalidades de financiamento privado	34
2.3.5.	Modalidades de financiamento público	35
2.4.	Conclusões do capítulo	36
3.	A BIOTECNOLOGIA NO BRASIL E NO MUNDO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	37
3.1.	Biotecnologia.....	37
3.2.	Biotecnologia no setor produtivo	39
3.2.1.	Investimentos governamentais em biotecnologia.....	41
3.2.2.	Empresas de biotecnologia	42
3.3.	A Biotecnologia no Brasil	44
3.3.1.	Políticas públicas para a biotecnologia	44
3.3.2.	Marco legal da Inovação	47
3.3.3.	Fundos setoriais e FNDCT	48
3.3.4.	Instituições de pesquisa e ensino em biotecnologia	49
3.3.5.	Empresas de biotecnologia no Brasil	50
3.4.	Conclusões do capítulo	52

4.	FINANCIAMENTO À INOVAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA: UMA AVALIAÇÃO DA ATUAÇÃO DA FINEP NO APORTE DE RECURSOS NÃO-REEMBOLSÁVEIS	54
4.1.	Recursos reembolsáveis no Brasil	54
4.2.	Recursos não-reembolsáveis no Brasil	56
4.2.1.	Subvenções econômicas da FINEP	58
4.2.2.	Editais de descentralização da FINEP	59
4.2.3.	Programa Pesquisador na empresa da FINEP	60
4.2.4.	Prêmio FINEP	60
4.2.5.	Risco nos projetos subvencionados pela FINEP	61
4.3.	Metodologia	63
4.3.1.	Classificação por técnica e subtécnica	65
4.3.2.	Classificação por setor de aplicação	67
4.3.3.	Classificação por incerteza tecnológica	68
4.4.	Análise do aporte de recursos não-reembolsáveis pela FINEP em biotecnologia 2007-2014	74
4.4.1.	Panorama das subvenções econômicas da FINEP entre 2007-2014	75
4.4.2.	Análise temporal	80
4.4.3.	Incerteza tecnológica nos projetos subvencionados	84
4.5.	Conclusões do capítulo	90
5.	CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E AGENDA FUTURA	93
5.1.	Conclusões da dissertação	93
5.2.	Agenda futura	96
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Biotecnologia tem sido contemplada com um aumento significativo de investimentos, sendo apontada pela *Organisation for Economics Co-operation and Development* - OCDE como “uma das sete áreas estratégicas para o futuro”. No Brasil, desde a última década, os planos de desenvolvimento ao setor já consideram a biotecnologia como uma área portadora de futuro. Do mesmo modo, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, na Estratégica Nacional para Ciência, Tecnologia e Inovação passou a considerar a biotecnologia como área de fronteira para a inovação, priorizando-a, junto com outras sete áreas, no direcionamento do fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação - CTI.

Porém, apesar de sua importância já ter sido reconhecida e elencada, o processo de inovação em biotecnologia apresenta riscos e incertezas, o que faz com que o setor privado seja avesso a realizar investimentos nessa atividade. Em consequência, instrumentos específicos de financiamento à inovação se fazem necessários por parte do poder público, como incentivos fiscais, aportes reembolsáveis e recursos não-reembolsáveis, visando compartilhar esses riscos e, com isto, incentivar a inovação nas empresas. Essa última modalidade, recursos não-reembolsáveis, se caracteriza como a modalidade que visa incentivar estratégias de maior risco e incerteza, pois tais recursos não precisam ser devolvidos ao órgão que os concedeu, exigindo apenas uma contrapartida das empresas executoras que, em muitos casos, é mínima. Logo, esta modalidade de apoio é importante nas etapas iniciais do processo de inovação de maior incerteza.

Sendo o financiamento não-reembolsável uma modalidade de tamanha importância para compartilhar riscos e incertezas do processo inovativo, é necessário compreender como esses investimentos vem sendo realizados, principalmente pelo governo federal, que é a principal instância de fomento ao financiamento à inovação no país; neste trabalho serão analisados, então, os recursos não-reembolsáveis concedidos pela Financiadora de Estudos e projetos - FINEP.

Há poucos relatórios e trabalhos que realmente mostrem o perfil dos investimentos não-reembolsáveis realizados por essa agência, sendo que a última avaliação realizada pela própria FINEP aconteceu em novembro de 2010. Nesse trabalho foram avaliados os resultados de subvenções a 44 projetos, e somente projetos pertencentes aos editais de subvenção econômica, excluindo outras formas

de aportes não-reembolsáveis, como a chamada pública “Pesquisador na Empresa”, por exemplo.

Análises setoriais ainda são pouco frequentes, constituindo-se, portanto, uma evidente contribuição do presente trabalho que irá analisar o aporte de recursos não-reembolsáveis realizados pela FINEP em biotecnologia. Esta análise contemplará o primeiro Edital de Subvenção Econômica indo até 2014. Ademais, será apresentada uma metodologia inédita de classificação dos projetos de acordo com o nível de incerteza tecnológica, permitindo analisar o apoio do governo, através da FINEP, em termos do tipo de incerteza envolvida.

1.1. Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é avaliar a atuação da FINEP no financiamento à biotecnologia através de suas modalidades de aportes não-reembolsáveis no período 2007-2014.

1.2. Objetivos específicos

O objetivo geral levou ao surgimento de algumas indagações quanto ao financiamento à biotecnologia realizado pela FINEP, como:

- Quais foram os montantes investidos em biotecnologia? Quais setores de aplicação e técnicas foram mais contemplados?
- Como se distribui o aporte de recursos não-reembolsáveis entre as unidades federativas?
- Como evoluiu, ao longo do tempo, o aporte de recursos não-reembolsáveis em biotecnologia? O valor investido por projetos apresentou mudanças significativas?
- O nível de incerteza tecnológica dos projetos tem sido priorizada durante

a seleção dos mesmos?

- Existem empresas que receberam mais de um aporte de recursos não-reembolsáveis no período estudado?

A presente dissertação busca, então, ao longo de seus 5 capítulos, resposta para essas perguntas à luz do referencial teórico utilizado.

O primeiro, este capítulo, apresenta as justificativas e objetivos da dissertação. O capítulo 2 fará uma revisão da literatura sobre a Inovação, seu papel no desenvolvimento econômico dos países e o financiamento do mesmo, com particular ênfase no financiamento público de projetos de inovação.

O capítulo 3 fará uma revisão bibliográfica do setor de biotecnologia no Brasil e no mundo. Será contada um pouco da história da biotecnologia, suas definições e seu surgimento no Brasil e no mundo. As diferentes políticas públicas para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil serão abordadas, juntamente com o panorama do setor de biotecnologia nacional.

O capítulo 4 dissertará sobre o histórico do financiamento reembolsável e não-reembolsável à inovação no Brasil. Serão discutidas as modalidades de financiamento não-reembolsável executadas pela FINEP, principal agência provedora de subvenções no Brasil. Em seguida, será apresentada a metodologia utilizada na análise dos dados e, por último, os resultados e as discussões obtidos a partir de dados de aportes de recursos não-reembolsáveis realizados pela FINEP no período 2007-2014.

Por fim, o capítulo 5 finalizará a dissertação, mostrando as conclusões obtidas a partir dos resultados e das discussões. Será abordada também uma agenda futura de pesquisa.

2. INOVAÇÃO E FINANCIAMENTO

Este capítulo realizará uma pesquisa bibliográfica com foco na importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico, evocando os fundamentos para o seu financiamento pelo poder público.

Na parte 1, será abordada a teoria econômica de Schumpeter, evidenciando o papel central da inovação no desenvolvimento econômico e nos longos ciclos de prosperidade. Será discutido o referencial teórico sobre o impacto do avanço tecnológico no crescimento da economia, dando a devida importância à relação entre ciência e tecnologia que fomentará tal avanço.

Na parte 2, será abordado o conceito neo-schumpeteriano de Sistemas Nacionais de Inovação e seu papel no avanço tecnológico dos países, assim como o processo de *catching-up*, onde países periféricos tentam se aproximar dos níveis tecnológicos dos países centrais através de janelas de oportunidades.

Por último, na parte 3, será mostrado como ocorre o financiamento à inovação tecnológica, levando-se em conta os riscos e incertezas inerentes a esse processo, e destacando-se a importância do financiamento público. Em seguida, uma revisão das modalidades de financiamento privado e público será abordada.

2.1. A Inovação tecnológica, Schumpeter e desenvolvimento econômico

A teoria econômica de Schumpeter tem, como fundamento central, o papel da Inovação nas grandes mudanças econômicas, ocasionando o seu desenvolvimento. Schumpeter defende a ideia de que a economia capitalista, apesar de ser dinâmica, possui a tendência de se estacionar em um equilíbrio, onde o fluxo de recursos se desloca de maneira circular e sem causar acúmulo de recursos. Desse modo, a única maneira de reunir os insumos necessários para inovar seria recorrer ao mercado financeiro, ou seja, bancos comerciais, que poderiam “retirar” recursos desse equilíbrio e realocá-los em projetos e ideias de “novos” homens.

O autor inclusive discute a relação entre a alocação de recursos, especialmente recursos financeiros, e a inovação tecnológica. Em “Teoria do desenvolvimento econômico” (1911) e em “*Business Cycles*” (1939), Schumpeter exalta a importância da criação de crédito para que empreendedores pudessem financiar suas ideias inovadoras. Mais tarde, em “Capitalismo, Socialismo e Democracia” (1942), ele abandona essa ideia e sugere que o meio mais importante para o surgimento de inovações e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico, é o autofinanciamento em grandes empresas. Ele consagra parte do seu livro a enfatizar o papel de grandes indústrias e empresas no processo inovativo, pois essas souberam incorporar e transformar em uma rotina os valores referentes a inovação; essas unidades industriais gigantescas passaram a ser os principais atores do desenvolvimento econômico, em detrimento da ideia anterior, que incorporava às novas empresas e novos empreendedores o papel de inovadores.

Em “*Business Cycles*”, Schumpeter analisa, de maneira mais profunda, os diferentes ciclos de longa duração que alternam prosperidade e crises nas economias de diferentes países, destacando que existe uma onda de empreendedorismo que precede os ciclos de grande prosperidade. Quanto a essa onda, ele destaca a necessidade de um sistema financeiro bem estabelecido que possa acelerar essa força primitiva que move a economia em desenvolvimento.

A inovação não se refere somente à criação de um empreendimento, mas fazê-lo de modo que crie um novo produto, processo ou novo mercado para produtos e processos existentes. Ela consiste em “novas combinações de meios produtivos” e, neste ponto, Schumpeter é bastante incisivo na diferenciação entre inovação e invenção: “uma invenção é uma ideia, esboço ou modelo para um novo ou melhorado artefato, produto, processo ou sistema. Uma inovação, no sentido econômico somente é completa quando há uma transação comercial envolvendo uma invenção e assim gerando riqueza”(SCHUMPETER, 1911). Toda nova tecnologia relevante destrói na mesma proporção que cria, pois irá substituir inovações consideradas inferiores e tomar o lugar daqueles até então líderes (SCHUMPETER, 1942). Essa destruição criativa seria então a responsável pelo crescimento econômico à longo prazo.

A inovação pode ser realizada de cinco maneiras diferentes:

- Introdução de um novo bem no mercado;
- Introdução de novo processo de produção;

- Criação de um novo mercado;
- Conquista de uma nova oferta de matéria-prima; e
- Mudança organizacional em uma indústria.

Em síntese, a inovação está relacionada a idealizar e pôr em prática no mercado novos produtos ou novos processos de manufatura, buscando o seu sucesso comercial (PAVITT, 1984).

Deste modo, no presente trabalho, ao se referir à Inovação, foca-se na inovação de produtos e de processos, causados por avanços tecnológicos.

2.1.1. Ciência e tecnologia

A compreensão sobre o avanço tecnológico não pode ser dissociada da ciência, uma vez que a tecnologia é a aplicação do conhecimento científico em busca de ferramentas, processos e materiais que possam auxiliar na resolução de problemas. A ciência pode ser dividida em ciência básica e ciência aplicada, sendo que a primeira, também conhecida como ciência fundamental, é aquela que envolve a investigação em busca de conhecimentos novos e básicos, podendo dar origem a outros conhecimentos básicos ou aplicados. Por sua vez, a ciência aplicada é aquela voltada para a utilização do conhecimento científico na busca por soluções práticas de problemas da humanidade.

A relação entre a ciência e a inovação tecnológica já foi, diversas vezes, objeto de estudo e buscou-se teorizar um modelo que pudesse explicá-la satisfatoriamente. Após o relatório de Vannevar Bush, *Science, the Endless Frontier* (1945), foi difundido um modelo linear para a inovação, que se inicia com a pesquisa básica, dando sequência à pesquisa aplicada, o desenvolvimento experimental, a produção e a comercialização. Neste modelo, a inovação tecnológica não seria nada mais que uma sequência lógico-temporal das descobertas científicas, ignorando o que está além do “desenvolvimento de conhecimentos específicos relacionados com produtos e processos” (GRIZENDI, 2010). Um exemplo seria, então, a indústria eletromagnética, que só desenvolveu suas tecnologias relacionadas à comunicação *wireless* após

longos períodos de investigação em ciência básica em ondas eletromagnéticas, feitas por Faraday e outros notórios cientistas (NELSON, 1993).

Contrapondo-se a esse modelo linear que foi corroborado pelas teorias clássicas e neoclássicas, Rosenberg (2006) questiona a linearidade e o aspecto que a tecnologia seria meramente uma aplicação da ciência. No artigo “O quão exógena é a ciência” (2006), ele fornece argumentos que auxiliam na compreensão da relação entre ciência e tecnologia e um dos seus argumentos centrais seria que a tecnologia pode sim preceder a pesquisa básica, possuindo conhecimento teórico e prático. Um exemplo seria as máquinas a vapor, invenção do notório cientista Watt; a utilização dessas máquinas e sua funcionalidade já eram conhecidas, o que resultou numa busca pelos conhecimentos em termodinâmica, conduzidas por Sadi Carnot, entre outros.

Stokes (2005) também dialoga com Rosenberg (2006) em seu questionamento do modelo linear, dizendo:

Ele sofreu ferimentos mortais causados pela percepção disseminada do quanto são múltiplas, complexas e desigualmente percorridas as trajetórias entre o progresso científico e o tecnológico; de quão frequentemente a tecnologia serve de inspiração à ciência, em vez de ocorrer o contrário; e de quantas melhorias da tecnologia nem sequer esperam pela ciência (p. 133).

Desse modo, este autor faz uma tentativa de mapear a relação entre as atividades científicas e inovação em um modelo, se valendo de três exemplos clássicos: os estudos sobre a estrutura do átomo feitos por Bohr, as pesquisas sobre o sistema de iluminação elétrica feitas por Thomas Edison e as pesquisas em microbiologia realizadas por Pasteur. Este modelo posiciona, em duas coordenadas, as atividades de ciência e inovação. Desta maneira, na primeira coordenada, dimensiona-se o avanço do conhecimento, e na outra, a sua aplicação; projetados em um gráfico, pode-se perceber as diferentes atividades de acordo com o conhecimento gerado e a busca da aplicação do mesmo (figura 1).

Caracterizado por um grande avanço no conhecimento, porém de pouca aplicação (quadrante superior esquerdo), encontra-se, por exemplo, os estudos sobre a estrutura do átomo feita por Bohr; estes trouxeram grandes avanços ao conhecimento básico sobre o átomo, porém poucas perspectivas de aplicação na época. No quadrante inferior direito, caracterizado por grande aplicação, porém

poucos acréscimos no conhecimento científico, estão os estudos de Edison. No quadrante superior direito seria então o quadrante de Pasteur, pois é nele em que se encontra os estudos deste cientista sobre micro-organismos que tanto ajudaram os produtores de álcool de beterraba. Esse seria o quadrante onde a pesquisa básica é guiada pelo uso.

Figura 1. O quadrante de Pasteur

		Pesquisa inspirada por:	
		Considerações de uso?	
		Não	Sim
Busca de entendimento fundamental?	Sim	Pesquisa básica pura (Bohr)	Pesquisa básica inspirada pelo uso (Pasteur)
	Não		Pesquisa aplicada pura (Edison)

Fonte: Stokes (2005). Tradução do autor.

A conclusão para essa argumentação seria trazer uma nova lógica para a relação governo/cientistas, colocando o conhecimento em função das demandas sociais e do uso proposto.

2.1.2. Avanços tecnológicos

A inovação tecnológica possui uma classificação didática que nos ajuda a compreender os seus efeitos em todos os níveis. Ela pode ser dividida em diferentes categorias (FREEMAN; PEREZ, 1988): incremental, radical, mudança no sistema tecnológico e mudança no paradigma tecno-econômico.

As inovações incrementais são invenções ou melhoramentos de invenções normalmente realizadas por engenheiros que trabalham no processo de produção, ou por sugestões de clientes. Ocorrem de maneira aproximadamente constante em qualquer indústria e na atividade de prestação de serviços, apesar de acontecer um ritmos e diferentes taxas de acordo com a indústria e o país.

As inovações radicais, por sua vez, são eventos descontínuos que não surgem naturalmente da busca por uma melhora no processo de produção. Por exemplo, o surgimento do nylon a partir da lã não pode ser fruto apenas de uma melhora contínua do mesmo. Geralmente ocorrem em empresas que realizam trabalhos sistemáticos de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D, laboratórios governamentais e Universidades. Essas inovações radicais são os potenciais gatilhos de novos mercados e de um *boom* de investimentos (FREEMAN; PEREZ, 1988). Porém, apesar das inovações relevantes – como as inovações radicais – possuírem papel fundamental no crescimento econômico e investimentos em P&D, a expansão dos mesmos depende das inovações incrementais (ENOS, 1962).

Mudança no sistema tecnológico são mudanças tecnológicas que atingem diversos ramos da economia, criando, inclusive, novos setores. São um misto de inovações radicais, incrementais, assim como organizacionais e de gestão (FREEMAN; PEREZ, 1988). Essas inovações estão interconectadas, formando uma *constelação de inovações*, que podem provocar a emergência de um setor completamente novo. Um exemplo seria as inovações relacionadas aos materiais sintéticos.

Quanto à mudança do paradigma tecno-econômico, ele foi primeiro descrito por Dosi (1982) sobre a alcinha de paradigma tecnológico, porém, na década de 80, Perez (1986) criou o termo paradigma tecno-econômico para conectá-lo ao termo criado por Dosi e, ao mesmo tempo, melhor adaptá-lo aos seus resultados de longo alcance. O termo proposto pela autora designa um modelo de boas práticas para o uso de tecnologias dentro e além das indústrias nascentes. O paradigma tecno-econômico orienta uma vasta reorganização que levam a inovações que fazem emergir mudanças significativas em termos de tecnologia, sociedade e economia, e à “emergência de toda uma gama de novos produtos, serviços, sistemas e indústrias”. Sua consequência é uma nova onda de crescimento econômico no longo prazo.

O paradigma tecno-econômico vigente irá, então, influenciar uma revolução tecnológica que irá transformar profundamente o resto da economia. A revolução

tecnológica seria uma série de inovações radicais, formando um conjunto de tecnologias interdependentes; um cluster de clusters ou um sistema de sistemas. A revolução tecnológica mais recente foi a revolução da tecnologia da informação. Como explicado anteriormente, uma revolução tecnológica seria um sistema de sistemas tecnológicos, e o paradigma tecno-econômico atual se iniciou especificamente com o surgimento do microprocessador, anunciado pelo Intel, em 1971. Inicialmente, a criação do microprocessador inaugurou um novo sistema tecnológico, junto com os fornecedores, sua utilização em jogos, calculadoras e a miniaturização e digitalização de ferramentas de controle (PEREZ, 2009). Após, passou a ser utilizado em diversos outros sistemas, desencadeados em uma sequência; passou-se a utilizá-los em microcomputadores, telecomunicações, internet. Todos esses sistemas são interconectados e continuaram a crescer juntos, através de troca relacionada à tecnologia e mercado.

Além desta mais recente, outras quatro revoluções tecnológicas podem ser identificadas. A primeira ficou popularmente conhecida como “Revolução industrial”, e se iniciou na Inglaterra por volta do ano 1771, com a inauguração do moinho de Arkwright. A segunda foi a “era do vapor e locomotivas” que, além da Inglaterra, também se espalhou para outros países do continente europeu e os EUA, na primeira metade do século XIX. A terceira foi a “era do aço, eletricidade e engenharia pesada”, nas décadas finais do mesmo século, onde os EUA e a Alemanha assumiram o protagonismo, e a quarta foi a “era do petróleo, automóvel e produção em massa”, com os EUA, Alemanha e outros países europeus assumindo a liderança já no início do século XX (PEREZ, 2002).

2.2. Sistemas Nacionais de Inovação e o processo de *catching-up*

2.2.1. Sistema Nacional de Inovação (SNI)

O conceito de sistema Nacional de Inovação – SNI é de origem evolucionista ou *neo-Schumpeteriana* e foi elaborado por diversos autores, como Nelson (1987) e Freeman (1987). Quem primeiro propôs o termo Sistema Nacional de Inovação foi este último, que a definiu como “a rede de instituições nos setores público e privado

cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias”.

O conceito de “sistema” dentro de “Sistema Nacional de Inovação” difere um pouco do termo clássico, no qual o sistema é criado com um objetivo bem delimitado, e onde os elementos constituintes são bem definidos. No caso dos SNIs, o fato do contexto histórico, político, econômico e social variar enormemente entre os países faz com que seja difícil se definir com exatidão quais são as instituições e organizações integrantes. É muito difícil colocar, em um mesmo pacote de instituições, indústrias variadas, como a farmacêutica e aeronáutica, por exemplo (NELSON, 1993). Desse modo, as instituições que serve para alguns não serve para outros, conturbando um pouco o conceito de sistema nacional.

Os principais conceitos de SNI fazem menção ao papel fundamental de “instituições”, além de evidenciarem também o “foco em conhecimento e/ou tecnologia” (LUNDVALL, 2009). Para Nelson (1992), essas instituições seriam firmas, universidades, laboratórios governamentais, instituições financeiras, jurídicas e internacionais” com a função de “formar um arranjo que fomenta e potencializa a endogenização do desenvolvimento tecnológico no país”. Outros autores se referem a essas instituições como instituições governamentais que regem a atividade econômica, como o sistema financeiro de um país (WILLIAMSON, 1985). Para North (1990), as instituições seriam as “regras do jogo”, o regime de leis e conjunto de normas que irão controlar o comportamento.

As instituições mais relevantes envolvidas no SNI para a criação de conhecimento seriam os laboratórios de pesquisa industrial e as empresas, Universidades e laboratórios públicos de pesquisa (NELSON, 1993).

As universidades exercem um papel de extrema importância no avanço tecnológico de indústrias. Primeiro, pois fornecem profissionais treinados e capacitados para executar tarefas de pesquisa, investigação e criação dentro daquelas. Segundo, pois laboratórios de pesquisas dentro de universidades foram responsáveis por descobertas e desenvolvimento de importantes tecnologias hoje aplicadas pela indústria (NELSON, 1993). A pesquisa na universidade é normalmente orientada pela lógica interna da disciplina, como em Física e Matemática, sendo essa lógica internacional. Em alguns casos, a pesquisa nesse estabelecimento pode tentar suprir a demanda de instituições privadas, através de projetos e parcerias específicas.

Os laboratórios financiados pelo Estado possuem diferentes funções dependendo do país. Em alguns casos, seu objetivo é suprir a demanda em áreas estratégicas para a população. E, em outros casos, esses laboratórios governamentais estão em estreita ligação com os agentes produtivos privados, realizando parcerias para o avanço tecnológico industrial.

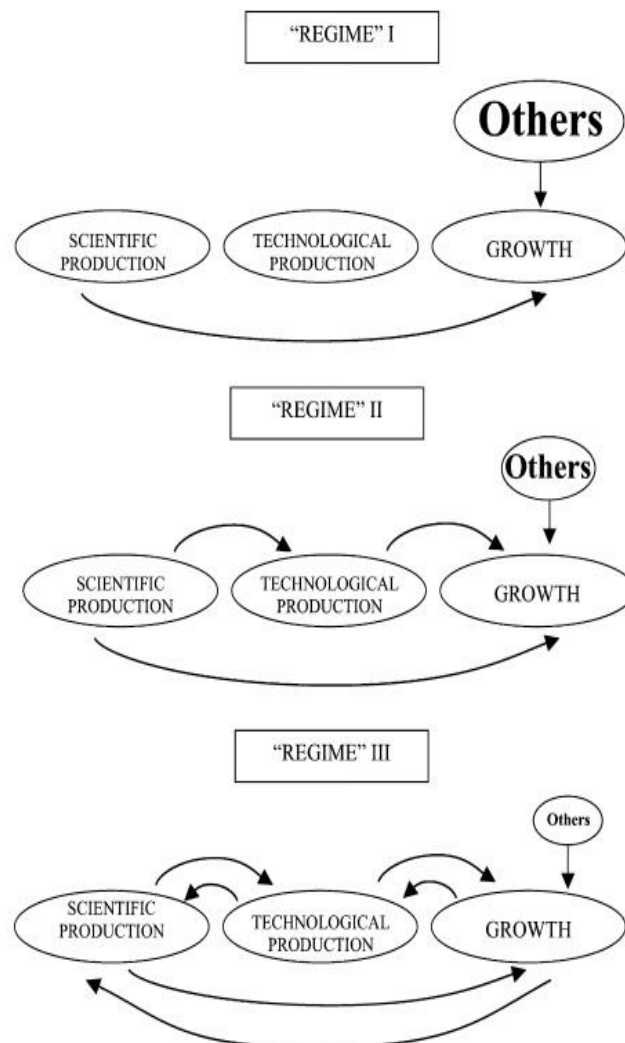
Os laboratórios de P&D de firmas e indústrias são estruturas dedicadas à pesquisa e desenvolvimento de novos ou melhores produtos e processos, sendo ocupada por pesquisadores que se formaram em universidades, onde também realizaram pesquisa aplicada e básica. Os laboratórios de P&D privados se sobressaíram em relação aos laboratórios públicos e universidades como o local onde realmente acontece a inovação tecnológica, porém o papel destas últimas instituições não deve ser menosprezado quanto à sua importância no desenvolvimento de tecnologias disruptivas (MAZZUCATO, 2011).

Quanto às diferenças entre os SNI entre os diversos países, um estudo feito por Bernardes e Albuquerque (2003), com 120 casos de sistema nacional de inovação, realizou uma tentativa de categorizar os diferentes sistemas nacionais de inovação de acordo com características semelhantes entre si. Baseando-se em dados de publicações (representando a atividade científica) e de patentes (representando a atividade tecnológica), eles identificaram 3 grupos distintos, denominados regimes, sendo que no regime I se encontram os países menos desenvolvidos, onde a produção científica ainda é pouco significativa. No regime II, se encontram os grupos que conseguem ter uma produção científica que, ocasionalmente, gera produção tecnológica, e que são denominados sistemas “imaturos” ou “incompletos”. Diz-se que as conexões ainda são parciais pois a produção tecnológica não acarreta em aumento da produção científica (figura 2). Os países pertencentes ao regime III são os países centrais, onde as relações entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômicos se encontram bem fundamentadas e se retroalimentam. Existem ainda Sistemas Nacionais de Inovação que se enquadram nos limiares, seja entre os regimes I e II, seja entre os regimes II e III.

Pode se perceber que, quanto mais desenvolvido o país (regime III), mais relações e conexões ele possui entre as entidades Ciência, Desenvolvimento tecnológico e Crescimento econômico. Nos países pouco desenvolvidos, “Outros” parece ser o canal mais importante para o seu crescimento e, à medida que o país

muda de regime, menos seu crescimento depende desse canal, e cada vez mais da ciência e tecnologia.

Figura 2. Regimes de SNI variando de países menos desenvolvidos (regime I) aos países mais desenvolvidos (regime III).



Fonte: Bernardes e Albuquerque (2003)

2.2.2. *Catching-up*

O processo de *catching-up*, ou alcance da fronteira tecnológica, seria melhor explicado pelo processo dos países tecnologicamente menos desenvolvidos atingirem os níveis de produção tecnológica já realizados pelos países desenvolvidos. A

dinâmica natural dos países tecnologicamente desenvolvidos gera novas inovações e modifica o paradigma tecno-econômico, criando oportunidades que devem ser aproveitadas pelos países de economia periférica, pois dela depende seu desenvolvimento econômico (PEREZ, 2001). Esses países, para que possam aproveitar essas oportunidades, também denominadas *janelas de oportunidades*, precisam desenvolver um conjunto de características denominadas *social capability* (capacidade social), segundo Abramovitz (1989). Para os países que já conseguem produzir tecnologias que estão na fronteira do conhecimento, é mais fácil de se manter nesse patamar.

Os países menos desenvolvidos contam, porém, com uma vantagem: o fato de estarem atrasados tecnologicamente faz com que seu potencial de crescimento seja maior, uma vez que podem imitar as tecnologias oriundas e produzidas nos países desenvolvidos. Para isso, além da *social capability*, eles precisariam contar com uma capacidade de absorção de tais tecnologias, que dependeria do aumento em investimentos em educação e P&D, melhorando a infraestrutura científica do mesmo e possibilitando a absorção dessas tecnologias (Albuquerque, 2009).

O processo de *catching-up* dos países que não se encontram nos patamares tecnológicos dos países desenvolvidos (pertencentes ao regime III de acordo com Bernardes e Albuquerque, 2003) dependeria então do desenvolvimento das relações entre ciência e tecnologia e dessas com o desenvolvimento econômico, gerando retroalimentação entre eles e aumento do fluxo. Ou seja, dependeriam da mudança do regime e amadurecimento do seu SNI; os agentes do SNI possuem papel essencial no processo de *catching-up* de um país. Além disso, os setores intensivos em conhecimento e tecnologia, como é o caso da biotecnologia, se apresentam como aliados do processo de *catching-up*. Apesar desses setores serem ainda uma questão problemática para os países em desenvolvimento, que ainda não apresentam um Sistema Nacional de Inovação maduro, eles se apresentam como verdadeiras janelas de oportunidades.

A dinâmica dos países em seu desenvolvimento seguiria então a analogia proposta pela rainha vermelha, no livro “Alice através do espelho”, de Lewis Carroll. Em uma determinada cena, Alice se encontra em uma situação onde corre bastante, o tempo todo, porém permanece parada no mesmo lugar. Neste momento, a rainha

vermelha diz "É preciso correr muito para permanecer no mesmo local".¹ Essa analogia pode ser transportada para os países pertencentes aos regimes de SNI menos amadurecidos: caso esses países queiram atingir o patamar de desenvolvimento tecnológico dos outros países desenvolvidos, então "deve correr pelo menos duas vezes mais rápido que isso!"² (Albuquerque, 2009).

2.3. Financiamento à Inovação

2.3.1. Inovação e financiamento

A relação entre alocação de recursos, principalmente financeiros, e o desenvolvimento tecnológico foi matéria de estudo para inúmeros autores. Schumpeter destaca a importância de recursos financeiros em ideias iniciais, aquelas que vão revolucionar o conhecimento tecnológico. Perez (2002) vai além nessas relações, e demonstra a importância do financiamento em diferentes etapas, de acordo com o ciclo de vida da nova tecnologia.

A inovação tecnológica é um processo bastante dispendioso em termos de recursos e necessita de investimentos tanto em sua fase inicial quanto em seu desenvolvimento e finalização. Como esses projetos tem, como característica, uma perspectiva de médio e longo prazo, esses investimentos devem ser sustentados ao longo de toda sua temporariedade e, como os benefícios desse tipo de projeto não são garantidos, incorre-se nas incertezas quanto ao retorno do investimento. Além disso, devido às características inerentes aos projetos de inovação, como os riscos e incertezas, é necessário criar mecanismos diferenciados e adequados ao seu financiamento, seja pelo financiamento privado (empresas e mercado financeiro), seja pelo público (FRENKEL, 1993).

2.3.2. Riscos e incertezas do processo inovativo

¹*"It takes all the running you can do, to keep in the same place."* Tradução nossa.

²*"you must run at least twice as fast as that!"*. Tradução nossa.

Segundo Drucker (1970), a atividade empreendedora é baseada em assumir riscos; o empreendedor seria alguém disposto a substituir sua segurança financeira e carreira por uma ideia de negócio, assumindo riscos e gastando tempo e dinheiro em empreendimentos incertos. Porém, muitos autores destacam, de um modo geral, a enorme aversão do setor privado ao risco, e que esse só seria assumido pelo empreendedor quando compartilhado e mitigado (MAZZUCATO, 2011)

O empreendedorismo tecnológico, em particular, não consiste apenas em uma atividade com alto risco, mas também com elevado grau de incerteza. A diferença entre essas consiste basicamente no “fato de que a distribuição de resultados na primeira é conhecida, enquanto na segunda, devido ao fato de ser uma situação única, essa distribuição não é conhecida” (KNIGHT, 1921). No caso das incertezas, não há bases científicas para calcular as probabilidades de sucesso ou algo parecido (KEYNES, 2007). “O jogo de roleta não é, nesse sentido, sujeito à incerteza...”.

A inovação tecnológica seria, então, uma dessas situações únicas, pois os resultados, além de levarem muito tempo para se transformarem em produtos, resultam muito frequentemente em fracassos; ou seja, caracteriza-se fundamentalmente por possuir um elevado nível de incerteza (ROSENBERG, 1996).

Essas incertezas, além de englobar as incertezas do negócio, comum a qualquer investimento que envolva resultados futuros, também inclui particularidades pertencentes unicamente aos projetos de inovação, como as incertezas técnica e de mercado (FREEMAN; SOETE, 1997). As incertezas de negócio são as incertezas econômicas e as políticas gerais. Elas se aplicam às decisões futuras e a maneira mais comum de lidar com ela é aplicar uma taxa de desconto em relação às receitas e despesas futuras. Entretanto, esse tipo de incerteza incide de maneira mais significativa nos projetos de inovação uma vez que eles possuem prazos muito mais longos; os outros dois tipos de incerteza – técnica e de mercado – não podem ser eliminados.

Os diferentes graus de incerteza podem ser categorizados de acordo com o tipo de inovação desenvolvida (FREEMAN; SOETE, 1997) e podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1. Graus de Incerteza da atividade inovativa

6 - Incerteza real	Pesquisa básica e Invenção básica
5 - Incerteza muito alta	Inovações radicais de produto Inovações radicais de processo realizadas fora da empresa
4 - Incerteza alta	Inovação de produto significativa Inovação de processo na própria empresa
3 - Incerteza moderada	Gerações novas de produtos já estabelecidos
2 - Incerteza Baixa	Inovações licenciadas Imitações de produtos Modificações de produtos e processos Adoção precoce de processos já estabelecidos
1 - Incerteza muito baixa	Novo modelo Diferenciação de produto Nova função para produtos já estabelecidos Adoção tardia de processos e operações já estabelecidas Pequenos Melhoramentos técnicos

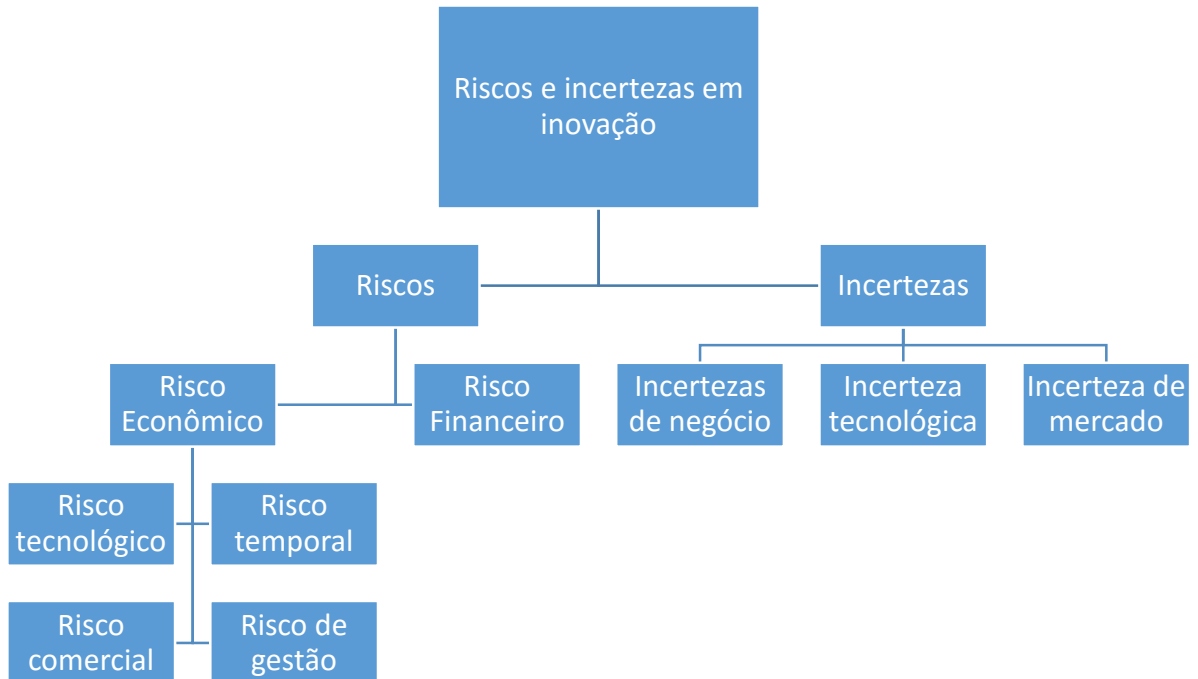
Fonte: Freeman e Soete (1997). Traduzido pelo autor.

Quanto aos riscos associados ao processo inovativo, eles podem ser divididos em duas categorias: econômicos e financeiros (RAPINI, 2010).

Os riscos econômicos são quatro: o risco tecnológico, temporal, comercial e de gestão. O risco tecnológico está relacionado à possibilidade do projeto de inovação fracassar e ele se manifesta particularmente durante o período de P&D, onde a efetividade da tecnologia é verdadeiramente desenvolvida e testada. O risco temporal diz respeito ao status da invenção no momento em que o processo inovativo chega ao fim, pois pode ser que ela já se encontre ultrapassada ou obsoleta. O risco comercial está relacionado ao sucesso ou fracasso de inserção de uma inovação no mercado, pois a comercialização depende de um comportamento do consumidor, das empresas competidoras no mercado e do timing da inserção de tal invenção no mercado (JIANG; WANG, 2007). O risco de crescimento está relacionado à resposta da empresa diante do crescimento da atividade, se a gestão será eficiente ou não, e está relacionado a muitos fatores, como falta de recursos humanos, tomada de decisões errôneas, entre outros. O risco financeiro está relacionado à dificuldade de se estimar o fluxo de caixa para os processos inovativos, decorrente dos riscos econômicos supracitados (PETRELLA, 2001).

Os diferentes riscos e incertezas podem ser observados em suma na figura 3.

Figura 3. Diferentes incertezas e riscos do processo inovativo



Elaborado pelo autor a partir da literatura

2.3.3. Incerteza e financiamento

O setor privado, por não ter percebido o potencial de determinada área tecnológica e amparada na sua grande aversão ao risco, abre mão de investir em áreas tecnológicas de grande crescimento. Neste ponto, o estado assume um importante papel empreendedor, criando estratégias e investimento nas fases com mais incertezas (MAZZUCATO, 2011). O estado tem assumido papel importante no financiamento de pesquisas de alto risco em suas fases iniciais. A título ilustrativo, pode-se mencionar que 77 das 88 inovações mais importantes dos anos de 1971 a 2006 (listados pela *R&D magazine's annual award*) foram completamente dependentes de financiamento público (BLOCK; KELLER, 2010).

Desse modo, fica claro a importância do financiamento público em todos os diferentes tipos de pesquisas que possuem incertezas e riscos, uma vez que o Estado

é, muitas vezes, mais empreendedor do que o setor privado. Este se mantém afastado de empreendimentos com alto risco e incerteza, deixando ao Estado o papel de investir primeiramente. Dessa maneira, o financiamento público assume um papel muito mais amplo na inovação tecnológica (MAZZUCATO, 2011).

2.3.4. Modalidades de financiamento privado

De acordo com Chesnais e Sauviat (2003), há três formas principais de financiamento privado à inovação dentro das empresas: o autofinanciamento através do lucro retido, empréstimos bancários de longo prazo e recurso dos mercados financeiros.

Primeiramente, o autofinanciamento através do lucro retido é uma modalidade já bastante utilizada pelas empresas há algum tempo; as empresas recorrem mais a esse tipo de financiamento quando não há mecanismos específicos de consolidação financeira (STUDART, 1993).

Segundo, quanto aos empréstimos bancários de longo prazo, a relação próxima entre bancos e empresas já bem estruturadas facilita a sua captação, assim como sua renovação e a captação de outras linhas de crédito. Ressalta-se que há uma assimetria de conhecimento entre a instituição financeira e a empresa, porém, a mesma pode ser equilibrada por um aumento nas relações de troca de informações (CHRISTENSEN, 1992).

Por último, os principais instrumentos de financiamento advindos do mercado financeiro são (1) o aporte de recursos diretamente nas empresas, conhecido como capital de risco e (2) a emissão de ações, pela própria empresa, em mercados específicos. Ele se apresenta como um aporte de longo-prazo, que inclui recursos financeiros e expertise, conferindo credibilidade às empresas agraciadas com tal investimento (CARPENTER; PETERSEN, 2002).

Todas três modalidades se caracterizam por serem investimentos de longo prazo e que dependem de uma estrutura financeira considerável da empresa, restringindo-se às de grande porte. (CHESNAIS; SAUVIAT, 2003).

2.3.5. Modalidades de financiamento público

Por parte dos governos, existem financiamentos exclusivos à inovação que ajudam a compartilhar as incertezas do processo, encorajando os empreendedores a assumirem os riscos necessários. Entre estes instrumentos de financiamento, pode-se destacar os incentivos fiscais, os recursos reembolsáveis e os recursos não-reembolsáveis.

Os incentivos fiscais são utilizados em muitos países como forma de incentivo à inovação. As duas modalidades utilizadas são deduções do imposto de renda do lucro das empresas que investem em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - P,D&I e créditos fiscais (RAPINI, 2010). Quanto à dedução do imposto de renda, o mesmo pode ser em relação aos gastos em P,D&I em um período fiscal ou ao gasto incremental em relação ao período anterior. No primeiro caso, não se tem uma conclusão exata se o investimento público será complementar ou substituto aos investimentos da empresa. No segundo caso, o investimento público irá premiar somente as empresas que obtiveram aumento nas despesas em P&D e, conseqüentemente, incentivando o aumento das taxas de investimento em inovação (FRENKEL, 1993). As modalidades de créditos fiscais envolvem, principalmente, a mudança na alíquota a ser paga e a aceleração da depreciação dos bens de capital da empresa.

Os recursos reembolsáveis acontece através do aporte de recursos em empresas a taxas de juros baixas ou subsidiadas, e muitas vezes, o próprio governo serve de fiador para a empresa. Este investimento deve ser feito baseando-se no longo prazo, protegendo as empresas de oscilações orçamentárias no curto prazo e promovendo a segurança do investimento.

Os recursos não-reembolsáveis possuem diferentes modalidades, como (1) pagamento de bolsas para pesquisadores em empresas e; (2) a subvenção econômica. O pagamento de bolsas a pesquisadores para que exerçam uma atividade de pesquisa em empresas privadas tem, como objetivo, compartilhar os custos de mão-de-obra qualificada além de, futuramente, propiciar a absorção dos mesmos pela empresa onde trabalham. A subvenção econômica, por outro lado, são aportes realizados que não exigem a devolução dos recursos para a organização que o concedeu. Esta modalidade de financiamento é considerada como subsídio não acionável pela Organização Mundial do Comércio, ou seja, os países membros não

podem realizar reclamações, conforme artigo 8 do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias (OMC, 1994). Tal incentivo é utilizado em diversos outros países, e sua importância em relação à produção de novas tecnologias vem sendo discutida (ANDRADE, 2009).

2.4. Conclusões do capítulo

A inovação tecnológica ocupa papel central no desenvolvimento econômico, sendo responsável pelos longos ciclos de prosperidade observados na economia mundial a cada revolução tecnológica. As janelas de oportunidades abertas durante esse processo podem permitir aos países de economia periférica se aproximarem da fronteira tecnológica onde se encontram os países de economia central. O avanço tecnológico ocorre de maneira particular em cada país, que contará com organizações e instituições próprias do seu Sistema Nacional de Inovação, sendo que os institutos de pesquisa pública, as universidades e as empresas privadas se destacam como o *locus* da inovação. Como o setor privado é bastante avesso a riscos e incertezas, o processo inovativo precisa de instrumentos específicos de financiamento, sendo o mais frequente o compartilhamento dos riscos com o governo, incentivando a inovação. Dessa forma, o investimento público é essencial para o surgimento e fomento de indústrias baseadas no conhecimento, e os instrumentos de financiamento mais utilizados consistem de incentivos fiscais e no aporte de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis.

3. A BIOTECNOLOGIA NO BRASIL E NO MUNDO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Como mencionado no capítulo anterior, a inovação tecnológica apresenta papel central no desenvolvimento econômico e necessita de instrumentos específicos de investimento que ajudarão o setor privado a compartilhar riscos e incertezas do processo de inovação.

Esse capítulo, em específico, tratará de uma das atividades mais inovativas dentro do setor produtivo, a biotecnologia, caracterizando as particularidades do seu processo inovativo e demonstrando sua importância para o desenvolvimento econômico do Brasil e do mundo

A primeira seção apresenta um breve relato da história da biotecnologia evidenciando sua importância e definições mais modernas.

Na segunda seção, será abordada a aplicação da biotecnologia no setor produtivo, argumentando sobre a sua importância para o desenvolvimento econômico. Será elucidada a importância de parcerias entre atores públicos e privados, assim como o seu surgimento no EUA em função de investimentos públicos recebidos. Ao fim, um panorama das empresas privadas de biotecnologia no mundo será relatado.

A terceira seção abordará a biotecnologia no Brasil, descrevendo o histórico das políticas de estado para a o seu desenvolvimento, bem como apresentando um panorama das empresas de biotecnologia em atividade no país.

3.1. Biotecnologia

A biotecnologia é apontada como “uma das tecnologias-chave do século XXI, com vasto campo de aplicações no desenvolvimento de produtos e processos de interesse para os setores da saúde, energia, agronegócios e cosméticos” (MCTI, 2012). Hoje, em vista das necessidades do futuro, há um direcionamento dos investimentos para essa área, sendo apontada como uma das sete áreas estratégicas para o futuro, juntamente com nanotecnologia, saúde, energia limpa, TI e comunicação, novos materiais e indústrias avançadas (OECD, 2010).

O uso da biotecnologia remonta há milênios atrás, com indícios da produção de antibióticos produzidos através de coalhada de grãos de soja embolorada para o tratamento de furúnculos, por volta do ano 500 a.C., e a produção de inseticida a partir de crisântemos em pó (ano 100 d.C.) (BIO, 2016). Vários outros usos foram dados para a biotecnologia já no século XIX, como a criação de novos cultivares de plantas através de técnicas clássicas como a hibridização, e no século XX, como o desenvolvimento de vacinas para varíola e a produção de antibióticos em larga escala (como a penicilina por exemplo). A esses usos, pode-se dar o nome de biotecnologia tradicional, pois se baseia na utilização de seres vivos para a obtenção ou modificação de produtos. Adiciona-se, aos exemplos citados, o caso da fermentação, processo já utilizado desde os registros mais antigos da civilização humana (FONSECA, 2009). Há uma segunda categoria, denominada biotecnologia moderna, que está diretamente relacionada à descoberta, em 1953, da estrutura do ácido desoxirribonucleico – DNA, que possibilitou o desencadeamento de uma série de conhecimentos científicos e tecnologias relacionadas a esse material e sua manipulação, como a recombinação genética, proteômica e a produção de anticorpos monoclonais. A biotecnologia moderna também está relacionada à manipulação intencional de células e tecidos vivos para a geração de novas células e tecidos (FONSECA, 2009). As tecnologias pertencentes a essa segunda categoria utilizam um nível de conhecimento mais avançado e conta com pesquisas na fronteira do conhecimento. Destaca-se que, assim como a biotecnologia apresenta-se dividida em duas - biotecnologia clássica e a biotecnologia moderna-, ela também apresenta uma divisão internacional, sendo que a biotecnologia moderna se concentra prioritariamente nos países centrais e a biotecnologia clássica, nos países periféricos (SILVEIRA, 2001).

A definição mais difundida de biotecnologia e utilizada em estudos comparativos é aquela apresentada pela OECD (2005):

A aplicação de ciência e tecnologia em organismos vivos, assim como partes, produtos e modelos advindos desses, para alterar materiais vivos ou não vivos para a produção de conhecimento, bens e serviços. (pág. 9)

O documento *A Framework for Biotechnology Statistics* (OECD, 2005), busca ainda sintetizar as diferentes formas de classificar um projeto em biotecnologia com o objetivo de facilitar possíveis comparações em estudos, teses e pesquisas. Criou-se

então uma lista com sete categorias que buscam englobar todas as áreas técnicas da biotecnologia (Quadro 2). Ressalta-se que esta classificação é utilizada como base para diversos órgãos ao redor do mundo, incluindo a Biominas, referência em pesquisa em biotecnologia no Brasil.

Quadro 2. Lista de classificação das técnicas biotecnológicas.

DNA/RNA: genômica, farmacogenômica, sondas gênicas, engenharia genética, sequenciamento/síntese/amplificação de DNA/RNA, perfil de expressão gênica, e uso de tecnologia anti-senso.
Proteínas e outras moléculas: sequenciamento/síntese/engenharia de proteínas e peptídeos (incluindo hormônios de alto peso molecular); métodos de endereçamento de drogas de alto peso molecular; proteômica, isolamento e purificação de proteínas, sinalização e identificação de receptores celulares.
Cultura e engenharia de células e de tecidos: cultura de células/tecidos, engenharia de tecidos, fusão celular, vacinas/imunomoduladores, manipulação de embriões.
Técnicas de processamento biotecnológico: fermentação utilizando bioreatores, bioprocessamento, biolixiviação, biopolpação, biobranqueamento, biodessulfurização, biorremediação, biofiltração e fitorremediação.
Vetores gênicos e de RNA: terapia gênica, vetores virais.
Bioinformática: construção de base de dados de genomas e sequência proteicas, modelamento de processos biológicos complexos, incluindo biologia de sistemas.
Nanobiotecnologia: utilização de ferramentas e processos de nano/microfabricação para construção de dispositivos para o estudo de sistemas biológicos e aplicações como veículos de administração de drogas, na área diagnóstica, etc

Fonte: OECD (2005). Tradução do autor.

3.2. Biotecnologia no setor produtivo

A biotecnologia pode ser considerada como “tecnologia de uso geral” (*general purpose technology*), caracterizada por se espalhar por diversos setores, sofrer melhoramentos com o tempo que ocasionarão na diminuição dos custos e facilitar a invenção e produção de novos produtos. Albuquerque (2009) considera a biotecnologia como uma “nova indústria baseada em ciência”. Como tal, as empresas que fundamentam suas atividades em tais indústrias - as firmas baseadas em ciência

- possuem, como fonte principal de tecnologia, laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Esses laboratórios, por sua vez, se baseiam no conhecimento produzido por universidades, laboratórios públicos e outros (PAVITT, 1984). Krafft, Quatraro e Saviotti (2008) destacam ainda que, em uma sociedade baseada em conhecimento, onde firmas baseadas em ciência possuem notória relevância, o desenvolvimento do conhecimento é crucial para o aumento da competitividade. Deste modo, alguns setores, como biotecnologia, são mais influenciados que os demais pelo conhecimento, sendo conhecidos como Setores Intensivos em Conhecimento - SIC³. Este setor é caracterizado pela relação íntima entre ciência, tecnologia e produção de bens e serviços.

A inovação em biotecnologia está relacionada a uma concatenação de diferentes atores, públicos e privados, cada um possuindo diferentes recursos – financeiros, intelectuais e físicos. Essa concatenação se dá através do fluxo de conhecimento e de pessoas dentro dessas diferentes esferas, assim como parcerias de empresas com universidades ou empresas incubadas dentro de ICTs (FREIRE, 2014).

A biotecnologia, sendo uma indústria baseada em conhecimento, apresenta peculiaridades em relação a outros setores econômicos. A biotecnologia está associada a uma incerteza primária, em detrimento da incerteza secundária presente em outros setores. A incerteza secundária seria “saber o que não se sabe”, ou seja, a incerteza estaria na solução desconhecida para um problema conhecido. Já a biotecnologia está associada a uma incerteza primária, ou seja, desconhece-se até mesmo o problema. Na incerteza primária, normalmente, os problemas vão surgindo à partir da investigação científica que, além de prover respostas, gera muitas outras perguntas, natural para a ciência. Isso eleva a incerteza relacionada à inovação em biotecnologia (FREIRE, 2014).

É importante ressaltar que a biotecnologia, como setor intensivo em conhecimento, pode auxiliar os países tecnologicamente periféricos no processo de *catching-up*, ao mesmo tempo em que a biotecnologia parece ser um grande desafio para economias emergentes, devido ao sistema nacional de inovação ainda em estágio imaturo. A biotecnologia pode também se apresentar como uma janela de

³ Knowledge Intensive Sectors – KIS

oportunidade, garantindo a aproximação dos países de economia periférica à fronteira tecnológica hoje dominada pelas economias centrais (MAZZUCATO, 2011).

3.2.1. Investimentos governamentais em biotecnologia

O estado tem assumido papel fundamental no financiamento de inovações relacionadas ao setor de biotecnologia. No caso dos EUA, o desenvolvimento da indústria de biotecnologia foi uma consequência direta dos investimentos governamentais no desenvolvimento de conhecimentos básicos que, futuramente, propiciaram o sucesso de empresas de biotecnologia (VALLAS ET AL., 2010). O *National Institute of Health* – NIH está na linha de frente dos investimentos governamentais em pesquisa básica em biotecnologia nos EUA. Eles são, de longe, o maior financiador de geração de conhecimento básico, (LAZONICK; TULUM, 2011), tendo investido cerca de U\$365 bilhões de 1978 até 2004 em pesquisa em ciências da vida. Em termos de financiamento de empresas de biotecnologia por parte do Estado, é importante destacar que a maioria das jovens empresas inovadoras dos EUA foram financiadas não por capital de risco, mas por programas governamentais como o SBIR - *Small Business Innovation Research*. O SBIR foi criado em 1982 através do *Small Business Innovation Development Act*, cujo objetivo foi requerer que as agências governamentais americanas com os maiores orçamentos para pesquisa investissem ao menos 1,25% em firmas com fins lucrativos que fossem pequenas e independentes. O SBIR forneceu suporte a uma série de *start-ups* altamente tecnológicas (LERNER, 1999). Em relação ao setor biofarmacêutico, apesar da enorme crença de que foi o capital de risco que deu as bases para o desenvolvimento da mesma, demonstrou-se que foi o investimento e gastos governamentais que o guiaram (MAZZUCATO; DOSI, 2006).

No caso do Reino Unido, outro exemplo ilustre é o desenvolvimento da tecnologia relacionada aos anticorpos monoclonais, na década de 70, fundamentalmente financiada pelo *Medical Research Council* – MRC, uma agência pública. Essa tecnologia é hoje base para aproximadamente um terço de todos os tratamentos baseados em drogas para diversas doenças, como câncer, asma, artrite, entre outros (MAZZUCATO, 2011).

Segundo a mesma autora, é uma hipocrisia a confusão hoje feita pelo público geral e os *policy makers* em relação ao papel do financiamento público na inovação, o que leva a um fracasso no reconhecimento do estado como essencial no desenvolvimento do setor de biotecnologia.

3.2.2. Empresas de biotecnologia

Compreender e mapear o setor de biotecnologia é algo que tem se mostrado bastante difícil, uma vez que se trata de uma área transversal que não se adequa muito bem à classificação utilizada para pesquisas econômicas, como é o caso da *International Standard Industrial Classification* – ISIC e da Classificação Nacional de Atividades Econômicas -CNAE (BIANCHI, 2013).

Apesar desta clareza quanto à sua importância, o mesmo não se pode dizer de sua definição, que não consegue, em uma definição única, condensar todas as técnicas e áreas de atuação deste setor, incluindo aquelas do passado e aquelas pertencentes ao mundo moderno, no limiar da fronteira do conhecimento (OECD, 2005). A revista *Nature Biotechnology* (2006) utiliza uma definição própria para empresas de biotecnologia:

The main commercial activity of all the companies included [...], depends on the application of biological organisms, biological systems or biological processes, either as in internal research and development, in manufacturing or in the provision of specialist services.” (pág. 635)

No entanto, essa definição é bastante restrita quando comparada com a definição aceita pela OECD (apresentada na seção 3.1), pois considera como empresa de biotecnologia apenas aquelas que possuem a biotecnologia como atividade principal (BRBIOTEC, 2011). Desta maneira, a definição apresentada pela OECD parece ser a mais adequada por sua abrangência e deve ser sempre acompanhada de uma definição baseada em uma lista de setores de aplicação, clareando a definição de biotecnologia para possíveis fins de medida e comparação. Nessa lista, são catalogadas sete áreas diferentes e uma empresa que relata atividade em uma ou mais categorias é definida como uma empresa de biotecnologia:

Quadro 3. Setores de aplicação da biotecnologia

<p>Saúde humana</p> <p>terapêuticos de molécula longa e anticorpos monoclonais (MABs) produzidos utilizando tecnologias de rDNA.</p> <p>Outros terapêuticos, substratos artificiais, diagnósticos e tecnologias de liberação de drogas, etc.</p>
<p>Saúde animal</p> <p>O mesmo que acima, mas para uso veterinário.</p>
<p>Agronegócios</p> <p>Novas variedades de organismos geneticamente modificados -como plantas, animais, micro-organismos - para uso na agricultura, aquacultura e silvicultura, incluindo controle de pestes.</p> <p>Novas variedades de organismos não- geneticamente modificados -como plantas, animais, micro-organismos - para uso na agricultura, aquacultura e silvicultura, controle de pestes e diagnóstico, desenvolvidos usando técnicas de biotecnologia (marcadores d DNA, cultura de células, etc.)</p>
<p>Insumos</p> <p>Aplicações para mineração, extração de petróleo/energia, e outras aplicações.</p>
<p>Meio ambiente</p> <p>Diagnóstico;</p> <p>biorremediação de solos;</p> <p>tratamento de águas, ar e efluentes industriais utilizando micro-organismos; e processos de produção limpos.</p>
<p>Processos industriais</p> <p>Bioreatores para produzir novos produtos (químicos, comida, etanol, plástico, etc.)</p> <p>Bioteχνologias para transformar insumos (biolixiviação, etc.)</p>
<p>Outros</p>

. Fonte: (OECD, 2005). Tradução do autor.

Um estudo estatístico amplo realizado pela OECD - *Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 indicators on biotechnology* (2013) demonstra o tamanho e potencial do setor de biotecnologia no mundo. Dos países pertencentes à OECD, o EUA é o líder no número de empresas de biotecnologia, contando com 7.970 firmas de biotecnologia, seguido pela Espanha com 3.025 empresa e a França com 1481. Esse índice não é o mais apropriado para se mensurar a atividade de um país em biotecnologia, pois não leva em conta o porte das empresas e a intensidade de suas atividades de P&D. Um índice que levaria em conta a intensidade da atividade da

empresa em biotecnologia seria os gastos privados com P&D– BERD⁴ e, proporcionalmente, o país que mais gasta com P&D em biotecnologia é a Dinamarca (19,4%), seguida por Irlanda (17,2%) e Suíça (12,6%). Os EUA gastam 10% do BERD total nesse tipo de atividade, o que corresponde a 66% do total de gastos do BERD em biotecnologia entre os 28 países que colaboravam com os dados.

3.3. A Biotecnologia no Brasil

3.3.1. Políticas públicas para a biotecnologia

A última década tem se mostrado como um período ímpar para a bioindústria brasileira. Muitas políticas públicas voltadas para essa indústria têm alavancado as empresas de biotecnologia a um patamar nunca antes visto. Porém, as políticas de governo voltadas para a biotecnologia, pode-se citar, começaram ainda na década de 80, quando foi criado o Programa Nacional de Biotecnologia – PRONAB, na esfera do CNPq. Seu objetivo era o desenvolvimento da biotecnologia como um todo, a capacitação de profissionais e pesquisadores da área, bem como o financiamento de projetos com a temática definida (ASSAD, 2015).

Também nos anos 80, surgiu o subprograma de biotecnologia da PADCT– Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o Sbio/PADCT, com recursos oriundos do Banco Mundial. Ele apoiou projetos, entre eles, a formação e capacitação de pessoal para a área de biotecnologia. Depois dele, houve o PADCT II (1990 – 1996), onde se iniciaram as parcerias Universidade-empresa, e o PADCT III (1997-2004).

O PACTI foi um plano de investimentos em Ciência, tecnologia e Inovação lançado em 2007, cujo objetivo era, até 2010, investir mais de R\$35 bilhões para atingir três metas principais: o aumento percentual de pesquisadores trabalhando em empresas – 33,5%, aumento da proporção de empresas inovadoras que recebem suporte do governo (24%) e estruturar o SIBRATEC – Sistema Brasileiro de Tecnologia, um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e

⁴ Business Expenditure on Research and Development

tecnológica com as empresas. Tal plano contempla a CTI de uma maneira geral, não sendo específico para a biotecnologia.

Em 2008, a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia – PDBio é implementada pelo Comitê Nacional de Biotecnologia, designando cerca de R\$206 milhões para essas atividades, dos quais 81% através do FNDCT. O Comitê é coordenado pelo Ministério de Desenvolvimento Industrial e Comércio Exterior (MDIC) e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, ABDI.

Em 2012, foi lançada a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI, para o período de 2012-2015, de responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (renomeado em 2011). O ENCTI tem como objetivos (ARAÚJO, 2012):

- i) suporte às inovações no setor produtivo a fim de reduzir o hiato tecnológico em relação aos países desenvolvidos;
- ii) treinamento e qualificação dos recursos humanos para inovação;
- iii) apoio aos setores mais intensivos em conhecimento;
- iv) indução de produção limpa; e
- v) uso do poder de compra do Estado para promover inovação.

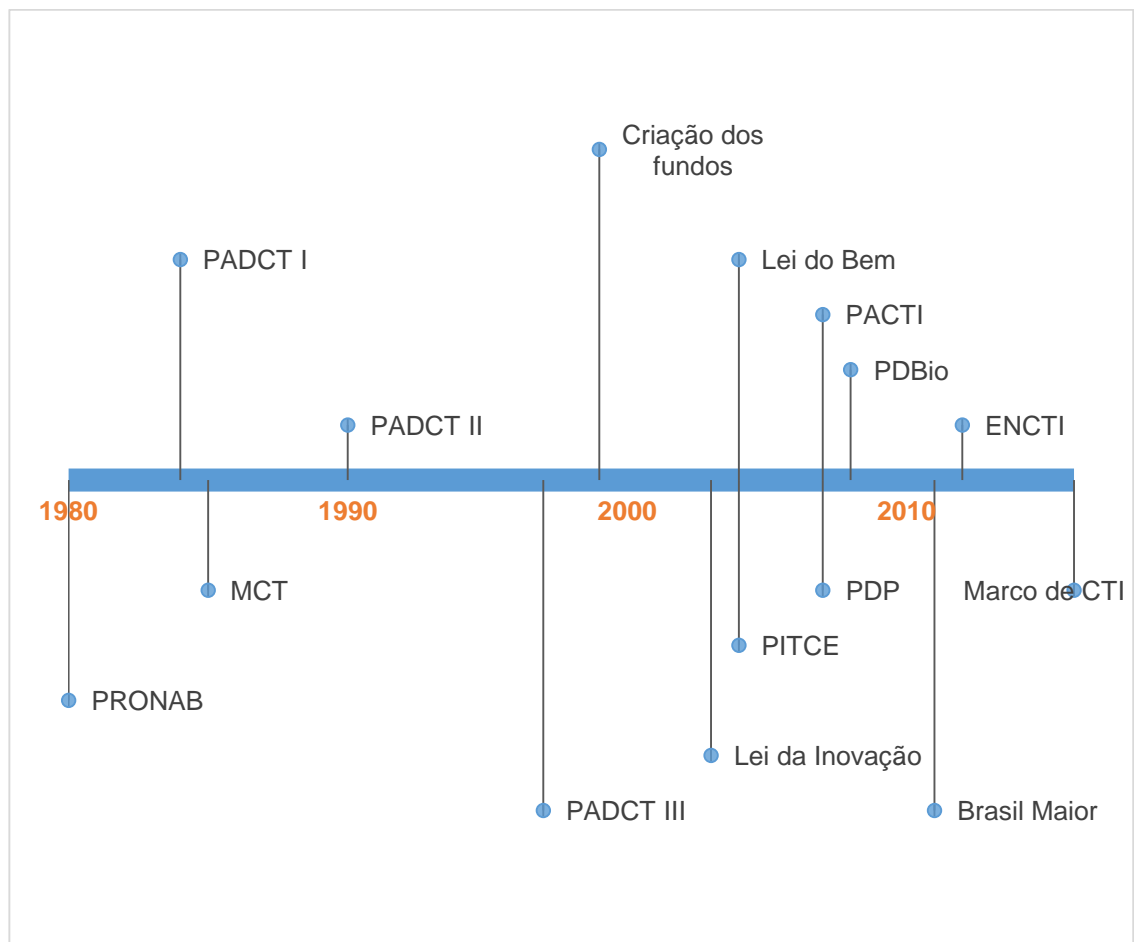
Tal estratégia passa a considerar a biotecnologia como área de fronteira para a inovação, colocando-a como setor estratégico portador de futuro, priorizando-a, junto com outras 7 áreas, no direcionamento do fomento em CTI.

As políticas governamentais para o desenvolvimento tecnológico e industrial, de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e do MCTI, também influenciam de maneira importante o desenvolvimento da biotecnologia, pois foram neles que o Brasil inaugurou a terceira fase dos incentivos à inovação no Brasil, também denominado “desenvolvimento pela inovação” (VIOTTI, 2008). Esses planos se materializaram em 3 diferentes programas de fomento: diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior -PITCE (2004), Política de Desenvolvimento Produtivo -PDP (2007), Plano Brasil Maior (2011).

A PITCE, primeiro plano de desenvolvimento industrial a reconhecer que o lugar da inovação é nas empresas (ARAÚJO, 2012), e sua primeira meta foi fortalecer a

inovação dentro das organizações privadas, assim como aumentar a exportação de alta tecnologia; outras metas viriam a ser a difusão de novas tecnologias na indústria, o aumento da produção na indústria e o desenvolvimento de alguns campos de pesquisa considerados estratégicos para o Brasil. Uma consequência natural de tal plano de fomento à indústria foi a elaboração do marco legal para a CTI. Ela foi o primeiro plano de desenvolvimento industrial a considerar a biotecnologia como uma área estratégica pelo governo brasileiro, sendo descrita como área portadora de futuro.

Figura 4. Políticas públicas que impactam o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir da literatura

O PDP foi o plano que sucedeu, em 2008, o PICTE. A inovação continuou sendo o pilar para o desenvolvimento, e seus objetivos estavam relacionados ao aumento da proporção do PIB em atividades de P&D, o aumento do número de patentes

depositadas por empresas brasileiras no Brasil (dobro) e no exterior (triplo). Porém, este plano coincide com o surgimento de uma crise econômica mundial, principal razão pela qual suas metas não foram atingidas. O PDP mantém a biotecnologia como e portadora de futuro, seguindo o plano antecessor.

O Plano Brasil Maior, por sua vez, foi um programa que buscou, ao mesmo tempo, apoiar e proteger o setor produtivo nacional (ARAÚJO, 2012). Primeiramente, um conjunto de medidas se caracteriza por aumentar a competitividade das indústrias, protegendo-as e evitando a “desindustrialização”. O outro conjunto de medidas envolve o desenvolvimento dos planos de desenvolvimento produtivo anteriormente lançados (PITCE e PDP), estipulando objetivos e metas que se referem à uma melhora no “investimento agregado, investimentos em P&D, agregação de valor industrial no Brasil, qualificação da mão de obra na indústria e uso mais eficiente da energia” (ARAÚJO, 2012, p.13).

3.3.2. Marco legal da Inovação

O PITCE, em 2003, traz com ele o marco-regulatório da inovação no Brasil contemporâneo, através da “Lei da Inovação” e “Lei do Bem”.

A lei 20.973 de 02/12/2004, também conhecida por “lei da Inovação”, foi regulamentada em 2005 pelo decreto 5.563 e cujo objetivo principal foi catalisar a transferência de conhecimentos do setor público para o setor privado, transformando-os em inovações tecnológicas. Além disso, ela forneceu o aparato institucional para que parcerias entre institutos de pesquisa e empresas pudessem ser realizadas, estabelecendo regras para a partilha dos ganhos econômicos. Recentemente, houve uma atualização do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, sancionado em janeiro de 2016, através da lei 13.243, de 11/01/2016, conhecida como “Novo Marco Legal de CTI”, mas que ainda carece de regulamentação. Entre os avanços aprovados, ressaltam-se o aumento das horas semanais permitidas aos professores de dedicação exclusiva que queiram realizar atividades fora da universidade, a possibilidade que esses trabalhem em empresas privadas, a permissão do compartilhamento da infraestrutura de ICTs com empresas privadas, a possibilidade de que institutos e fundações vinculadas às universidades públicas possam participar

como sócias minoritárias em empreendimentos, e desburocratização da compra, licitação e importação de insumos e produtos para P&D&I.

A lei do bem, de 2004, consolidou os instrumentos e políticas de incentivo à atividade de P&D no Brasil, fundamentando legalmente, por exemplo, as subvenções econômicas e incentivos fiscais, que hoje em dia abrangem todas as formas de inovação tecnológica (RAPINI, 2010).

Ambas possibilitaram institucionalizar os incentivos fiscais e não-fiscais em atividades de P&D no Brasil.

3.3.3. Fundos setoriais e FNDCT

Os fundos setoriais - FS são fundos específicos que investem em projetos de ICTs e projetos de parceria entre estas instituições e empresas. Eles são extremamente importantes pois aumentam as receitas destinadas a atividades de Ciência e tecnologia, além de garantirem recursos através de uma vinculação não orçamentária. Em 2001, através da lei 10.332 de 19 de dezembro, foi criado o fundo setorial de biotecnologia – CT-biotecnologia. Os seus recursos advêm de uma fração correspondente a 7,5% da contribuição de Intervenção do Domínio Econômico (CIDE). Seu objetivo é “incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro, por meio do financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico de interesse da área da biotecnologia e de recursos genéticos.” Além do CT-biotecnologia, também foram criados, no segundo governo Fernando Henrique Cardoso, outros 11 fundos setoriais vinculados ao MCTI. Dois fundos notoriamente tiveram participação no financiamento de projetos em biotecnologia, o Fundo do Agronegócio e o Fundo da Saúde, além do fundo transversal Verde e Amarelo, responsável pela interação Universidade-empresa (FREIRE, 2014).

Atualmente, existem 16 fundos setoriais que estão vinculados ao Fundo Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. O FNDCT foi criado pelo decreto de lei nº 719, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico através do aporte de recursos financeiros. Este fundo está associado ao fornecimento de apoio financeiro aos (1) Fundos de C&T e (2) ações de apoio à inovação nas empresas. As suas receitas advêm de diversas origens:

...recursos do tesouro Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), parcela da receita das empresas beneficiárias de incentivos fiscais, compensação financeira, direito de uso de infraestruturas e recursos naturais, licenças e autorizações, doações e operações de empréstimos, além de devoluções de recursos ao próprio FNDCT. (FINEP, 2016)

Esses fundos são geridos pela FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. A FINEP, foi criada em 1967 e seu objetivo principal era institucionalizar o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas, criado no ano de 1965. Em 12 de Novembro de 2007, amparada pela lei Nº 11.540, passou a exercer o papel de secretaria executiva do FNDCT, lançando mão de atividades de natureza técnica e administrativa com o objetivo de realizar a gestão do mesmo. Atualmente, a FINEP gere todos os fundos setoriais que estão vinculados ao FNDCT (FINEP, 2016).

3.3.4. Instituições de pesquisa e ensino em biotecnologia

As instituições públicas e departamentos governamentais que participaram diretamente do desenvolvimento da biotecnologia datam da época do império, quando Pedro II criou o Instituto agrônomo de Campinas (IAC), em 1887. Posteriormente, já na República, foi fundado em 1900 o Instituto Soroterápico Federal, cujo objetivo era a produção de vacinas e o controle da epidemia de peste bubônica. Em 1918, em homenagem ao célebre médico sanitariano que dirigiu o instituto, passou-se a se chamar Instituto Oswaldo Cruz (IOC), e em 1970 se transformou na Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, que se tornaria a mais importante instituição de Ciência e Tecnologia em Saúde da América Latina. Em 1927 foi criado o Instituto Biológico (IB) de São Paulo e em 1973, foi criado um dos institutos de pesquisa mais renomados do Brasil, a Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, voltada para o desenvolvimento tecnológico em agricultura e pecuária no Brasil (ASSAD, 2015).

A Escola Universitária livre de Manaus foi a primeira instituição criada pelo governo brasileiro que contava com cursos voltados para a biotecnologia. Com o tempo, outras universidades que colaboraram na formação e pesquisa na área de biotecnologia foram surgindo, como UFRJ, UFMG, Unicamp e USP, esta última,

ranqueada como a melhor universidade latino-americana de acordo com QS University Rankings: Latin America 2015.

Na última década, a pesquisa e formação em biotecnologia tem elevado seu patamar de maneira relevante, com destaque para as universidades públicas. Entre os anos 2000 e 2010, houve crescimento de 44% nos grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil e dentre os estudantes graduados em biotecnologia, quase 80% estudaram em universidades públicas. Dentro das linhas de pesquisa em biotecnologia moderna e biocombustíveis, somente 40% dos grupos de pesquisa interagem com o setor privado e aqueles que interagem, apresentam uma eficácia maior em termos de produção (SOUZA, 2012). A produção científica em biotecnologia moderna, traduzida em números de artigos publicados, também demonstram avanço, com crescimento de 17% a.a. entre 1994 e 2007 (FONSECA, 2009).

3.3.5. Empresas de biotecnologia no Brasil

Os agentes responsáveis pela elaboração de políticas para biotecnologia no Brasil diziam que, para elaborar esses planos, sentia-se falta de “...*saber quem somos, quanto somos... Esse é um dos problemas que a gente sabe que a gente tem*” (BIANCHI, 2012). Não se conhece exatamente o tamanho desse setor no Brasil, porém alguns estudos tentaram traçá-lo de maneira clara e com metodologia rigorosa (BIANCHI, 2013). Os estudos mais contundentes a realizarem o diagnóstico do setor de biotecnologia no Brasil foram “A Indústria de biociência Nacional”, da Fundação BIOMINAS em parceria com a PWC (2011) e o estudo “*Brazil Biotech Map 2011*”, da Associação brasileira de biotecnologia – BRBIOTEC. O estudo da BIOMINAS em parceria com a PWC, lançado em 2011, foi o último a ser divulgado de uma série que iniciou em 2001, e prosseguiu em 2004, 2007 e 2009. O estudo da BRBIOTEC valeu-se de uma metodologia apurada que também se baseou nos conceitos de biotecnologia e de áreas de atividade da OECD (2005).

Tabela 1. Setor privado de biotecnologia no Brasil

	BIOMINAS/PWC (2011)	BRBIOTEC(2011)
Empresas de biotecnologia		
	143 (271 de biociências). ⁵	237
Participação dos 4 estados mais representativos (%)		
SP	38	40,5
MG	30,6	24,5
RS	7,0	8
RJ	5,9	13,1
Área de atividade		
Saúde Humana	33,00	39,7
Agronegócio	31,00	24,0 (agricultura 9,7; saúde animal 14,3) ⁶
Porcentagem de empresas sem renda		
	19	20
Número de funcionários (%)		
1 a 10	53	45
10 a 50	34	40
Acima de 50	13	15
Longevidade (%)		
0 -5 anos	44	40
5 – 10 anos	29	23
Mais de 10 anos	27	37
Empresas que obtiveram recursos públicos (%)		
	69	78

Fonte: Biominas (2011) e BRBIOTEC (2011).

⁵Ressalta-se a diferença de conceitos, uma vez que empresas de biociências, no estudo citado, engloba todas as empresas que estão relacionadas às ciências da vida, inclusas nos mercados de saúde animal e humana, agricultura e meio-ambiente mas que não se enquadram nas categorias estabelecidas de biotecnologia (BIOMINAS, 2007)

⁶Em ambos os estudos, a classificação utilizada para área de atividade foi baseada na OECD (2005), com apenas algumas modificações em um e em outro. No caso do estudo da BIOMINAS/PWC, não há a categoria de processo industrial, e a categoria saúde animal está inclusa na categoria agronegócio.

O Brasil demonstra vocação para as áreas de saúde humana, animal e agricultura (BIOMINAS, 2011). Porém, no mesmo ano, 72% delas não possuíam renda anual ou a mesma não ultrapassava 1 milhão de reais, demonstrando que ainda são empresas nascentes. De certo modo, existe um avanço, quando comparado ao ano de 2008, onde esse número era de 68,9%. Uma pequena porcentagem dessas empresas possui longevidade maior que 15 anos (18%), sendo a maior parte constituída de empresas de 2 a 5 anos (38%).

Ressalta-se a importância que os recursos governamentais possuem nos gastos em P&D dessas empresas. Para 13% das empresas respondentes, eles representam 100% dos gastos em pesquisa e desenvolvimento, assim como, para 37%, os recursos governamentais representam mais de 50% dos gastos em P&D.

3.4. Conclusões do capítulo

A biotecnologia tradicional vem sendo utilizada há milênios pela humanidade, porém foi somente a partir da descoberta do DNA que foi possível inaugurar uma nova fase, denominada biotecnologia moderna, que hoje domina a fronteira do conhecimento. É consenso que a biotecnologia é uma tecnologia portadora do futuro e se caracteriza como uma janela de oportunidades para aqueles países que estão em processo de *catching-up*. Dentro do setor produtivo, a biotecnologia é considerada uma tecnologia de uso geral, ou seja, pode ser aplicada em variados setores da economia, e estas empresas com atividade biotecnológica são, por consequência, baseada em conhecimento. A fonte de conhecimento utilizada por essas empresas são provenientes principalmente de universidades e instituições de pesquisa públicas e o surgimento da indústria de biotecnologia no Estados Unidos está diretamente associada aos altos investimentos públicos realizados pelo governo americano. No Brasil, a biotecnologia é bastante contemplada nos planos de desenvolvimento industrial do governo Federal assim como nas estratégias nacionais do MCTI, sendo que as primeiras instituições de biotecnologia datam do fim do século XIX. O setor privado da biotecnologia no Brasil, assim como em outros países, é um dos atores concatenados em parcerias essenciais para a inovação nessa atividade, apresentando uma evolução notória na última década, com o aumento do número de

empresas de biotecnologia no Brasil. Porém, essas empresas ainda estão muito concentradas na Região Sudeste, especialmente no estado de São Paulo.

4. FINANCIAMENTO À INOVAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA: UMA AVALIAÇÃO DA ATUAÇÃO DA FINEP NO APORTE DE RECURSOS NÃO-REEMBOLSÁVEIS

Como concluído no capítulo passado, a biotecnologia é essencial para o desenvolvimento econômico e processo de *catching-up*, contando com uma atividade inovativa com alto índice de incerteza e risco e necessitando de instrumentos específicos de financiamento público à inovação que possam mitigar riscos para o setor privado. Esse capítulo tratará, então, das modalidades de financiamento à inovação no Brasil, reembolsáveis e não-reembolsáveis; em particular, recursos não-reembolsáveis da FINEP em projetos de biotecnologia. Em seguida, será realizada uma análise desses investimentos não-reembolsáveis, avaliando a atuação da FINEP no período 2007-2014 e dialogando com o referencial teórico abordado nos capítulos anteriores.

Na primeira seção, será feita uma revisão das modalidades de financiamento reembolsáveis e não-reembolsáveis à inovação no Brasil. Serão enfatizadas as modalidades realizadas pela FINEP, abordando todos os instrumentos de aportes não-reembolsáveis já realizados.

Na segunda sessão, será apresentada a metodologia utilizada para a análise dos dados obtidos junto à FINEP sobre os projetos selecionados e financiados por recursos não-reembolsáveis desde o seu lançamento até o ano de 2014, esclarecendo o método utilizado para a classificação por técnica, setor de aplicação e incerteza tecnológica.

Na terceira parte, uma apresentação de dados será feita, demonstrando e discutindo diversos aspectos dessas subvenções da FINEP no período estudado. Primeiro, se abordará o panorama geral das subvenções da FINEP durante o período, assim como uma análise histórica de aspectos relacionados a montante investido e setores priorizados. Em seguida, uma análise geral e histórica sobre a incerteza tecnológica destes projetos financiados será discutida.

4.1. Recursos reembolsáveis no Brasil

A FINEP, ao assumir o papel de secretaria executiva do FNDCT e dos respectivos fundos setoriais, passou a exercer expressiva importância no desembolso

de investimentos em CTI no Brasil, se consolidando como importante agente público no financiamento à inovação. Em consequência disso, a FINEP passou a oferecer linhas de créditos para custeio do processo inovativo dentro das empresas e um programa recente nesta linha é o Pró-Inovação. Os primeiros empréstimos foram realizados em 2003 e o valor mínimo a ser investido em cada projeto era R\$1 milhão, e as taxas de juros eram compostas de TJLP, acrescido do spread de 5%. Os requisitos para recebimento de tal linha de crédito estavam atrelados aos objetivos da PITCE, que orientou a criação do Programa e os recursos eram provenientes do Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT. Com o lançamento da PDP, o Programa Pró-inovação foi extinto, dando origem ao Programa Inova Brasil. O Inova Brasil foi criado com três linhas de investimentos, que se diferenciavam em relação ao prazo de financiamento e o tempo de carência e os seus fundos receberam aportes adicionais do BNDES à partir de 2011. Diferente do Pró-Inovação e do Inova Brasil, cuja arquitetura favorecia as médias e grandes empresas, foi criada, em 2006, uma terceira linha de investimentos, o Programa Juros Zero, que visava atingir pequenas empresas oferecendo empréstimos a taxas de juro nulas. Esse programa permaneceu ativo até 2011(VALLIM, 2014).

Da parte do BNDES, são oferecidas linhas de financiamento com temáticas específicas, como é o caso do Programa para o desenvolvimento da indústria Nacional de Software e Serviços Correlatos – Prosoft, Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica – Profarma e Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Plástico – Proplástico. O BNDES possui, também, uma linha transversal de financiamento à inovação, que hoje engloba antigos programas da mesma instituição, como Capital Inovador, Inovação Tecnológica e Inovação Produção. É possível financiar diversos itens, como maquinário, P&D, mão-de-obra e despesas com Propriedade Intelectual (BNDES, 2016).

Em decorrência do lançamento do Plano Brasil Maior, em 2011, foi criado o Programa Inova Empresa, cujo objetivo é ajudar na elevação da produtividade da economia e que impactou significativamente nos editais de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis à inovação. Para o Inova empresa, foram dotados R\$32,9 bilhões, divididos em áreas temáticas estratégicas para o Brasil: Aerodefesa, Agricultura, Energia, Petróleo, Saúde, Sustentabilidade, Telecomunicações e setor Sucroenergético e Sucroquímico (FINEP, 2016). Os editais de recursos à inovação são geridos pela FINEP e, muitas vezes, lançados de forma conjunta com o BNDES.

Os editais que contam com o aporte de recursos reembolsáveis são 11 no total, resumidos na tabela 02.

Tabela 2. Editais de recursos não-reembolsáveis do Plano Inova Empresa.

ANO	NOME	VALOR INVESTIDO
2011	PAISS INOVA	R\$1 bi
2012	INOVAPETRO	R\$ 3 bi
2013	INOVA ENERGIA	R\$ 3 bi
2013	Inova Agro	R\$5,7 bilhões
2013	Inova Saúde Fármacos	R\$ 1,3 bi
2013	Inova Saúde Equipamentos Médicos	R\$ 0,6 bi
2013	Inova Aerodefesa	R\$ 2,9 bi
2013	Inova Telecom	R\$ 1,5 bi
2013	Inova Sustentabilidade	R\$ 2 bi
2014	INOVAPETRO2	R\$3 bi
2014	PAISS 2 Inova	R\$1,48 bi

Elaboração própria. Fonte: FINEP (2016).

4.2. Recursos não-reembolsáveis no Brasil

O decreto 1.751 de 1995, seguindo as diretrizes do “Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias” (OMC, 1994), regulamenta o uso de subsídio pelo poder público, definindo, entre outros, os valores máximos a serem investidos em projetos e regulamentando tal prática. Posteriormente, a Lei da Inovação e seu decreto fundamentaram, dentro do marco legal da ciência, tecnologia e Inovação, a concessão de subvenções econômicas à Inovação.

O governo federal, através de seus agentes de fomento à inovação, notadamente o CNPq, CAPES e FINEP, concedem recursos não-reembolsáveis para

serem utilizados no processo de inovação tecnológica, seja no próprio desenvolvimento da tecnologia, sejam nas etapas concomitantes, como plano de negócio, análise de viabilidade, marketing, entre outros. Esses recursos são disponibilizados através de chamadas públicas com temática definida, onde projetos são avaliados com base em diferentes quesitos. Essas modalidades de financiamento se apresentam em diferentes formas, seja através do financiamento de bolsas e salários de pesquisadores, seja o aporte não-reembolsável em projetos de empresas privadas.

A FINEP tem se caracterizado como principal fornecedor de recursos não-reembolsáveis no país e todas as suas chamadas públicas para aportes não-reembolsáveis podem ser encontrados na tabela 3, e se divide em editais de subvenção econômica, subvenção a pesquisadores, editais de descentralização e editais de subvenção do plano Inova Empresa. O quadro apresenta também o total aportado em cada chamada pública.

Tabela 3. Chamadas públicas para recursos não-reembolsáveis lançados pela FINEP entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013.

ANO	NOME DO EDITAL	LIMITE TOTAL (MILHÕES R\$)
SUBVENÇÕES ECONÔMICAS		
2006	SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO 2006	300
2007	SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO 2007	450
2008	SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO 2008	450
2009	SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO 2009	450
2010	SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO 2010	500
2011	ENCOMENDA SUBVENÇÃO ECONÔMICA - PAISS	200
SUBVENÇÃO A PESQUISADORES		
2006	PROGRAMA PESQUISADOR NA EMPRESA	60
EDITAIS DE DESCENTRALIZAÇÃO		
2006	PROGRAMA PAPPE SUBVENÇÃO	150
2009	PROGRAMA PRIMEIRA EMPRESA INOVADORA	230
2010	PROGRAMA PAPPE INTEGRAÇÃO	100
SUBVENÇÕES ECONÔMICAS – INOVA EMPRESA		
2012	TECNOLOGIA ASSISTIVA	20

2012	INOVA PETRO	1500 ⁷
2013	TI MAIOR	60
2013	PRODUTOS OBTIDOS POR PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS	24
2013	CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E SANEAMENTO AMBIENTAL	30
2013	NANOTECNOLOGIA	30
2013	INOVA AERODEFESA	2400 ⁸
2013	INOVA SAÚDE BIOFÁRMACOS, FARMAQUÍMICOS E MEDICAMENTOS	175 ⁹
2013	INOVA SAÚDE EQUIPAMENTOS	1100 ¹⁰

Elaborado pelo autor.

4.2.1. Subvenções econômicas da FINEP

As subvenções econômicas da FINEP são aportes não-reembolsáveis em empresas com atividades ligadas à inovação tecnológica. O primeiro edital de subvenção foi lançado em 2006, denominado subvenção econômica à inovação, cujo limite máximo de gastos foi da ordem de R\$300 milhões. Após este, outros 18 editais se sucederam até final de 2013, cada um variando na temática e valor máximo de gastos em projetos. A maioria deles contempla temas relacionados à biotecnologia, seja especificamente, como o edital de 2013 “Subvenção Econômica à Inovação - Produtos obtidos por processos biotecnológicos - 01/2013”, ou outros editais que, pelo fato da biotecnologia ser multi-setorial, lançam mão de suas diferentes técnicas.

Os editais, até o ano de 2010, possuem temática geral, abrangendo diversos setores econômicos, como é o caso dos editais de Subvenção Econômica dos anos 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010. Nos critérios de seleção dentro dos editais, pode-se encontrar um maior detalhamento em relação às áreas contempladas, como no edital

⁷Soma das modalidades reembolsáveis e não-reembolsáveis concedidas pela FINEP.

⁸Idem.

⁹Idem.

¹⁰Idem.

de 2006, que contemplou: Semicondutores e software, Fármacos e medicamentos, bens de capital, adensamento tecnológico da cadeia aeroespacial, nanotecnologia, biotecnologia e biomassa/energias alternativas. Após a implementação do Plano Inova Empresa, em 2011, os editais passaram a ter temáticas específicas, como é o caso do edital tecnologias assistivas. Outros editais foram lançados ao longo de 2012 e 2013, como o inovapetro, TI maior, produtos obtidos por processos biotecnológicos, construção sustentável e saneamento ambiental, nanotecnologia, inova aerodefesa, inova saúde biofármacos, farmaquímicos e medicamentos e inova saúde equipamentos.

Os valores mínimos a serem investidos, pela FINEP, nos projetos variam de R\$300 mil (edital de subvenção de 2006) à R\$500 mil (2010). A contrapartida exigida da empresa depende do seu porte e região do Brasil, variando de 5% a 200% do valor total do projeto. Os editais dentro do programa Inova Empresa envolvem aporte mínimo de R\$700.000,00, porém exige contrapartida de R\$700.000,00 das empresas executoras, além de porcentagens em relação ao valor que excede essa quantia.

4.2.2. Editais de descentralização da FINEP

Os editais de descentralização visam a descentralização operacional de subvenções econômicas a Micro e Pequenas Empresas - MPEs, sendo que as instituições selecionadas deveriam mobilizar as instituições e organizações locais, formular chamadas públicas para a candidatura de MPEs e contratar e repassar os recursos (MORAES, 2008). Durante o período de 2006 à 2014, houve três editais de descentralização: PAPPE SUBVENÇÃO, PAPPE INTEGRAÇÃO e PRIME – Programa Primeira Empresa Inovadora.

O PAPPE SUBVENÇÃO, o primeiro do gênero, foi lançado em setembro de 2006, com o objetivo de que os agentes locais ponham, em prática, as ações horizontais e verticais estabelecidas na PITCE. O montante total oferecido foi de R\$150 milhões, tendo recebido, ao todo, 85 propostas.

O PAPPE 2010 tem, como objetivo, aumentar a capacidade competitiva de micro e pequenas empresas que estão em áreas periféricas do sistema produtivo, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (faturamento máximo de R\$ 240 mil/ano e R\$ 2,4 milhões/ano, respectivamente). O investimento se dá através do aporte de

recursos não-reembolsáveis em “projetos de desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos que auxiliem as empresas dessas regiões a ingressarem numa estratégia econômica vencedora por meio da ocupação de novos mercados”. (FINEP, 2016).

O PRIME - Programa Primeira Empresa Inovadora são subvenções econômicas a empresas nascentes (de até 24 meses) que possuem atividade altamente inovadora e elevado potencial de mercado. O edital foi lançado em 2009 e cada empresa foi agraciada com R\$120 mil para “custear recursos humanos qualificados e serviços de consultoria especializada em estudos de mercado, serviços jurídico, financeiro, certificação e custos, entre outros, durante 12 meses”.

4.2.3. Programa Pesquisador na empresa da FINEP

A terceira forma de subvenção, criado pelo artigo 21 da Lei nº 11.196/2005, tem como objetivo subvencionar a contratação de pesquisadores mestres e doutores em empresas para o desenvolvimento de novos produtos e/ou processos. Foi primeiramente lançado em 2006 através da Carta convite 03/2006 - Programa Subvenção Pesquisador na Empresa, sendo esta a única edição até o momento. Tal modalidade concede um valor máximo de R\$5.000,00/mês a pesquisadores com título de mestre e R\$7.000,00/mês àqueles com doutorado. Ao todo, 125 empresas foram pré-selecionadas, mas apenas 33 tiveram os seus contratos assinados, de acordo com as informações disponibilizadas pela FINEP até 2014¹¹.

4.2.4. Prêmio FINEP

Além das chamadas públicas realizadas pela FINEP, é divulgado, anualmente, “O prêmio FINEP de Inovação”. Sua primeira edição aconteceu em 1998, visando premiar e divulgar o esforço empreendido por empresas, organizações e pesquisadores brasileiros.

¹¹Dados obtidos a partir das informações disponibilizadas pela FINEP através da lei da Informação.

Existem diferentes categorias de premiação, como Micro e Pequena Empresa, Média Empresa e Grande Empresa, Instituição de Ciência e Tecnologia, Tecnologia Social, Inventor Inovador, Inovação Sustentável e Tecnologia Assistiva. Somente em 2014, foram oferecidos mais de 8 milhões em premiações para os primeiros colocados em cada categoria.

4.2.5. Risco nos projetos subvencionados pela FINEP

Muitas agências que fornecem recursos não-reembolsáveis ao redor do mundo utilizam, na sua seleção de projetos, o risco tecnológico como um dos critérios. A OSEO, Instituição do governo francês voltada para o apoio à inovação tecnológica utiliza, por exemplo, quatro categorias diferentes de risco tecnológico, apresentando níveis crescentes. Nestes programas, é importante ressaltar que o risco tecnológico é avaliado de acordo com o quão próximo os projetos estão do desenvolvimento de novos produtos; o nível de risco tecnológico é maior quanto mais próximo estiver do início do ciclo de inovação e menor quanto mais próximo do fim. Tal metodologia de classificação de riscos é bastante simplista, porém é aquela utilizada pela OMC (ANDRADE, 2009). É importante ressaltar que tal análise é “baseada nas regras dos programas e não em avaliações do risco de cada projeto apoiado. Não apenas é possível, como é de se esperar, que ocorra grande variação no risco tecnológico dos projetos efetivamente apoiados em cada programa.” (ANDRADE, 2009, p. 74).

Nos editais administrados pela FINEP, o nível de risco tecnológico não foi utilizado como critério de seleção¹² para projetos subvencionados até o ano de 2011. O fato da FINEP não levar em conta o risco tecnológico parece ser uma desvantagem da metodologia de seleção em relação a órgãos similares de outros países que fornecem recursos não-reembolsáveis, como o SBIR e OSEO (ANDRADE, 2009). A primeira vez que o risco tecnológico foi utilizado como critério de seleção de projetos foi o edital Subvenção Econômica à Inovação TECNOLOGIA ASSISTIVA (2012), onde possuiu peso 3. Este edital vem inaugurar as chamadas públicas lançadas após a implementação do Programa Inova Empresa.

¹² Como critério de seleção, considera-se um critério explícito no edital de seleção, o que não impede que o risco tecnológico tenha sido utilizado na seleção de maneira implícita.

O conceito de risco tecnológico utilizado pela FINEP é o mesmo do BNDES, parceiros na elaboração de muitos editais conjuntos do Inova empresa. O BNDES diz (2016):

...o risco tecnológico está associado ao estágio de desenvolvimento da tecnologia; quanto mais o produto estiver próximo de ser colocado no mercado, menor o risco tecnológico. Os projetos de maior grau de inovação e maior risco tecnológico deverão ser prioritários para recebimento de subvenção.

A utilização do risco tecnológico como critério de seleção se repete em todos os outros editais que se seguiram dentro do plano Inova Empresa, com pequenas variações no seu peso.

Os instrumentos de financiamento à inovação são, em geral, voltados à diminuição do risco tecnológico, uma vez que os aportes são utilizados para gastos em P&D, etapa do processo inovativo onde o risco tecnológico se manifesta de forma mais intensa (RAPINI, 2010). Isso pode ser observado nos editais de subvenções econômicas da FINEP, que explicitam, como itens financiáveis, “pessoal, material de consumo, serviços de terceiros [...], despesas de patenteamento, encargos diversos e despesas com obras de conservação e adaptação de bens imóveis, destinados ao desenvolvimento do projeto”. (Pág. 6, Chamada Pública FINEP SUBVENÇÃO ECONÔMICA À INOVAÇÃO - 01/2006). Desse modo, a redação de tais itens financiáveis não inclui o financiamento de outras atividades que estejam fora do desenvolvimento do projeto de inovação, ou seja, que busquem diminuir os outros tipos de riscos envolvidos, como o temporal, o de mercado, o de gestão e o financeiro. A mesma redação é dada aos editais de 2007, 2008 e 2009, que apresentam o mesmo critério para itens financiáveis.

O primeiro edital a efetivamente clarificar e mencionar atividades que estejam ligadas a outros riscos que não sejam o tecnológico é o edital de subvenção de 2010, que diz:

*A parcela do orçamento do projeto a ser subvencionada deve prever apenas despesas de custeio diretamente relacionados a pesquisa, desenvolvimento & inovação, tais como: pagamento de pessoal próprio alocado em atividades de P,D&I e respectivas obrigações patronais; contratação de pessoas físicas ou jurídicas para o desenvolvimento parcial do projeto(...) e **gastos para introdução pioneira do produto, processo ou serviço no mercado. Serão admitidas despesas relacionadas a atividades acessórias ao projeto (seleção e capacitação de fornecedores de insumos, gestão financeira e contábil do projeto, confecção de relatórios de prestação de contas, coordenação administrativa das equipes do projeto), desde que até 5% do valor total da proposta.** (Pág. 02, Chamada Pública FINEP - Subvenção Econômica à Inovação 01/2010, grifo nosso)*

Desse modo, ele prevê gastos para a introdução do produto no mercado que, apesar de pouco claro, colabora para mitigar o risco de insucesso da introdução do produto no mercado (risco comercial).

Esse edital também prevê gastos na gestão financeira e contábil do projeto, na coordenação administrativa das equipes do projeto e na seleção e capacitação de fornecedores de insumos (limitadas a 5% do valor do projeto). Como tais gastos só são realizados durante a etapa de desenvolvimento do projeto tecnológico, e não nas etapas posteriores, quando o produto já está no mercado, o risco financeiro e de gestão não são satisfatoriamente contemplados pelos editais.

Os editais subsequentes de subvenção econômicas, já pertencentes ao Inova Empresa, passam a incorporar essa mesma redação de itens financiáveis em seus editais, mas não em relação ao aporte da FINEP, e sim em relação às atividades que podem ser custeadas pela contrapartida da empresa executora.

4.3. Metodologia

Para o presente estudo, foram analisados todos os projetos selecionados através do lançamento de chamadas públicas da FINEP e cuja assinatura foi realizada entre janeiro de 2007 e dezembro de 2014. As informações sobre esses projetos foram

conseguidas através de demanda direta fundamentada na Lei da Informação ([12.527/2011](#))¹³. As modalidades de recursos não-reembolsáveis¹⁴ investigadas foram: subvenções econômicas, subvenções para pesquisador na empresa e prêmio FINEP¹⁵. Todos os editais que contemplaram projetos de biotecnologia, de acordo com dados da FINEP disponibilizados pela lei da informação, se encontram resumidos na figura 05.

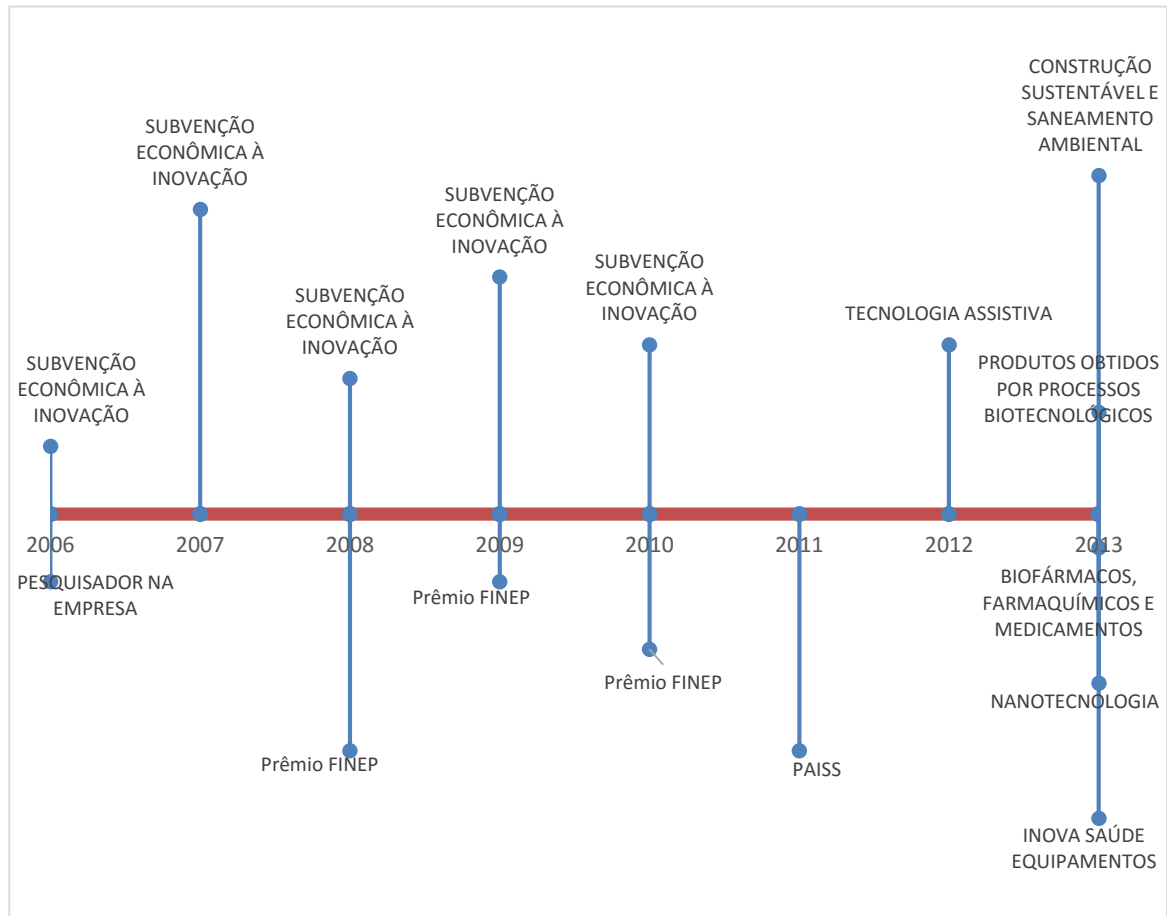
Após o recebimento dessas informações, prosseguiu-se um trabalho minucioso de classificação de todos os projetos em setores, técnica, subtécnica e incerteza tecnológica. As informações que foram levadas em conta para a classificação foram: (1) título do projeto constante na tabela fornecida pela FINEP. (2) Atividade da empresa que o executa, assim como suas linhas de pesquisas. (3) Descrição do projeto junto ao Sistema Integrado de Gestão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – SIGCTI. (4) *currículo lattes* dos pesquisadores responsáveis pelo projeto. No caso em que uma etapa não foi suficiente para a classificação do mesmo, utilizou-se a etapa posterior, conforme a ordem descrita.

¹³ A tabela recebida inclui diversas informações como: (1) título do projeto, (2) unidade Federativa onde se encontra a empresa contemplada, (3) município da empresa contemplada, (4) região geográfica, (5) Valor da subvenção aprovada, (6) Classe CNAE/Tema da Subvenção e (7) Seção CNAE/subtema da subvenção.

¹⁴ A definição de recursos não-reembolsáveis, para o presente estudo, cobrirá toda e qualquer forma de financiamento cujo aporte não deverá ser restituído à FINEP.

¹⁵ Os editais de descentralização, cujas entidades agraciadas são Fundações de Apoio à Pesquisa, não foram inclusos no trabalho, pois a metodologia de acesso às informações não permite rastrear e classificar corretamente o perfil desses investimentos, uma vez que são as FAPs selecionadas que fazem a seleção dos projetos à nível estadual.

Figura 5. Chamadas públicas de recursos não-reembolsáveis da FINEP que contemplaram projetos de biotecnologia



Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos através da lei da Informação.

4.3.1. Classificação por técnica e subtécnica

A classificação por técnica foi feita utilizando a metodologia de classificação adotada pela OECD (2005). Ao todo, 196 projetos foram classificados e as técnicas e subtécnicas são apresentadas na tabela 04.

As técnicas de CULTURA DE CÉLULAS E TECIDOS, DNA/RNA e NANOBIOLOGIA são integralmente compostas de subtécnicas da biotecnologia moderna, enquanto PROCESSAMENTO BIOLÓGICO e PROTEÍNAS E OUTRAS MOLÉCULAS apresentam algumas subtécnicas exclusivamente pertencentes à biotecnologia moderna e outras subtécnicas mistas¹⁶. Ao todo

¹⁶ Técnicas mistas se referem àquelas que incluem ambas as técnicas pertencentes à biotecnologia: moderna e clássica

observa-se que 97 projetos pertencem à subtécnicas da biotecnologia moderna e 99 projetos às subtécnicas mistas.

Tabela 4. técnicas e subtécnicas encontradas para a classificação dos projetos em biotecnologia financiados por recursos não-reembolsáveis da FINEP, 2007-2014.

TÉCNICA	SUBTÉCNICA ¹⁷	Nº DE PROJETOS
CULTURA DE CÉLULAS E TECIDOS	CULTURA DE CÉLULAS	18
	CULTURA DE TECIDOS	2
	ENGENHARIA DE TECIDOS	4
	HIBRIDOMA	5
DNA/RNA	ENGENHARIA GENÉTICA	12
	GENÔMICA	6
	OUTROS	5
	TECNOLOGIA ANTI-SENSO	1
NANOBIOTECNOLOGIA	DIAGNÓSTICO	1
	LIBERAÇÃO CONTROLADA	14
	NANOFABRICAÇÃO	11
	OUTROS	3
PROCESSAMENTO BIOLÓGICO	BIOPROCESSAMENTO	26
	BIOREATOR	12
	BIOREMEDIACAO	1
	OUTROS	2
PROTEÍNAS E OUTRAS MOLÉCULAS	ISOLAMENTO E PURIFICAÇÃO	48
	OUTROS	10
	ENGENHARIA DE PROTEÍNAS	2
	PROTEÔMICA	13
TOTAL		196

¹⁷A definição de “biotecnologia moderna” e “biotecnologia clássica” utilizada foi aquela compreendida no segundo capítulo da presente dissertação (FONSECA, 2009; SILVEIRA, 2001). (Os dados em cinza escuro indicam as subtécnicas pertencentes à biotecnologia moderna e, em cinza claro, aquelas que englobam biotecnologia moderna e clássica).

Elaborado pelo autor. Fonte: FINEP

Cabe analisar um pouco mais profundamente a técnica de processamento biológico, cujas subtécnicas são todas mistas. Essa técnica é voltada para a utilização de seres vivos, particularmente os micro-organismos, para a obtenção ou transformação de insumos. A diferença entre a escolha por biotecnologia moderna ou biotecnologia clássica reside no micro-organismo utilizado, pois se ele é utilizado na sua forma natural, pertenceria à biotecnologia clássica; caso tenha ocorrido melhoramento genético de tais micro-organismos, tal técnica seria caracterizada como biotecnologia moderna.

4.3.2. Classificação por setor de aplicação

Para classificar os projetos em setores de aplicação da biotecnologia, utilizou-se como referência a classificação da OECD (2005). *A priori*, selecionaram-se os projetos que haviam anteriormente sido classificados pela técnica biotecnológica e só depois foi realizada a classificação por setor. Isso evita que um projeto seja classificado dentro de um setor de aplicação da biotecnologia sem que, contudo, tenha utilizado uma técnica biotecnológica.

É sabido que um projeto pode, muitas vezes, estar incluso em dois ou mais setores, uma vez que a biotecnologia é uma tecnologia transversal. Porém, a metodologia proposta não permite a classificação de um mesmo projeto em diferentes setores. Para se resolver esse impasse, durante a classificação do projeto por setor de aplicação, considerou-se apenas o uso de tal inovação para a empresa que o desenvolveu, e não para qualquer empresa do mercado. Isso possibilitou que nenhuma ambiguidade de classificação por setor existisse.

Um exemplo de projeto que poderia causar confusão quanto à sua classificação seria “Desenvolvimento e Produção de uma Enzima Usada como Intermediária na Síntese de Fármacos”. Nestes caso, apesar do produto ser utilizado para o setor de saúde humana, pois está relacionado à produção de uma enzima que será utilizada

na síntese de um fármaco de uso humano, a tecnologia em si se refere apenas a um processo de produção de tal enzima através das técnicas de DNA recombinante, não sendo estipulado, pela própria empresa, o seu uso para a síntese efetiva de fármacos. Desse modo, ele é melhor classificado dentro do setor de processos industriais.

4.3.3. Classificação por incerteza tecnológica

Para a classificação dos projetos quanto ao nível de incerteza tecnológica, baseou-se nos graus de incerteza de Freeman e Soete (1997), conforme quadro 01 no capítulo 2.

A partir do esforço de se categorizar os projetos de biotecnologias nos diferentes níveis de incerteza, elaborou-se o quadro 04, gerando uma metodologia replicável de classificação de biotecnologias de acordo com sua incerteza tecnológica. Nele, as tecnologias receberam denominação genérica, sem especificar os detalhes. A importância dessa generalização consiste em padronizar a avaliação e diminuir, ao máximo possível, a subjetividade da classificação. Além disso, essa é uma tentativa de avaliar os projetos de acordo com sua incerteza tecnológica, tão e somente, não levando em conta outros aspectos como: potencial de mercado, importância econômica e social, dentro outros.

Para o desenvolvimento de um produto ou processo, é possível que várias tecnologias sejam necessárias e desenvolvidas, cada uma delas possuindo sua própria incerteza. Em razão disso, para a classificação, considerou-se apenas a maior incerteza observada dentre essas tecnologias.

É importante ressaltar que tal tabela foi confeccionada baseando-se apenas nas técnicas da biotecnologia, ou seja, à partir da experiência de projetos de P&D deste setor financiados pela FINEP.

Não foi observado, nesta análise, nenhum projeto com incerteza real, ou seja, o nível mais alto. Isso pode ser explicado pelo fato de que esse nível compreende projetos de pesquisa básica, que são subsidiados por outras formas de incentivo por parte do governo, uma vez que, por tais pesquisas não terem um objetivo prático claro, não são financiadas por editais de subvenção. Os editais de recursos não-

reembolsáveis priorizam, de maneira clara, a “execução de projetos de desenvolvimento científico e tecnológico” realizados nas empresas.

Devido a fatores subjetivos, comentários e esclarecimentos são necessários quanto ao porquê de tais tecnologias terem sido posicionadas em seus respectivos níveis, mesmo que baseados em uma classificação amplamente discutida na literatura. Tal metodologia é nova e passível de revisão futura pelo autor ou outros pesquisadores.

Quadro 4. Nível de incerteza tecnológica em biotecnologia

Nível de incerteza	Tecnologia
Real	-
Muito alta	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de fármaco, tratamento, etc. a partir de novos princípios ativos para humanos; • Prospecção de novos seres vivos, genes, biomarcadores, epítomos, princípios ativos, moléculas para uso humano;
Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Prospecção de seres vivos, genes e moléculas para uso não-humano • Nova formulação de um princípio ativo já conhecido para humanos; • Desenvolvimento de anticorpos e aptâmeros de antígenos conhecidos (uso humano); • Novo processo biotecnológico para obtenção de insumos; • Liberação controlada através de nanoestruturas (uso humano)
Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Novas plantas geneticamente modificadas (OGM) e não geneticamente modificadas; • Nova formulação de um princípio ativo já conhecido (uso não humano); • Desenvolvimento de kit com epítipo e/ou marcador já conhecido; Liberação controlada através de nanoestruturas (uso não humano); • Desenvolvimento de inoculantes para agricultura;
Baixa	<ul style="list-style-type: none"> • Escalonamento de processos;

	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas recombinantes (sem busca por novas proteínas); • Nacionalização de produtos ou processos;
Muito baixa	<ul style="list-style-type: none"> • Micro propagação de plantas com técnicas clássicas; • Utilização de processos biotecnológicos já bem estabelecidos para fins de seleção de espécime;

Elaborado pelo autor à partir de Freeman e Soete (1997) e dados da FINEP.

À seguir é detalhada as técnicas de acordo com cada grau de incerteza.

Incerteza muito baixa

- Micropropagação de plantas com técnicas clássicas - As plantas que são geradas por micropropagação adotam um processo que já é bem estabelecido no estado da técnica, ou seja, os projetos cujo objetivo principal é a micropropagação de plantas são considerados de baixa incerteza pois são a replicação tardia de um processo já bem estabelecido.

- Utilização de processos biotecnológicos já bem estabelecidos para fins de seleção de espécime – Este processo já é bastante utilizado e descrito na literatura, e a sua utilização se caracteriza como adoção tardia de um processo bem estabelecido.

Incerteza baixa:

- Escalonamento de processos – A inovação, neste tipo de projeto, reside na adequação de um processo já existente a uma produção em larga

escala. Considera-se então que o escalonamento, por si só, é apenas a modificação de um processo já existente.

- Proteínas recombinantes – A engenharia genética já é uma técnica bem estabelecida dentro da biotecnologia. Dessa maneira, se o projeto não envolve a busca de novas proteínas ou epítomos, etapa considerada de incerteza muito alta, então o projeto está relacionado apenas à modificação de um processo existente, ou seja, envolve baixa incerteza.

- Nacionalização de produtos ou processos – O produto e/ou processo a ser nacionalizado já existe em mercados internacionais, o que diminui consideravelmente a incerteza tecnológica, uma vez que a tecnologia já se provou efetiva. Desse modo, ela seria uma imitação de processos e produtos já existentes.

Incerteza moderada:

- Novas plantas geneticamente modificadas e não geneticamente modificadas - a técnica de engenharia genética para geração de plantas geneticamente modificadas já é bem estabelecida, assim como as técnicas clássicas de seleção e hibridização para plantas não geneticamente modificadas. O que se tem aqui de inovador, então, é um novo cultivar de uma espécie já conhecida. Considera-se então como a nova geração de um produto já estabelecido envolvendo incerteza moderada.

- Nova formulação de um princípio ativo já conhecido (uso não humano) – Como o princípio ativo já é de conhecimento, então a inovação consiste apenas em uma nova formulação de um fármaco já existente, ou seja, nova geração de produto já estabelecido.

- Desenvolvimento de kit com epítipo e/ou marcador já definido – A etapa de maior incerteza tecnológica neste tipo de inovação, a busca pelo epítipo ou marcador genético, já foi realizada. O que se desenvolve então é uma nova geração de sondas e métodos de identificação para aquela região genômica específica, caracterizando-se como uma nova geração de produto.
- Liberação controlada através de nanoestruturas (uso não humano) – A utilização de nanoestruturas para a liberação controlada de drogas consiste em uma nova forma de liberação para um fármaco ou princípio ativo já conhecido. Desse modo, é considerado como uma nova geração de um produto já conhecido.
- Desenvolvimento de inoculantes para agricultura - O desenvolvimento de novos inoculantes envolve diversas técnicas, como cultivo de células, novas formulações, entre outras. Desse modo, ele se caracteriza como uma nova geração de um produto já estabelecido (incerteza moderada), pois os inoculantes já são conhecidos pelos seus efeitos, porém não na formulação desenvolvida pelo projeto.

Incerteza alta:

- Prospecção de seres vivos, genes e moléculas para uso não-humano – Os resultados de uma prospecção de seres vivos ou partes (como moléculas ou região genômicas) são desconhecidos e podem resultar em descobertas inusitadas e inovações relevantes, caracterizadas pelo nível de incerteza alta (Freeman e Soete, 1997). Neste caso específico, em que o uso não é humano, o nível de incerteza é menor, pois não necessita passar pelos trâmites da legislação sanitária.
- Nova formulação de um princípio ativo já conhecido para uso

humano – Neste caso, ao contrário de novas formulações com princípio ativo para uso não humano (categorizado como incerteza moderada), a inovação é considerada relevante pois se trata de um novo produto para o ser humano, ou seja, as etapas de aprovação junto à legislação vigente envolvem uma incerteza adicional considerável.

- Desenvolvimento de anticorpos e aptâmeros a partir de antígenos já conhecidos (uso humano) – assim como novas formulações de um princípio ativo, novos anticorpos ou aptâmeros também são considerados relevantes pois são novos produtos a serem utilizados no ser humano, devendo passar pela aprovação rígida de órgãos fiscalizadores, gerando incerteza adicional quanto à tecnologia;

- Liberação controlada através de nanoestruturas (uso humano) – A utilização de nanoestruturas para a liberação controlada de drogas consiste em uma nova forma de liberação para um fármaco ou princípio ativo já conhecido. Porém, como o seu uso é humano, existe uma incerteza adicional devido às questões sanitárias dos órgãos fiscalizadores e sanitários. Desse modo, ela é considerada um produto novo e relevante.

- Novo processo biotecnológico para obtenção de insumos- o desenvolvimento de um novo bioprocessos para a produção de insumos, tais quais biomoléculas, biocombustível, entre outros, envolve um processo totalmente novo, sendo considerado como uma inovação relevante para a área em que é desenvolvida e, conseqüentemente, caracterizado por incerteza alta.

Incerteza muito alta:

- Desenvolvimento de fármaco, tratamento, etc. a partir de novos princípios ativos para humanos – Para o desenvolvimento de um novo fármaco

ou tratamento para o homem a partir de novos princípios ativos, é necessário, além do desenvolvimento da formulação em si, realizar a prospecção do princípio ativo, passo inovativo com grau de incerteza muito alto. Desse modo, o desenvolvimento do fármaco em si não seria o passo de maior incerteza.

- Prospecção de novos seres vivos, biomarcadores, epítomos, princípios ativos, moléculas para uso humano - considera-se que é uma inovação relevante, pois abre a possibilidade para novos fármacos, marcadores moleculares, kit diagnóstico, entre outros. O nível de incerteza em relação à prospecção para uso não humano é maior, pois envolve a aprovação de acordo com a legislação sanitária. Desse modo, tal invenção é considerada como radical.

4.4. Análise do aporte de recursos não-reembolsáveis pela FINEP em biotecnologia 2007-2014

O objetivo dessa seção é entender como os recursos não-reembolsáveis da FINEP foram investidos em biotecnologia desde o ano 2007 até 2014. Essa análise fará uma tentativa de traçar o panorama desses investimentos em uma perspectiva histórica e compreendê-los à luz dos fundamentos teóricos discutidos no capítulo 2, 3 e 4.

Entre o lançamento dos editais e o momento em que realmente ocorre o aporte de recursos na empresa executora dos projetos selecionados (assinatura do projeto), normalmente há um período de tempo bastante longo¹⁸. Desse modo, para a variável tempo de cada análise, considerou-se ano de assinatura do projeto, pois é nessa data que o recurso é verdadeiramente liberado pela FINEP, e não o ano de lançamento do edital. Isso diminui o viés relacionado à desvalorização do montante nominal investido, além de retratar de maneira mais realista o dispêndio de recursos ao longo dos anos.

¹⁸ Como exemplo: no caso de projetos do edital de 2006 de pesquisadores na empresa, o aporte só foi realizado no ano de 2008.

Desse modo, consideraremos que o período de análise do estudo será 2007-2014, pois são os anos que compreendem a assinatura dos projetos selecionados nos editais de 2006 a 2013.

4.4.1. Panorama das subvenções econômicas da FINEP entre 2007-2014

Os investimentos totais em subvenções da FINEP durante o período estudado foi de aproximadamente R\$1,75 bilhões¹⁹ (tabela 05). O valor correspondente aos investimentos em projetos de biotecnologia foi de aproximadamente R\$ 355 milhões, pouco mais de 20% do total. Ao todo, 196 projetos de biotecnologia foram contemplados, representando pouco mais de 19% do total de projetos (1.026).

Tabela 5. Valor total de recursos não-reembolsáveis e número de projetos contemplados em Biotecnologia e demais setores (R\$ mil, valores de 2007)

Setor	Nº projetos	% ²⁰	Montante total (R\$ mil)	% ²¹
Biotecnologia	196	19,1	354828	20,2
Outros	830	80,9	1398386	79,8
Total parcial	1026	100,0	1753215	100,0
Descentralização			433663	
Total geral			2186878	

Elaboração do autor baseado em dados da FINEP.

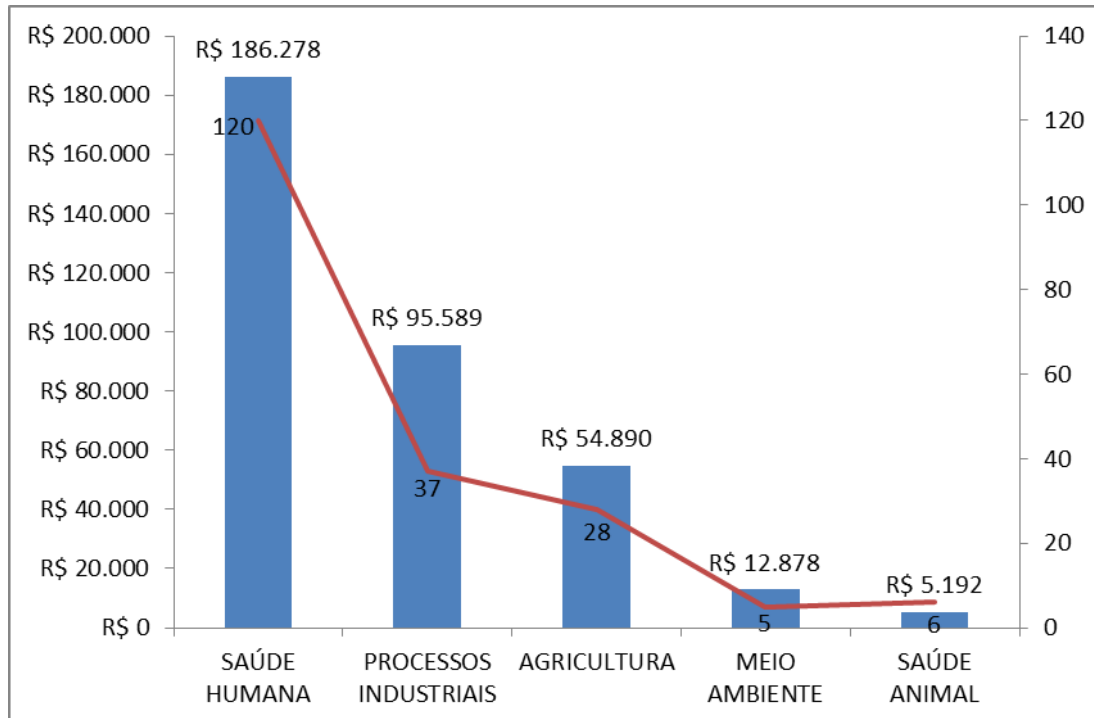
¹⁹ Considerando-se os editais de descentralização, os recursos atingem o valor de \$2,2 bilhões.

²⁰ Número de projetos subvencionados em relação ao número de projetos totais.

²¹ Aporte de recursos não-reembolsáveis em relação aos recursos não-reembolsáveis totais.

Em relação aos aportes realizados em subsídios concedidos a cada setor de aplicação dentro da biotecnologia, pode-se observar uma predominância dos investimentos em saúde humana, R\$186 milhões e em processos industriais, R\$96 milhões (gráfico 01). Esses valores correspondem a 52,5% e 26,9% dos investimentos totais em biotecnologia, respectivamente. Essa concentração de investimentos coincide com a atividade das empresas de biotecnologia e biociências do Brasil, das quais 33% de acordo com a BIOMINAS (2011) e 39,7% (BRBIOTEC, 2011) se declaram empresas do setor de Saúde Humana. Esse setor, sendo o mais desenvolvido entre as empresas de biotecnologia existentes no país, parece ser o mais capaz de propor e executar projetos de inovação, recebendo mais da metade dos recursos não-reembolsáveis.

Gráfico 1. Recursos não-reembolsáveis concedidos pela FINEP no período 2007-2014 por setor de aplicação da biotecnologia. (R\$ mil, valores de 2007)



Fonte: Elaboração própria à partir da FINEP.

Os investimentos da FINEP se encontram concentrados em regiões tradicionalmente avançadas na indústria da biotecnologia, como a região sudeste,

destacando-se o estado de São Paulo que, por si só, recebeu 55,45% dos recursos não-reembolsáveis em biotecnologia (tabela 6). Outros estados que se destacam são Minas Gerais (9,65%), Rio Grande do Sul (7,96%) e Rio de Janeiro (5,63%). Cabe mencionar que 11 estados brasileiros não foram contemplados com nenhuma subvenção.

Os montantes totais das subvenções investidas por unidade federativa mostram concordância com os estudos do setor de biociências e biotecnologia da BIOMINAS (2011) e BRBIOTEC (2011), evidenciando que os estados brasileiros que apresentam o maior número de empresas de biociências são exatamente aqueles que receberam maior montante em projetos subvencionados, na mesma ordem: São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, e Rio de Janeiro. Destaca-se aqui a alta proporção de subvenções em somente um estado somente - São Paulo – que surpreende mesmo que tal estado seja o maior detentor de empresas de biociências do Brasil, possuindo cerca de 40% das mesmas.

Tabela 6. Valor total de recursos não-reembolsáveis da FINEP no período 2007/2014 em biotecnologia por unidade federativa. (R\$ mil, valores de 2007)

UF	Aporte de recursos não-reembolsáveis	%
SP	196738	55,45%
MG	34249	9,65%
RS	28227	7,96%
RJ	19989	5,63%
PR	15386	4,34%
CE	12942	3,65%
BA	11269	3,18%
GO	10124	2,85%
SC	7163	2,02%
RR	6329	1,78%
RN	4923	1,39%
DF	3198	0,90%
PE	2135	0,60%
AM	1583	0,45%

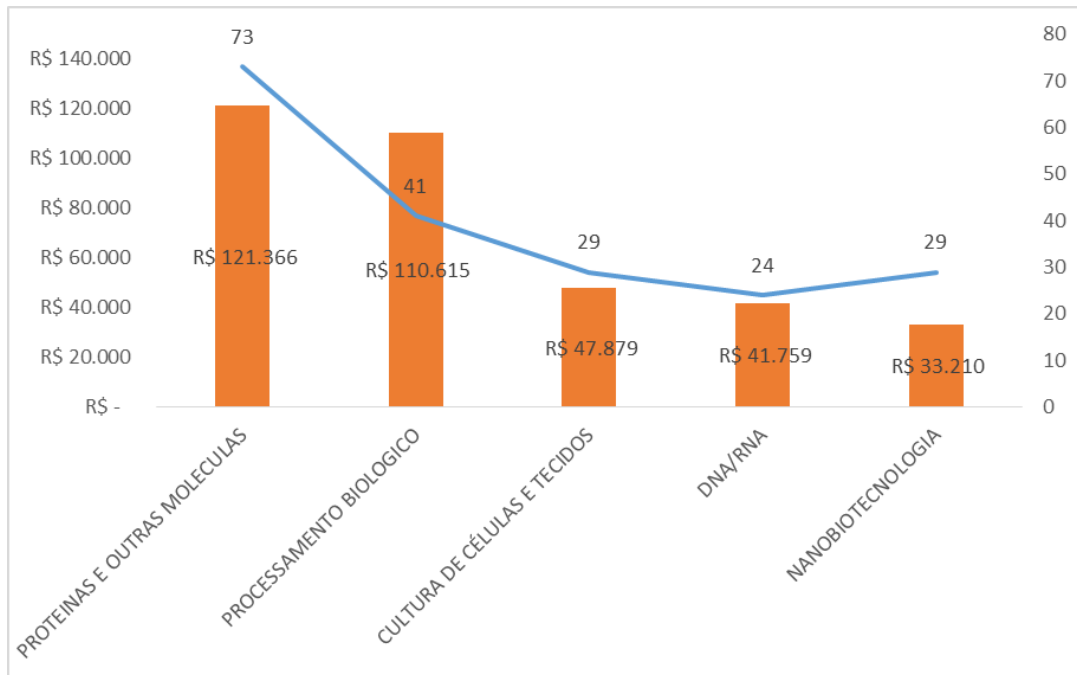
ES	471	0,13%
PI	102	0,03%
Total	354828	100,00%

Elaborado pelo autor a partir de dados da FINEP.

É necessário ressaltar que o único edital que apresenta diretrizes que visam distribuir mais igualmente os projetos de inovação entre diferentes regiões e estados do Brasil, dedicando percentuais específicos para estados periféricos em termos de atividade inovativa, é o edital de subvenção Pesquisador na Empresa de 2006. De acordo com o edital: “Destes recursos, no mínimo 30% deverão ser aplicados em empresas, cujos projetos estejam situados nas áreas de atuação das extintas SUDAM e SUDENE” (pág. 3). Outros editais que também contêm tal particularidade são os editais de descentralização, não considerados para o presente estudo.

Quanto ao aporte de recursos não-reembolsáveis de acordo com a técnica biotecnológica, aquela que recebeu mais recursos foi a de “Proteínas e outras moléculas” (gráfico 2). Esta técnica está intimamente relacionada com o setor de aplicação de Saúde Humana, sendo utilizada em 51,6% dos projetos do setor. Isso explicaria o seu predomínio em relação às outras técnicas.

Gráfico 2. Recursos não-reembolsáveis investidos pela FINEP no período 2007-2014 em biotecnologia por técnica (R\$ mil, valores de 2007).



Fonte: Elaboração própria à partir da FINEP.

As 3 técnicas com menos projetos subvencionados – “cultura de célula e tecidos”, “DNA/RNA” e nanobiotecnologia são justamente aquelas integralmente dominadas pela biotecnologia moderna, localizadas na fronteira do conhecimento e dominadas pelos países de economia central. É necessário reforçar que, para propor projetos na fronteira do conhecimento, e posteriormente executá-los, é necessário a existência de empresas que façam pesquisa internamente e que possuam no seu entorno uma infraestrutura adequada à inovação tecnológica. É mais que natural que o amadurecimento do SNI leva a um expertise maior nas empresas, que serão capazes de conduzir mais projetos na fronteira do conhecimento.

Do total de empresas agraciadas com subvenções em biotecnologia no período estudado, 24,6% (34) tiveram mais de um projeto selecionado. Estas empresas receberam, conjuntamente, mais da metade do montante total das subvenções (R\$214 milhões). Destaca-se, dos grupos de empresas que receberam várias

subvenções do governo federal, a empresa Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda, com um total de 9 projetos ao longo do período 2007-2014 e montante total no valor de R\$35 milhões. Esses financiamentos podem ter sido essenciais para que a empresa entrasse no paradigma tecnológico da biotecnologia em detrimento à sua atividade de seguidora na indústria farmacêutica.

Tabela 7. Empresas que foram agraciadas por mais de uma vez por subvenções na FINEP (R\$ mil, valores de 2007).

	N° de empresas		Aporte de recursos não-reembolsáveis	
Agraciadas somente 1 vez	104	75,4%	R\$176.907	49,9%
Agraciadas > 1 vez	34	24,6%	R\$177.921	50,1%
Total Geral	138			

Elaborado pelo autor a partir de dados da FINEP.

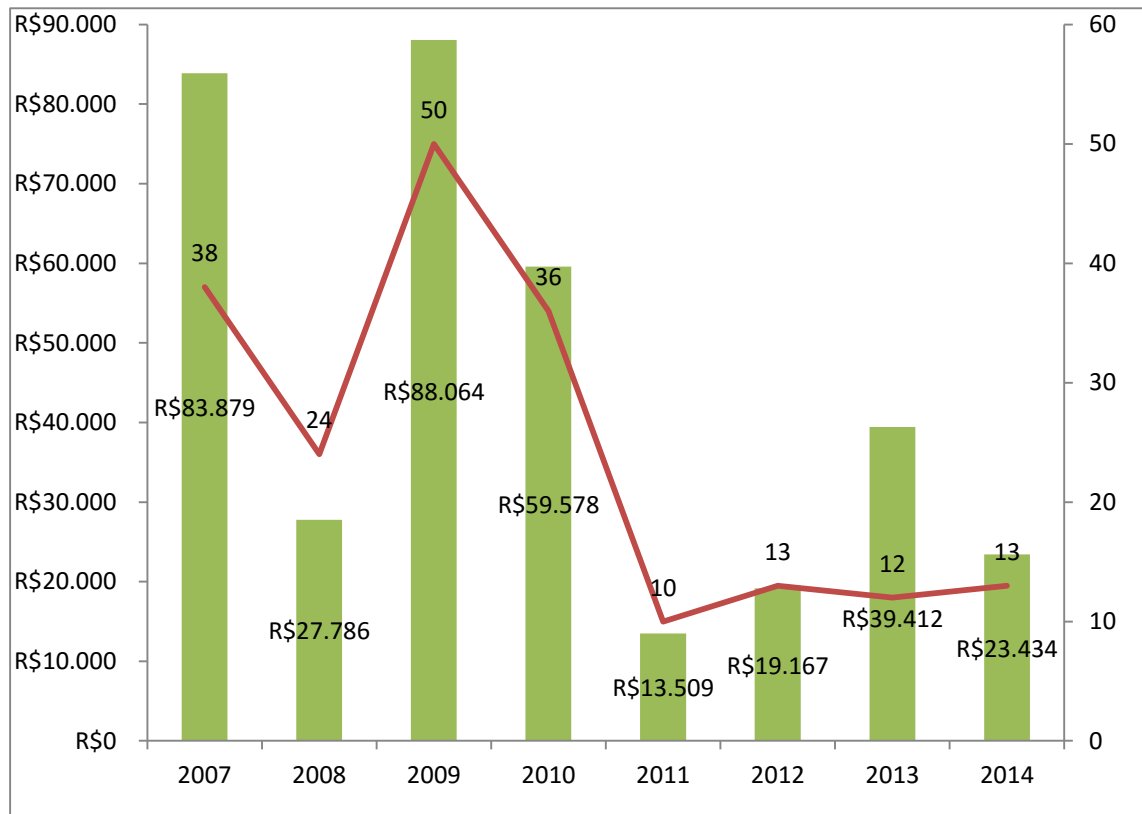
4.4.2. Análise temporal

O aporte de recursos não-reembolsáveis em biotecnologia apresentou oscilação ao longo do período estudado. O ano com menor número de projetos foi 2011, com 10 projetos assinados, e o ápice foi 2009, com 50 assinaturas. Os valores absolutos em subvenções em biotecnologia mostraram patamares maiores entre os anos de 2007 e 2010, apesar da flutuação nos valores ao longo dos anos (tabela 08).

O montante total de recursos não-reembolsáveis investidos em projetos de biotecnologia apresentou ápice do ano de 2009, com quase R\$90 milhões. Tais projetos foram contratados no supracitado ano, porém foram selecionados em um edital anterior a essa data – o Edital de Subvenção Econômica de 2008. Isso explicaria

o porquê da crise mundial que se instaurou em 2008 e 2009 não ter afetado imediatamente tais investimentos por parte do governo.

Gráfico 3. Número de projetos assinados e valor total de recursos não-reembolsáveis investidos em biotecnologia pela FINEP, 2007-2014 (R\$ mil, valores de 2007).

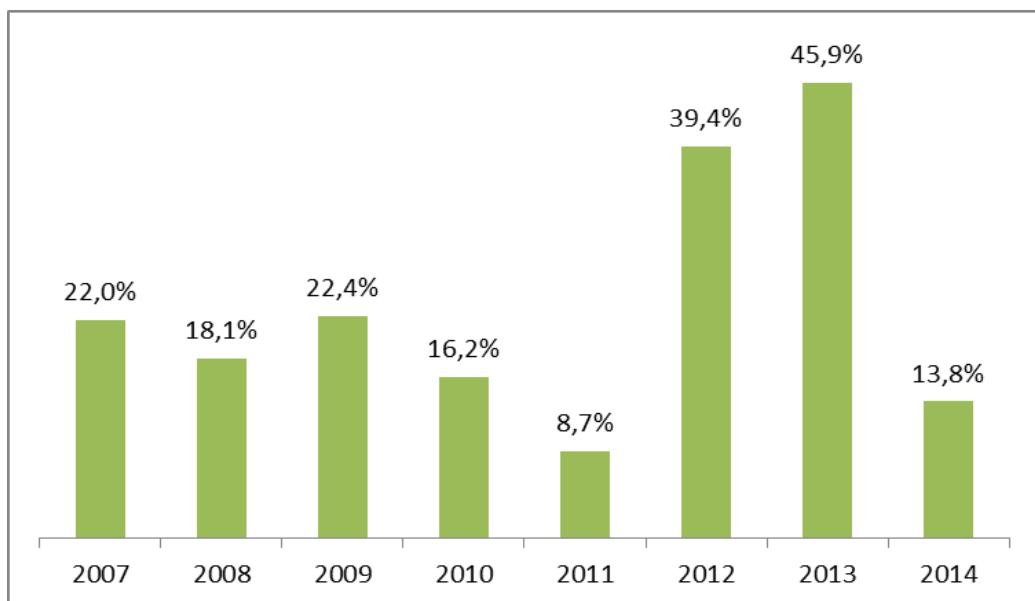


Fonte: Elaboração própria.

Os efeitos se pronunciam de maneira mais acentuada nos anos 2011 e 2012, onde houve uma diminuição relevante nos recursos não-reembolsáveis investidos em biotecnologia. Isso se deve à ausência de editais de subvenção no ano de 2011, sendo que os projetos assinados nesses dois anos correspondem a projetos selecionados apenas no edital de subvenção de 2010. O único edital lançado em 2011, PAISS, não contemplou nenhum projeto em 2011 ou 2012. A ausência de editais lançados em 2011 pode ser devida à mudança na política de desenvolvimento industrial, advindas da mudança de governo central, em 2010, ou de mudanças no plano de investimento em inovação, materializados no plano Inova Empresa (2012). Pode-se perceber uma retomada de investimentos em 2013, com o lançamento dos editais do Inova Empresa, mas não nos mesmos patamares realizados pré-2011.

Os investimentos relativos²², no entanto, apresentaram certa tendência ao longo dos anos. Houve uma tendência de baixa até o ano de 2011 e, repentinamente, esses investimentos relativos são elevados nos anos de 2012 e 2013. Isso pode ser explicado pelo lançamento da ENCTI, em 2012, que colocou a biotecnologia como setor estratégico para o futuro e o lançamento do plano Inova Empresa (2012) que, em conformidade com isso, incluiu a biotecnologia como área estratégica, lançando editais temáticos que favoreceram a seleção de projetos dessa área, como: tecnologia assistiva, de 2012, e produtos obtidos por processos biotecnológicos, construção sustentável e saneamento ambiental e inova saúde biofármacos, farmaquímicos e medicamentos, de 2013. Observa-se o aumento relativo dos investimentos em biotecnologia quando os primeiros projetos contemplados por esses editais passam a ser assinados.

Gráfico 4. Porcentagem dos recursos da FINEP concedidos a projetos de biotecnologia, sobre o total concedido em recursos não-reembolsáveis, 2007-2014.

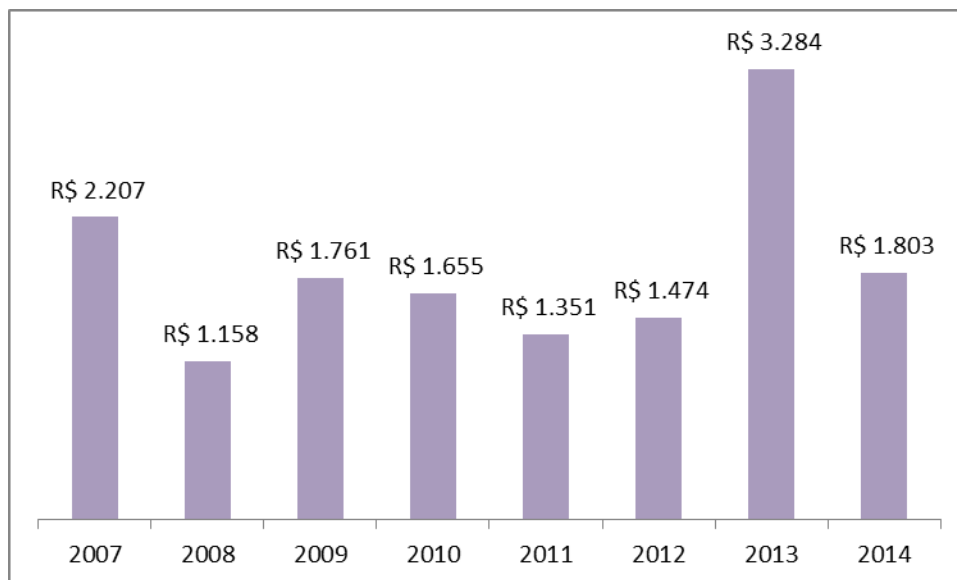


Elaboração própria

²² Aporte de recursos não-reembolsáveis em biotecnologia em relação ao total de recursos não-reembolsáveis concedidos.

Um outro aspecto relevante a ser levantado é a brusca diferença de valores investidos por projeto. De 2008 até 2012, os valores investidos por projetos jamais passaram de R\$1,8 milhões. Já no ano de 2013 ele apresentou um salto enorme, pulando para cerca de R\$3,3 milhões. Em termos de editais, não houve nenhuma mudança significativa quanto aos valores mínimos previstos por projeto que explicasse tal fenômeno. Nos editais do Inova Empresa, não se evidencia mudança drástica, apenas um aumento no valor mínimo a ser investido, de R\$500.000,00 para R\$700.000,00.

Gráfico 5. Valor médio por projeto em recursos não-reembolsáveis em biotecnologia, FINEP, 2007-2014. R\$mil, valores de 2007.



Elaboração própria

4.4.3. Incerteza tecnológica nos projetos subvencionados

Para a análise da incerteza, foi designado um número inteiro para cada um dos níveis de incerteza de Freeman e Soete(1997). Esse número varia entre 1 e 6, sendo 1 correspondente à categoria de menor incerteza e 6, à categoria de maior incerteza (quadro 05). Ao todo, 178 projetos foram classificados²³.

Quadro 5. Níveis de incerteza e números designados

Nível de incerteza	Número designado
Real	6
Muito alta	5
Alta	4
Moderada	3
Baixa	2
Muito baixa	1

Elaborado pelo autor. Baseado em Freeman e Soete (1997)

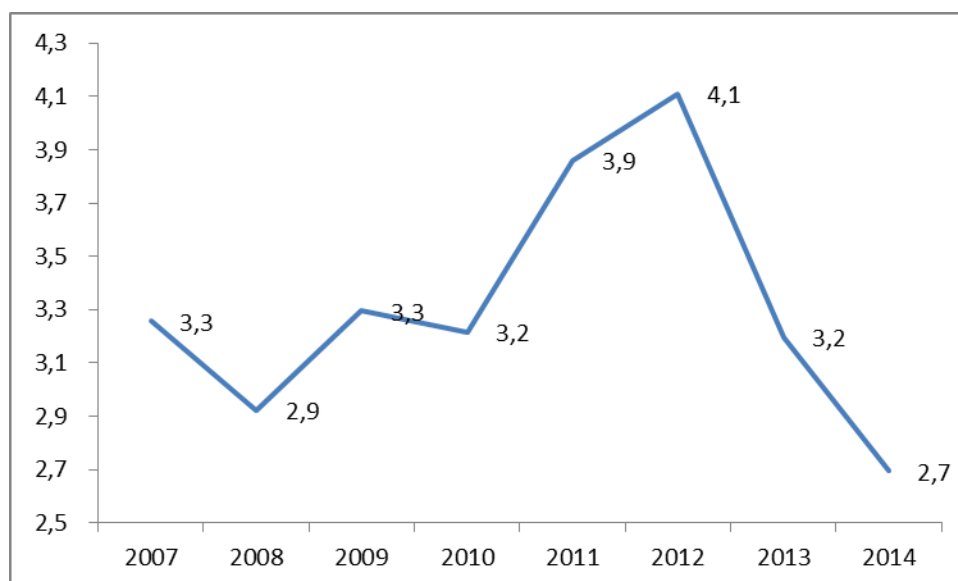
Os projetos de biotecnologia subvencionados pela FINEP no período 2007-2014 apresentaram incerteza média²⁴ de 3,3, se aproximando de uma incerteza

²³Do total de 196 projetos classificados por setor e técnica, 18 não puderam ter a sua incerteza avaliada devido à falta de informações mais precisas.

²⁴ A incerteza média foi calculada a partir da média ponderada. Os valores seriam o número designado para cada nível de incerteza (de 1 a 6) e os pesos seriam o número de projetos em cada nível de incerteza.

moderada. Ao longo dos anos, é possível se observar uma tendência em direção ao aumento da incerteza tecnológica média dos projetos, desde 2007 até 2012. Porém, percebe-se uma diminuição significativa da incerteza nos anos 2013 e 2014, que compreendem os primeiros projetos aprovados nos editais do plano Inova Empresa. Apesar de esses editais serem os primeiros a contarem com o risco tecnológico como critério de seleção, algumas mudanças significativas nas diretrizes destes editais podem explicar a diminuição da incerteza tecnológica dos projetos subvencionados. Primeiramente, esses editais passaram a requerer uma contrapartida mínima das empresas de R\$700.000,00 independente do porte da empresa. Nos editais anteriores, essa exigência de contrapartida se baseava em um percentual do valor total do projeto, percentual esse que era, muitas vezes, muito baixo, como no caso do edital de subvenção de 2006 que exigia apenas contrapartida de 5%. O fato de a contrapartida exigida ser bastante superior pode ter levado as empresas proponentes a proporem projetos com incerteza menor, uma vez que boa parte do projeto deveria ser financiada por elas próprias. Como já discutido, uma vez que o mercado privado é avesso ao risco, e tendo que obrigatoriamente colocar uma contrapartida maior, irão preferir projetos com riscos menores. Ou seja, pode ser que o nível geral de incerteza dos projetos propostos tenha sido menor em relação ao de anos anteriores, levando a uma seleção de projetos com menor nível de incerteza.

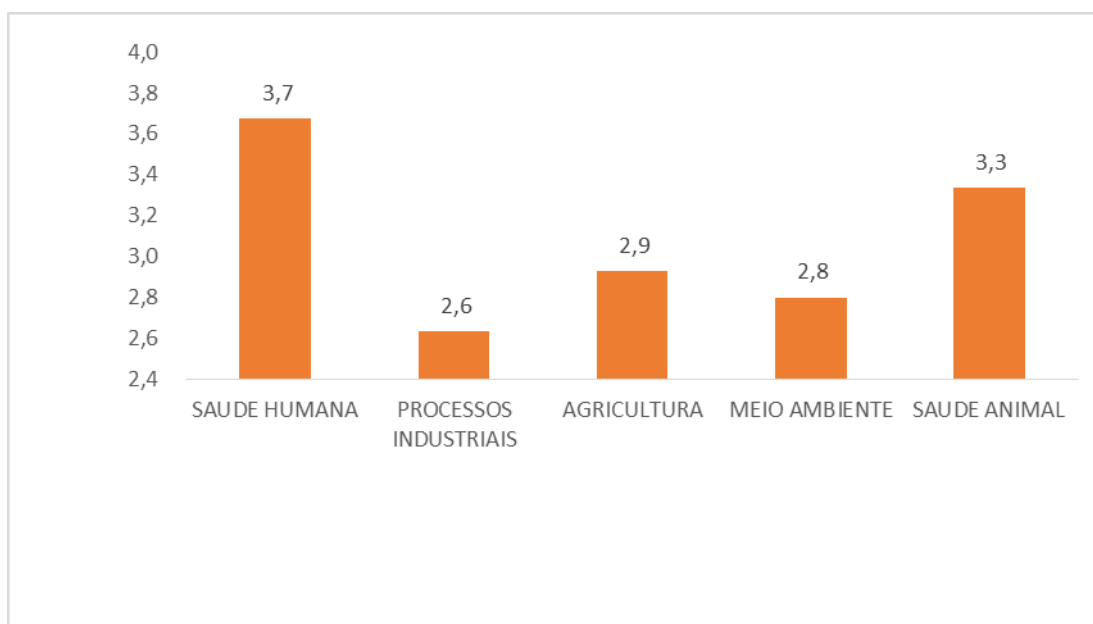
Gráfico 6. Incerteza média dos projetos de biotecnologia agraciados por recursos não-reembolsáveis da FINEP no período 2007-2014



Elaboração própria

Quanto aos setores de aplicação da biotecnologia, percebe-se que os projetos subvencionados de Saúde Humana apresentam incerteza tecnológica média maior em relação aos outros, enquanto o setor de Processos industriais mostra incerteza tecnológica média reduzida (gráfico 7). O elevado nível de incerteza tecnológica em Saúde Humana está relacionado, principalmente, às exigências de órgãos de fiscalização sanitária, como a ANVISA no Brasil. O extremo rigor e precauções necessárias para tal setor criam incerteza tecnológica adicional, uma vez que efeitos colaterais e inadequações à legislação podem invalidar a tecnologia e impossibilitar seu lançamento no mercado. No caso de Processos Industriais, a sua incerteza reduzida pode ser explicada pelo fato de que as técnicas utilizadas no setor não são exclusivamente pertencentes à biotecnologia moderna, ou seja, não estão na fronteira do conhecimento e, naturalmente, apresentam incerteza menor. Em relação aos setores de Meio Ambiente e Saúde Animal, é difícil realizar uma avaliação, uma vez que apenas 5 e 6 projetos puderam ser categorizados, o que torna a análise com baixa consistência.

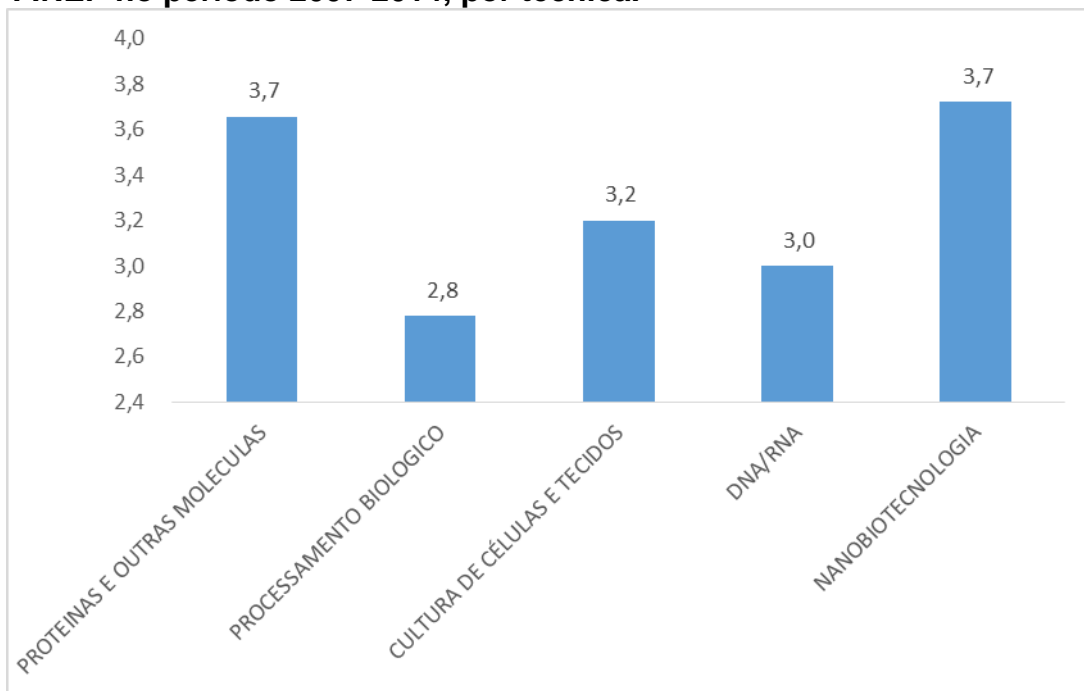
Gráfico 7. Incerteza tecnológica média dos projetos subvencionados pela FINEP no período 2007-2014, por setor de aplicação da biotecnologia.



Elaboração própria.

Observando a incerteza média em relação às técnicas biotecnológicas (gráfico 8), percebe-se que a técnica de processamento biológico é aquela com menor incerteza técnica média. Esse fato se deve a sua alta associação à biotecnologia clássica pois, conforme explicado na seção de metodologia, todas as subtécnicas pertencentes a essa técnica são mistas, ou seja, envolvem biotecnologia moderna e biotecnologia clássica. Dessa forma, é bastante natural que sua incerteza seja menor pois a biotecnologia clássica tende, naturalmente, a se distanciar da fronteira do conhecimento, local onde as incertezas são mais elevadas. Essa é a técnica mais envolvida nos projetos do setor de Processos industriais.

Gráfico 8. incerteza tecnológica média dos projetos subvencionados pela FINEP no período 2007-2014, por técnica.



Fonte: Elaboração própria.

Na estratégia nacional para a Ciência, Tecnologia e Inovação, observa-se que a biotecnologia, assim como a nanotecnologia, são as áreas de fronteira do conhecimento, ou seja, aquelas que apresentam maior capacidade de trazer desenvolvimento econômico e auxiliar no processo de *catching-up* dos países

emergentes. O fato de tanto nanotecnologia quanto biotecnologia estarem na fronteira do conhecimento faz com que a sua interseção, a nanobiotecnologia, apresente características peculiares, e é nela onde as incertezas tecnológicas são mais elevadas e onde se encontram maior potencial de mercado, ao lado de "Proteínas e outras moléculas". Isso pode ser percebido no gráfico 8, onde os projetos subvencionados de nanobiotecnologia foram o que apresentaram mais elevado grau de incerteza tecnológica. Porém, apesar de tal área estar na fronteira do conhecimento, seus investimentos não parecem ter sido melhorados ao longo do tempo, pelo menos quanto à concessão de recursos não-reembolsáveis.

Percebe-se que as subvenções em nanobiotecnologia tiveram um *boom*, em termos absolutos e relativos, no ano de 2007 (tabela 8), não se mantendo em tais patamares pelos anos subsequentes; a nanobiotecnologia não teve, inclusive, um único projeto investido durante o ano de 2013. Uma das causas pode ser o fato de que os editais de subvenção econômica de 2006 e 2007 contemplam temáticas específicas para a nanotecnologia, impulsionando os investimentos nesse setor, enquanto os editais de subvenção de 2008 a 2010, não. A nanotecnologia só voltou a ser objeto de temática específica no edital de Subvenção Econômica Nanotecnologia (2012), que faz parte do conjunto do Inova Empresa, porém tal edital não pareceu capaz de alavancar a nanobiotecnologia, uma vez que dos 15 projetos selecionados no edital de Nanotecnologia, apenas 4 foram de nanobiotecnologia. O resto dos projetos contemplam a utilização da nanotecnologia para outras atividades, como comunicação e engenharia.

Porém, a ausência de temática específica não pode ser a única razão para as baixas taxas de investimento em nanobiotecnologia, uma vez que as outras temáticas que envolvem biotecnologia poderiam compreender, perfeitamente, projetos de nanobiotecnologia. Neste caso, é importante também destacar uma fraqueza oriunda do setor privado brasileiro que, incipiente ainda, pode não contar com empresas capazes de propor e levar adiante projetos em nanobiotecnologia. Para ilustrar, destaca-se que no Diretório de Empresas de Biociências do Brasil, realizado pela Biominas (2011), apenas duas empresas incluíram, em sua descrição, a nanobiotecnologia em suas atividades: InVitro Cells e Nanophoton.

Tabela 8. Aporte de recursos em nanobiotecnologia realizados pela FINEP, 2007-2014.

Ano	Nanobiotecnologia	Recursos não-reembolsáveis totais	Investimento relativo ²⁵
2007	R\$ 18.733	R\$ 381.900	4,9%
2008	R\$ 3.224	R\$ 153.092	2,1%
2009	R\$ 1.304	R\$ 392.466	0,3%
2010	R\$ 2.648	R\$ 366.641	0,7%
2011	R\$ 1.840	R\$ 154.517	1,2%
2012	R\$ 986	R\$ 48.617	2,0%
2013	-	R\$ 85.916	0,0%
2014	R\$ 4.474	R\$ 170.066	2,6%
Total	R\$ 33.210	R\$ 1.753.215	1,9%

Elaboração do autor baseado em dados da FINEP.

²⁵ A porcentagem dos investimento em nanobiotecnologia foram estimados em relação aos recursos não-reembolsáveis totais investidos pela FINEP no período 2007-2014, excluindo os editais de descentralização.

4.5. Conclusões do capítulo

A FINEP, ao assumir a secretaria executiva do FNDCT, se consolidou como uma das agências de financiamento à inovação mais importantes do Brasil. Em conformidade com os planos de desenvolvimento industrial da década passada, essa agência criou linhas de crédito voltadas especificamente para o processo inovativo dentro das empresa, somando-se àquelas já existentes no BNDES. Com o advento do plano de investimentos à inovação “Inova Empresa”, criou-se editais temáticos de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis à inovação em áreas estratégicas para o Brasil. Os editais de recursos reembolsáveis são feitos pela FINEP e BNDES em conjunto, e os editais temáticos de recursos não-reembolsáveis ficaram a cargo da FINEP, substituindo os seus antigos editais de subvenção econômica à inovação. Esses editais de recursos não-reembolsáveis, devido ao seu perfil de itens custeáveis, favorecem a diminuição do risco e incerteza tecnológicos especificamente, mas somente a partir de 2012 eles passaram a contemplar “risco tecnológico” como critério de seleção explícito.

Em um panorama geral, a biotecnologia teve 196 projetos contemplados por recursos não-reembolsáveis da FINEP durante o período 2007-2014, atingindo a marca de R\$355 milhões, o que corresponde a cerca de 1/5 dos aportes totais de recursos não-reembolsáveis realizados. Esses investimentos apresentaram concentração no setor de Saúde Humana, particularmente, coincidindo com o setor de maior atividade de empresas de biotecnologia no Brasil. Esses investimentos encontram-se prioritariamente investidos na região sudeste, em especial, no estado de São Paulo, que recebeu mais da metade de todos os recursos disponibilizados. Quanto à técnica biotecnológica, os investimentos estão concentrados em Proteínas e outras moléculas, técnica intimamente ligada aos projetos de inovação do setor de Saúde Humana. As técnicas predominantes da biotecnologia moderna, nanotecnologia, DNA/RNA e cultura de células e tecidos, são responsáveis, ainda, por uma pequena partes dos projetos de inovação. O percentual de empresas que tiveram mais de 1 projetos assinado pela FINEP é de cerca de ¼, sendo responsáveis pela captação de metade de todos os recursos. Essa captação frequente de recursos não-reembolsáveis pode favorecer a entrada de algumas empresas em novas rotas tecnológicas, justificando, portanto, o apoio sistemático do governo nas empresas.

Quanto à perspectiva histórica, o ano de 2009 apresentou o maior número de projetos de biotecnologia contemplados, 50, assim como o maior montante investido. A diminuição nos patamares de investimento em biotecnologia pós-2011 podem estar associadas à crise mundial que se instaurou em 2008/2009, assim como à mudança no Governo Federal, em 2011, que realizou mudanças no plano de desenvolvimento industrial e no plano de investimentos na Inovação. Em termos relativos, o ano de 2013 apresentou a maior porcentagem de investimento em biotecnologia em relação aos recursos não-reembolsáveis totais, coincidindo com a criação do plano Inova Empresa e a estratégia nacional em ciência, tecnologia e inovação, que colocou a biotecnologia como área estratégica e portadora de futuro. Dessa forma, apesar de uma diminuição relevante no montante total investido, a biotecnologia parece ter sido privilegiada. Neste mesmo ano, o valor investido por projeto apresentou um salto quantitativo, demonstrando uma tendência de se investir em menos projetos, porém um montante mais relevante.

Quanto à incerteza tecnológica, os projetos subvencionados apresentaram incerteza tecnológica média moderada. Percebe-se que, apesar da trajetória da incerteza possuir tendência de crescimento entre os anos 2007 e 2012, a incerteza média dos projetos teve um decréscimo considerável nos anos 2013 e 2014, coincidindo com a implementação do plano Inova Empresa. Essa diminuição do risco pode ser devida à exigência, por parte dos novos editais, de uma contrapartida maior, fazendo com que as empresas prefiram propor projetos menos incertos uma vez que terão que arcar com uma parte maior dos investimentos. Desse modo, ao mesmo tempo que o aumento da contrapartida mínima busca um aumento do investimento agregado em P&D, ele pode ocasionar uma diminuição da incerteza dos projetos investidos.

A nanobiotecnologia, interseção das duas áreas de fronteira, nanotecnologia e biotecnologia, assume características próprias de uma área portadora de futuro. Os projetos dessa técnica subsidiados pela FINEP apresentam incerteza bastante elevada em relação às outras técnicas, característico de áreas de fronteira do conhecimento. Ao mesmo tempo, os recursos reembolsáveis da FINEP não parecem ter aumentado ao longo do tempo nessa atividade, apesar de ela se caracterizar como uma janela de oportunidades para países periféricos. Essa deficiência pode se dever

à falta de editais específicos e à incapacidade de empresas nacionais proporem projetos em tal área.

5. CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E AGENDA FUTURA

Este capítulo tem, por objetivo, apresentar as conclusões e uma agenda futura para o presente trabalho.

Na primeira parte, serão mostras as conclusões obtidas à partir dos resultados e discussões do capítulo anterior, retomando a discussão iniciada na introdução e concluindo o trabalho.

Por último, uma agenda futura será mostrada, elencando possibilidades práticas advindas do presente trabalho, tal qual a utilização da metodologia de classificação de biotecnologias de acordo com a incerteza tecnológica em editais de seleção de projetos e valoração de biotecnologias.

5.1. Conclusões da dissertação

A presente dissertação demonstrou, como ponto de partida, a importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico e social de um país, evidenciando a importância das diversas organizações e instituições que existem dentro de um SNI, particularmente, aquelas responsáveis pelo financiamento público à Inovação. Um dos papéis dessas agências é realizar o aporte de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis em projetos de empresas, compartilhando (ou transferindo para si) os riscos e incertezas inerentes ao processo inovativo e permitindo que essas firmas executem e realizem a inovação tecnológica. Sem isso, pouco ou nada existiria da indústria de biotecnologia, por exemplo, que está fundamentada, primordialmente, no conhecimento produzido em universidades e ICTs públicas e cujas empresas privadas são avessas ao risco e incerteza.

A biotecnologia, como técnica utilizada por diversos setores da economia, está fundamentalmente ligada à inovação, possuindo as mesmas características peculiares a todo processo inovativo. Em particular, a biotecnologia ainda tem sido apontada como portadora de futuro, uma das áreas estratégicas que permitiria aos países usufruir de uma janela de oportunidades rumo ao desenvolvimento tecnológico observado nos países de economia central e com SNI maduros; o tão almejado sucesso no processo de *catching-up*.

A presente dissertação, aproveitando-se do referencial teórico sobre o

financiamento público à inovação e seu papel na indústria de biotecnologia, realizou uma análise inédita da atuação da FINEP no aporte de recursos não-reembolsáveis em biotecnologia, desde o lançamento do primeiro edital em 2006 até o final do ano de 2014, englobando todas as modalidades do tipo. Essa contribuição do autor ao estudo do financiamento à inovação em biotecnologia é de muita importância pois o aporte de recursos não-reembolsáveis é o instrumento de financiamento público mais essencial em etapas de grande aversão ao risco por parte do setor privado; é esse instrumento que transfere, para o poder público, maior parcela de riscos e incertezas do processo de inovação. A escolha da FINEP também se mostra adequada pois essa agência se caracteriza como a principal provedora de recursos não-reembolsáveis no Brasil.

Os dados analisados no capítulo anterior demonstram que foram realizados aportes não-reembolsáveis da ordem de R\$355 milhões em biotecnologia, correspondendo a cerca de 20% do total de aportes não-reembolsáveis executados pela FINEP. No total, 196 projetos de biotecnologia foram subvencionados no período estudado, sendo o setor de Saúde Humana o mais agraciado, com 52,5%. Esses dados estão em concordância com o perfil de empresas de biotecnologia no Brasil, cujo setor principal de atividade é, igualmente, Saúde Humana, conforme estudos da Biominas (33%) e BRBIOTEC (39,7%). Esses dados demonstram que, sendo esse o setor mais preponderante entre as empresas já estabelecidas de biotecnologia no Brasil, ele se mostra o mais apto a captar recursos não-reembolsáveis junto à FINEP. O mesmo acontece com a distribuição regional dos aportes, pois o estado de São Paulo aparece como a unidade federativa que mais recebeu subvenções em biotecnologia, correspondendo a 55% do total investido no período. Quando comparado à porcentagem de empresas de biotecnologia que se encontram nessa unidade federativa, percebe-se que a sua configuração e infraestrutura se apresentam adequadas a propor e captar recursos para projetos de inovação. Os editais não foram capazes de modificar o perfil de investimentos já observado em estudos sobre a indústria de biotecnologia no Brasil, que demonstram que a maioria das empresas e investimentos em biotecnologia encontram-se concentrados na região sudeste. Como os editais não incluem critérios para a redistribuição de investimentos dentro do território nacional, tal mudança de perfil só viria com outras modalidades de investimento.

No total, 138 empresas, ao longo do período estudado, captaram recursos não-

reembolsáveis da FINEP para investimentos em projetos de biotecnologia, sendo que 34 captaram mais de uma vez. Esses aportes não-reembolsáveis podem ter sido determinantes para a mudança de rota tecnológica de algumas empresas, como o caso da Cristália, que captou recursos para 9 projetos de desenvolvimento tecnológico em biotecnologia. Esses aportes podem ter possibilitado à empresa entrar no paradigma tecnológico da biotecnologia na produção de medicamentos, o que seria interessante do ponto de vista do interesse nacional, uma vez que a biotecnologia se revela como uma janela de oportunidades para os países de economia periférica.

Os editais de subvenções econômicas da FINEP podem ser divididos em dois períodos distintos: pré-Inova Empresa (2006-2010), marcado pela influência da PITCE E da PDP; e o período pós-Inova Empresa (2012 – presente), influenciado pelo Programa INOVA BRASIL. No primeiro período, os editais não possuíam temática específica, sendo lançados anualmente sob a alcunha de “editais de subvenções econômicas”. Eles exigiam contrapartidas que variavam de acordo com o porte da empresa proponente, sendo que tais contrapartidas eram, muitas vezes, mínimas. No segundo período, após o lançamento do Inova Empresa, os editais passaram a possuir temática específica que contemplavam áreas estratégicas, exigindo contrapartidas mais elevadas (mínimo de R\$700.000,00). Entre esses dois períodos, o ano de 2011 se mostrou como um ano escasso de recursos não-reembolsáveis, não tendo lançado nenhum edital de subvenção econômica, o que impactou nos aportes dos anos 2011 e 2012. O primeiro período contou com investimentos absolutos mais significativos, tanto em biotecnologia quanto no geral. Entretanto, o período pós-Inova Empresa, apesar de patamares menores de investimentos absolutos, se mostra como um período onde a biotecnologia foi privilegiada com aportes de recursos não-reembolsáveis, provavelmente porque foi lançada, junto com o Inova Empresa, a ENCTI, que colocou a biotecnologia como área estratégica. Os valores por projeto também apresentaram aumento significativo em comparação com o primeiro período.

Outra grande contribuição do trabalho relativo ao financiamento da biotecnologia foi o desenvolvimento de um método inédito de classificação de biotecnologias de acordo com sua incerteza tecnológica. Essa classificação, além de auxiliar nas análises quanto à incerteza tecnológica, pode ser utilizada em editais de seleção de agências públicas, como FINEP, FAPs e BNDES, e em métodos de valoração e análise de viabilidade técnico-econômica de biotecnologias, melhor detalhado na seção “Agenda Futura”. Essa metodologia de classificação envolve

especificamente um tipo de incerteza, a tecnológica, porém existem outros riscos e incertezas dentro do processo inovativo, que podem ser divididos em oito categorias diferentes: Incertezas geral, tecnológica e de mercado e riscos tecnológico, comercial, temporal, de crescimento e financeiro.

A classificação por incerteza tecnológica se mostra relevante pois os editais de financiamento à inovação contemplam, tradicionalmente, gastos com P&D, ou seja, atuam na diminuição dos riscos e incertezas tecnológicas. O mesmo acontece com os editais de recursos não-reembolsáveis da FINEP, que priorizam gastos na pesquisa e desenvolvimento do produto e/ou processo. Porém, apesar dessa peculiaridade dos editais de financiamento à inovação, o nível de risco tecnológico só passou a ser considerado um critério explícito na seleção de projetos da FINEP a partir do lançamento dos editais do plano Inova Empresa (2012). Percebeu-se, por sua vez, não um aumento, mas uma diminuição dos níveis de incerteza tecnológica dos projetos, que pode ser explicada pela exigência de uma contrapartida maior das empresas proponentes a partir dos editais do Inova Empresa. Desse modo, ao exigirem contrapartida mais relevante (mínimo de R\$700.000,00), as empresas passaram a propor projetos com incerteza tecnológica menor, uma vez que teriam que arcar com parcela maior dos riscos e incertezas.

O setor de aplicação da biotecnologia que apresentou maior incerteza foi o de Saúde, certamente associada a uma incerteza adicional devida ao processo de licenciamento de tecnologias sanitárias junto a órgãos de fiscalização, como ANVISA. Dentre as técnicas biotecnológicas, aquela que apresentou maior incerteza foi nanobiotecnologia, uma vez que se encontra na interseção das duas áreas portadoras de futuro, de acordo com o MCTI: nanotecnologia e biotecnologia. Essa incerteza média dos projetos em nanobiotecnologia evidenciam o seu caráter inovador e na fronteira do conhecimento. Outra técnica que também se destaca em termos de incerteza tecnológica é a de “proteínas e outras moléculas”, pois tal técnica é particularmente utilizada em um setor de alta incerteza tecnológica, a saúde humana.

5.2. Agenda futura

A classificação sistemática de um projeto de biotecnologia de acordo com sua

incerteza tecnológica, metodologia desenvolvida no presente trabalho, pode ser extremamente proveitosa em diversos fins. O primeiro se refere à sua utilização na seleção de projetos de biotecnologia em editais de financiamento à inovação, tais quais FINEP, BNDES, FAPEMIG, entre outros. Tais projetos seriam enquadrados em um dos níveis de incerteza tecnológica e, a cada nível, seria associado uma nota, que seria adicionada à nota geral de classificação do projeto. Isso ajudaria a incorporar a dimensão “incerteza tecnológica” à seleção dos projetos, uma vez que os editais de financiamento à inovação normalmente são utilizados para minimizar riscos e incertezas tecnológicas.

Outra finalidade da metodologia de classificação seria o seu uso na valoração de biotecnologias, que pode ser usada na comercialização, licenciamentos e relatórios de viabilidade técnico-financeiras. Para uma correta valoração da tecnologia, é necessário se estimar a incerteza tecnológica e, assim, incorporá-la a uma taxa de desconto para fins de comparação com outros tipos de investimentos. Atualmente, nas metodologias de valoração de biotecnologias, há uma certa falta de metodologia que leve em conta a incerteza tecnológica, prejudicando a estimativa dessa taxa de desconto; nas próprias palavras de profissionais experientes na valoração de biotecnologias, quando indagados sobre a metodologia de avaliação da incerteza tecnológica: “a incerteza tecnológica é associada ao risco, e, desse modo, um valor intuitivo é incorporado à taxa de desconto. Resumindo, diria que se trata de um “chute”, mesmo para profissionais experientes”. Na prática, a metodologia de classificação desenvolvida no presente estudo seria utilizada para posicionar a tecnologia-alvo da valoração em um nível de incerteza tecnológica, e a cada nível de incerteza seria designada uma taxa de desconto diferente. Isso traria uma metodologia científica à valoração de tecnologias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, M. *Thinking about growth*. Cambridge: Cambridge University. 1989. 396 p.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. Panorama da Biotecnologia no Mundo e no Brasil. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Biotecnologia>>. Acesso em: abril de 2016. 2010.

ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre os determinantes tecnológicos do catching-up: uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação periférica. *Estudos Econômicos*, v.27, n.2, 1997.

ALBUQUERQUE, E. M. (Coord.) Perspectivas do investimento nas indústrias baseadas em ciência. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. Disponível em: <<http://www.projetopib.org>>. 2009. Acesso em 29 de abril de 2016.

ANDRADE, A. Z. B. *Estudo comparativo entre a Subvenção Econômica à Inovação operada pela FINEP e Programas correlatos de subsídio em países desenvolvidos*. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e de Empresa). Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. 2009.

ARAÚJO, B. C. *Políticas De Apoio À Inovação No Brasil: Uma Análise De Sua Evolução Recente*. Rio de Janeiro, 2012. 47 p.

ASSAD, A. L. D. Políticas públicas para a biotecnologia no Brasil. In: ARAÚJO, G.; LASMAR, D. J.; HERCULANO, F. E. B. (orgs). *Biotecnologia e (Bio)Negócio no Amazonas*. Manaus: EDUA, 2015. 224 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA – BRBIOTEC. Brazil Biotech Map 2011. Disponível em: <http://www.cebrap.org.br/v1/upload/pdf/Brazil_Biotec_Map_2011.pdf>. Acesso em 20 de dezembro de 2015. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE EMPRESAS INOVADORAS - ANPEI. Os novos instrumentos de apoio à inovação: uma avaliação inicial. 2009. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/publicacoes/nov_instr_inov.php>. Acesso em 12 de maio de 2016.

BAÊTA, A. M. C. *O desafio da criação*. Petrópolis: Vozes, 1999. 132p.

BERNARDES, A.; ALBUQUERQUE, E. Cross-over, thresholds and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, v. 32, n. 5, 2003.

BIANCHI, C. *O papel das políticas públicas no regime de inovação de biotecnologia para saúde humana. Brasil 2002-2010*. 2012. 217 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

BIANCHI, C. A Indústria Brasileira de Biotecnologia: montando o quebra-cabeça. *Revista economia e tecnologia*, v. 9(2), 2013. p. 99-116.

BIOMINAS. Estudo de Empresas de Biotecnologia do Brasil. Disponível em: <<http://biominas.org.br/downloads/estudo-empresas-biotecnologia-brasil/>>. Acesso em 27 de julho de 2015. 2007.

BIOMINAS. Estudo das Empresas de Biociências do Brasil. Disponível em: <<http://biominas.org.br/downloads/estudo-biociencias-brasil-2009/>> Acesso em 30 de julho de 2015. 2009.

BIOMINAS. A indústria de Biociências nacional: caminhos para o crescimento. Disponível em: <<http://biominas.org.br/downloads/a-industria-de-biociencias-nacional-caminhos-para-o-crescimento>>. Data de acesso: 15 de janeiro de 2016. 2011.

BIOTECHNOLOGY INNOVATION ORGANISATION – BIO. History of Biotechnology. Disponível em: <<https://www.bio.org/articles/history-biotechnology>>. Acesso em 15 de abril de 2016.

BLOCK, F.; KELLER, M. Where do innovations come from? In: BLOCK, F.; KELLER, M. (eds). *State of Innovation: The US government's role in technology development*. Columbia: Paradigm, 2010.

BNDES. Critérios utilizados para indicação de subvenção econômica. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atacao/Inovacao/paiss/criterios_utilizados.html>. Acesso em 20 de maio de 2016.

BRASIL, MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

CANTRILL, S. Speaking Frankly: The allure of Pasteur's quadrant. (2013). Disponível em: <<http://blogs.nature.com/thescepticalchymist/2013/06/speaking-frankly-the-allure-of-pasteurs-quadrant.html>>. Acesso em 13 de julho de 2016.

CARPENTER, R. E.; PETERSEN, B. C. Capital market imperfections, high-tech investment, and new equity financing. *The Economic Journal*, v. 112, i. 477, 2002. p. 54-72.

CASSIOLATO, J. E; ARROIO, A. (eds.) *Conhecimento, Sistemas de Inovação e de Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ e Contraponto, 2005.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. The financing of innovation-related investment in the contemporary global finance-dominated accumulation regime. In: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.; MACIEL, M. L. (Eds.). *Systems of innovation and development, evidence from Brazil*. Northampton: Edward Elgar, 2003.

DOSI, G. Technical Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants of Technical Change. *Research Policy*, Vol. 2, No. 3. 1982.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. *The economics of technical change and international trade*. London: Harvester Wheatsheaf, 1990.

DRUCKER, P. *Technology, Management and Society*. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1970.

ENOS, J. L. *Invention and innovation in the petroleum refining industry” in NBER The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton: Princeton University Press. 1962.

FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). *Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford. 2004.

FINEP. PAPPE Integração. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/pappe-integracao>>. Acesso em 10 de março de 2016.

FONSECA, M. G. D (org.) Documento Setorial: Biotecnologia. In: BNDES. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/projetopib>. Acesso em abril de 2016. 2009.

FREEMAN, C. *Technology policy and economic performance*. Londres: Pinter Publishers London and New York, 1987.

FREEMAN C.; PEREZ, C. Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, G.; et al. (eds). *Technical Change and Economic Theory*. London: Francis Pinter, pp. 38-66.

FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

FREIRE, C. E. T. *Biotecnologia no Brasil: uma atividade econômica baseada em empresa, academia e Estado*. 2014. 201 f. Tese (Doutorado em Sociologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

FRENKEL, L. Sistemas de apoio fiscal-creditício ao risco tecnológico e à competitividade. In: *Estudo de Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: Unicamp, 1993.

JIANG, X.; WANG, R. Process risk analyses about enterprises technological innovation. *Chinese business Review*, v.6, n.3, 2007. p.49-54.

KEYNES, J. M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan, 2007.

KNIGHT, F. *Risk, Uncertainty and Profit*. New York: Augustus M Kelley, 1921.

KRAFFT, J.; QUATRARO, F.; SAVIOTTI, P. Evolution of the knowledge base in knowledge intensive sectors. Working Papers, HAL. 2008.

LAZONICK, W.; TULUM, O. US biopharmaceutical finance and the sustainability of the biotech business model. *Research Policy*. v. 40, i. 9, 2011. p. 1170-1187.

LERNER, J. The government as venture capitalist: the long-run impact of the SBIR program. *Journal of Business*, v. 72, n. 3, 1999.

LUNDEVALL, B. A. (ed.) *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Cheltenham, Edward Elgar. 2009.

MAZZOLENI, R. The role of universities and public research in catching up process. Disponível em: http://www.redesist.ie.ufrj.br/globelics/pdfs/GLOBELICS_0057_Mazzoleni.pdf. Acesso em 12 de abril de 2016. 2003.

MAZZUCATO, M. *The Entrepreneurial State*. Londres: Magdalen (Demos), 2011. 152 p.

MAZZUCATO, M.; DOSI, G. (eds). *Knowledge Accumulation and Industry Evolution: Pharma-biotech*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

MORAIS, J. M. Uma avaliação de programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (eds). *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica*. Brasília, 2008. p. 67-105.

NATURE BIOTECHNOLOGY. Private biotech 2004 - the numbers. *Nature Biotechnology*, v. 24, 2006. p. 635 – 641.

NELSON, R. National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. *Industrial and Corporate Change*, no. 2, 1992. P. 347-374.

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

NELSON, R. *As Fontes do Crescimento Econômico*. Campinas: Unicamp. 2006.

NORTH, D. *Institutions, Institutional Change, and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. A framework for biotechnology Statistics. Disponível em: < <https://www.oecd.org/sti/sci-tech/34935605.pdf>>. Acesso em 15 fevereiro de 2015. 2005.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Science, Technology and Industry Outlook. 2010. Disponível em: < <http://www.oecd.org/sti/inno/oecdsciencetechnologyandindustryoutlook2010.htm>>. Acesso em 14 de dezembro de 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Science, Technology and Industry Scoreboard 2013: indicators on biotechnology. 2013. Disponível em: < http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2013_sti_scoreboard-2013-en>. Acesso em 27 de junho de 2015. 2013.

PAVITT, K. Sectorial Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, nº 13, North Holland, 1984. p.343-373.

PEREZ, C. Las Nuevas Tecnologías: Una Visión de Conjunto. In: OMINAMI, C. (ed). *La Tercera Revolución Industrial: Impactos Internacionales del Actual Viraje Tecnológico*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, 1986. pp. 44-89.

PEREZ, C. SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In Dosi, G.; et al. (eds). *Technical Change and Economic Theory*. London: Francis Pinter, 1988. p. 458-479.

PEREZ, C. Technological change and opportunities for development as a moving target. *Cepal Review*, n. 75, 2001. p. 109-130.

PEREZ, C. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Londres: Edward Elgar, 2002. 224 p.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics*, n. 20, 2009

PETRELLA, G. Sistemi Finanziari e Finanziamento delle Imprese Innovative: Profili Teorici ed Evidenze Empiriche Dall'Europa. *Quaderni RED*, n. 4, 2001.

PÓVOA, L.M.C. A Crescente Importância das Universidades e Institutos Públicos de Pesquisa no Processo de *Catching-up* Tecnológico. Anais do XIII Seminário sobre a Economia Mineira. Diamantina, 2008

RAPINI, M. S. *O financiamento aos investimentos em inovação no Brasil*. 2010. 148 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.

ROSENBERG, N. *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Tradutor: José Emílio Maiorino – Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

ROSENBERG, N. Uncertainty and technological change. In: LANDAU, R.; TAYLOR, R.; WRIGHT, G. (eds). *The Mosaic of Economic Growth*. Stanford: Stanford University Press, 1996.

SCHUMPETER, J. A. *The Theory of Economic Development*. Cambridge: University Press, 1911.

SCHUMPETER, J. A. *Business cycles*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1939.

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

SILVEIRA, J. M. (coord). (2001) Avaliação das Potencialidades e dos Obstáculos à Comercialização dos Produtos de Biotecnologias no Brasil. 201 p. Disponível em: http://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/mct_potencialidades.pdf. Acesso em: 23 de abril de 2016.

SOUZA, S. G. A. *O papel das universidades em um sistema de inovação periférico: organizações-chave para a biotecnologia*. 2012. 232 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

STOKES, D. E. *O Quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Tradutor: José Emílio Maiorino – Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

STUDART, R. O sistema financeiro e o financiamento do crescimento: uma alternativa pós-keynesiana à visão convencional. *Revista de Economia Política*, v. 13, n. 1, p. 101-118, jan.-mar. 1993.

VALLAS, S. P.; KLEINMAN, D. L.; BISCOTTI, D. Political structures and the making of US biotechnology. In: BLOCK, F.; KELLER, M. (eds). *State of Innovation: The US government's role in technology development*. Columbia: Paradigm, 2010.

VALLIM, R. B. *O financiamento à inovação nas empresas no contexto do sistema nacional de inovação brasileiro*. 2014. 171 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

VIOTTI, E. *Brazil: from S&T to innovation policy?* The evolution and the challenges facing Brazilian policies for science, technology and innovation. Artigo apresentado na Conferência Globalics, Cidade do México, 22-24 de setembro de 2008.

WILLIAMSON, O. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: Free Press, 1985.

ZHANG, J.; PATEL, N. *The Dynamics of California Biotechnology Industry*. São Francisco: Public Policy Institute of California. 2005. 139 p.