

## **II ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO (ENEI)**

**Área ABEIN 6:** 6.2 - Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação

### **Subvenção à Inovação no Setor Farmacêutico: uma análise a partir do nível de incerteza**

**Luiza Pinheiro (ICB – UFMG)**

**Márcia Siqueira Rapini (Cedeplar – UFMG)**

#### **Resumo**

O artigo analisa de forma pioneira o grau de incerteza dos projetos do setor farmacêutico que receberam recursos de subvenção da FINEP entre 2007 e 2014. Foram analisados 87 projetos de 60 empresas contemplados em 8 editais de subvenção. Os dados indicam um aumento do valor médio por projeto, bem como oscilações ao longo do período no aporte de recursos para projetos deste setor ainda que seja um setor sistematicamente contemplado pelas recentes políticas industriais. A classificação do grau de incerteza foi possível para 52 projetos e os resultados indicam que na média os projetos apoiados envolvem incerteza moderada. Os resultados apontam para a importância de se rever a implementação do instrumento subvenção, que por se tratar de recursos não-reembolsáveis, deveria ser utilizado para projetos mais arriscados e incertos.

**Palavras-chaves:** subvenção, FINEP, setor farmacêutico, incerteza

#### **Abstract**

The article analyzes in a pioneering way the degree of uncertainty of the pharmaceutical sector projects that received grant resources from FINEP between 2007 and 2014. We analyzed 87 projects from 60 companies included in 8 grant announcements. The data indicates an increase in the average value per project, as well as fluctuations over the period in the provision of resources, although it is a sector systematically contemplated by the recent industrial policies. The classification of the degree of uncertainty was possible for 52 projects and the results indicate that on average the supported projects involve moderate uncertainty. The results point to the importance of reviewing the implementation of the grant instrument, which, since these are non-reimbursable resources, should be used for more risky and uncertain projects.

**Key-words:** public grants, FINEP, pharmaceutical sector, uncertainty

**JEL code:** O38

## 1. Introdução

Em vista das características dos investimentos em inovação há a necessidade de se criar instrumentos e mecanismos de financiamento diferenciados, por parte das empresas, dos mercados financeiros e pela ação explícita dos governos (FRENKEL, 1993). Desta forma as fontes de financiamento para os investimentos em inovação podem ser públicas ou privadas, na maioria das vezes sendo um combinado de ambas.

O financiamento público, em um grande número de países, é de longo prazo reunindo: (1) programas para incentivar as empresas a realizarem Pesquisa e Desenvolvimento - P&D através de empréstimos, recursos não-reembolsáveis e incentivos fiscais; (2) recursos para o financiamento de P&D nas empresas através de programas de compras governamentais; (3) suporte para o estabelecimento de infraestrutura de P&D para o desenvolvimento industrial.

Dentre os incentivos não fiscais de apoio à inovação nas empresas há duas modalidades associadas à concessão direta de recursos para as empresas, sendo através do aporte de recursos ou da participação nos custos (LONGO, et. *al.*, 2002). O aporte de recursos pode se dar através de empréstimos com taxas reduzidas de juros, participação acionária e capital de risco. A participação nos custos pode ser parcial direta, parcial indireta ou total através de encomenda/compra de desenvolvimento de produtos/processos.

Comparativamente aos incentivos fiscais estes instrumentos requerem escolhas prévias do governo que no geral estão associadas a projetos e/ou áreas especiais. Portanto esta forma de *funding* requer mais informação sobre os potenciais benefícios sociais e privados dos gastos pretendidos, o que pode produzir melhores resultados, do que simplesmente deixar para as empresas a escolha de seus projetos. Por sua vez os resultados dos subsídios não são tão claros e os mesmos tendem a ser mais efetivos nas pequenas empresas e *start-ups* que possuem poucas obrigações fiscais (HALL, 2002).

Ao contrário dos incentivos fiscais no quais as empresas é que selecionam os projetos prioritários de acordo com sua estimativa de retorno, os subsídios diretos às empresas são *ranqueados* pelo governo de acordo com *gap* percebido existente entre os retornos privado e social. Além do mais os recursos para financiamento direto, no mínimo, devem ser baseados em comprometimentos de longo prazo de forma a reduzir a vulnerabilidade e restrições *ad hoc* impostas por flutuações de curto prazo no orçamento público (PENEDO, 2008).

No Brasil os subsídios para as empresas, na modalidade de subvenção econômica, são relativamente recentes tendo sido instituídos pela Lei 10.332/2001. Mas a operacionalização dos mesmos se iniciou de forma efetiva em 2006 pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP por meio de chamadas públicas do Programa de Subvenção Econômica. Este trabalho se propõem a analisar o nível de incerteza dos projetos de subvenção econômica do setor farmacêutico apoiados pela FINEP entre 2007 e 2014.

Ademais desta introdução o artigo possui mais 5 seções. A segunda seção apresenta especificidades do processo de inovação e de seu financiamento que exigem a concepção de instrumentos específicos, bem como a participação do governo no seu provimento. Também são apresentadas características da inovação do setor farmacêutico que precisam ser consideradas dentre os instrumentos de financiamento. A terceira seção apresenta de forma breve a Subvenção Econômica na FINEP e a evolução dos recursos aportados e do número de projetos apoiados. A quarta seção apresenta a metodologia construída para a classificação dos projetos do setor farmacêutico de acordo com o nível de incerteza. A quinta seção apresenta os dados gerais dos projetos apoiados do setor farmacêutico, bem como o resultado da classificação de acordo com o nível de incerteza.

A última seção conclui o trabalho, apresentando reflexões para a proposição de política, bem como de agenda de pesquisa.

## 2. Financiamento à Inovação e especificidades do Setor Farmacêutico

O financiamento de atividades P&D, tipicamente, é provido de forma ineficiente em um ambiente puramente de mercado. Este argumento remonta a Arrow (1962)<sup>1</sup>, que definiu o produto gerado pelas atividades de inovação, informalmente, como conhecimento.

O problema está no fato de que conhecimento é não-rival, o que o classifica como um bem público, em contrapartida aos bens privados, rivais e excludentes (MASCALLELL, WHINSTON & GREEN, 1995). A provisão ou a criação de um conhecimento gera uma externalidade positiva associada ao retorno obtido por outros usuários do conhecimento gerado, e que não é apropriado pelo inventor (HALL, 2002). Tal falha de mercado tem como resultado o subinvestimento em atividades de inovação e a geração de um nível de conhecimento, pelas forças de mercado, aquém do socialmente desejado. Neste caso, os efeitos da externalidade podem ser mitigados com intervenções que delimitem melhor os direitos de propriedade, como em um sistema de patentes, ou com políticas públicas de incentivos a atividades de P&D (HALL, 2002).

Contudo, o *gap* entre retorno privado e retorno social do conhecimento gerado pela inovação não é único problema intrínseco às atividades de P&D. Há, ainda, uma discrepância entre a taxa de retorno privado gerado pelo investimento e o custo de capital, quando este tem origem externa à empresa (HALL, 2002). Assim, mesmo que o problema da externalidade positiva da inovação seja solucionado, pode haver problemas de financiamento de atividades de P&D com o uso de capital de terceiros.

O financiamento das atividades de P&D é permeado por falhas de mercado. Sob estas condições, não se aplica o Teorema de Modigliani-Miller, e as decisões de investimento deixam de ser indiferentes com respeito à sua estrutura de financiamento, dando origem a um diferencial entre os custos com financiamento próprio e externo<sup>2</sup>. Dentre outras coisas, podemos mencionar que os investimentos em atividades inovativas são caracterizados por: (1) produção de ativos intangíveis de difícil mensuração (NAKAMURA, 1999); (2) indivisibilidade do conhecimento; (3) dificuldade de apropriação privada dos benefícios<sup>3</sup>; (4) elevada assimetria de informação entre o ofertante de crédito e o demandante (CHRISTENSEN, 1992). Pode-se acrescentar que mais de 50% dos gastos são destinados a salários de cientistas e engenheiros<sup>4</sup>. Estes cientistas criam ativos intangíveis, baseados em conhecimentos tácitos, que se perdem se os mesmos deixam a empresa ou são mandados embora (HALL & LERNER, 2010). Estas características, que tornam impossíveis quantificações *ex-ante* dos custos e da lucratividade potencial, fazem com que seja difícil o financiamento externo (ARROW, 1962) e que os mecanismos de mercados falhem em assegurar um financiamento adequado (GUINET, 1995).

O processo de inovação, por definição, envolve incerteza. Algumas tentativas de inovação alcançam sucesso, refletindo em novos produtos, serviços, processos ou até

---

<sup>1</sup> Para uma descrição recente deste argumento, ver Hall (2002).

<sup>2</sup> Para uma discussão sobre a relação entre a ocorrência de problemas de informação e o prêmio de financiamento externo, ver Freixas e Rochet (2008).

<sup>3</sup> A empresa nem sempre consegue se apropriar de todo o esforço inovativo. Parte do mesmo "transborda" para fora da empresa, gerando externalidades positivas, e mesmo quando consegue se apropriar é por diversos mecanismos que não apenas a patente. Esta é importante em alguns setores, mas em outros, estratégias mais eficazes são segredo industrial e vantagens oriundas de ser o primeiro. O trabalho seminal de Levin et. al (1987) discute estes aspectos.

<sup>4</sup> Os salários são pouco recuperáveis no caso de eventuais falhas.

mesmo empresas. Outras não são bem-sucedidas, por razões técnicas, comerciais ou pela incapacidade de prever os rumos do processo de concorrência. De acordo com Freeman e Soete (2008) "*o que pode ser reconhecido ex-post nem sempre pode ser controlado ou iniciado ex-ante*", tendo em vista que muitas das variáveis envolvidas não são fáceis de manipular. Em suma, os resultados não podem ser previstos perfeitamente a partir dos insumos.

Dosi (1988) acrescenta ainda outra dimensão à incerteza no processo de inovação, que é a ausência de conhecimento para resolver os problemas. Com isso, a incerteza no processo inovativo não se restringe somente à ausência de informação relevante sobre a ocorrência de eventos conhecidos, mas também em limitações das capacidades computacional e cognitiva do agente para solucionar os problemas. Mesmo que a informação esteja disponível, o indivíduo apresenta limitações para reconhecer e interpretar a informação relevante.

Freeman e Soete (2008) descrevem os diversos tipos de incerteza envolvidos no processo inovativo: a incerteza técnica, a incerteza de mercado e a incerteza da economia. As incertezas técnica e de mercado são específicas ao projeto de inovação e não podem ser descontadas, eliminadas ou consideradas com um tipo de risco calculável. As incertezas técnicas referem-se ao grau em que a inovação satisfaz vários critérios técnicos, sem aumento dos custos de desenvolvimento, de produção ou de funcionamento. Portanto, as incertezas técnicas podem ser muito reduzidas nos estágios de desenvolvimento experimental e dos testes de produção.

A incerteza de mercado está relacionada à possibilidade de que a inovação não alcance sucesso no mercado. A mesma se inicia na fase de comercialização, e pode ter distintas causas estando relacionado à demanda (comportamento dos consumidores), à competição (imitação) e ao tempo de entrada e de difusão (JIANG & WANG, 2007). A incerteza da economia, por sua vez, está presente em todos os investimentos que envolvem resultados futuros. No processo de inovação esta incerteza adquire especial importância tendo em vista que os investimentos requerem um longo período de maturação.

Freeman e Soete (2008) ainda classificam a incerteza em distintos graus, de acordo com os tipos de inovação ao qual estão associados, conforme descrito no quadro 1. Mesmo para as inovações com níveis de incerteza mais baixos, os autores destacam que apenas uma pequena proporção da atividade de P&D é financiada diretamente pelo mercado de capitais. O financiamento do processo inovativo é realizado em grande parte através da reinversão de lucros da própria empresa.

**Quadro 1 - Diferentes graus de incerteza das atividades inovativas**

<b>Tipo de incerteza</b>	<b>Exemplo de atividade associada</b>
1 Incerteza real	Invenção fundamental e pesquisa
2 Incerteza muito alta	Inovação radical de produto Inovação radical de processo realizada fora da empresa
3 Incerteza alta	Inovações de produto relevantes Inovação radical de processo na própria empresa
4 Incerteza moderada	Novas gerações de produtos existentes
5 Incerteza baixa	Inovações licenciadas; imitação de inovação de produtos Modificação em produtos e processos Adoção precoce de processos já existentes

6 Incerteza muito baixa	Novo modelo; diferenciação de produto Implementação de uma nova função para produtos já existentes; Adoção tardia de processos já existentes Pequenos melhoramentos técnicos
-------------------------	---

Fonte: Freeman & Soete (2008:244).

Freeman e Soete (2008) ainda reforçam que em vista da incerteza presente no processo de inovação a maioria das empresas não possui incentivos para empreender inovações radicais, concentrando seus esforços de P&D em inovações defensivas ou imitativas, na diferenciação de produto e em inovação de processo, lidando, portanto, com níveis baixos de incerteza. Ademais, cabe destacar que inovação de produto envolve a incerteza técnica e de mercado, ao passo que a inovação de processo, que ocorre dentro da empresa, envolve apenas a incerteza técnica. Em sua maioria, os esforços de inovação no Brasil se caracterizam como de atualização e modernização, envolvendo, portanto, incerteza muito baixa, baixa e moderada, já que poucas empresas desenvolvem e implementam no país inovações disruptivas ou de fronteira. Este dado é mostrado pela Pesquisa de Inovação – PINTEC 2014, que mostra que apenas 2,9% das inovações de produto e 0,8% das inovações de processo foram novas para o setor ou para o mercado em termos mundiais. (BRASIL, 2014)

Outro aspecto relevante é que as distintas etapas do processo de inovação requerem diferentes comprometimentos financeiros em vista do investimento necessário e da incerteza presente, além de um fluxo contínuo de recursos. Por exemplo, a incerteza técnica diminui na medida em que o produto se aproxima da etapa de comercialização, bem como quando se reduzem os investimentos intangíveis. Desta forma na fase inicial do desenvolvimento de um projeto, onde a incerteza é alta, em geral os investimentos tendem a ser financiados com recursos internos das empresas e deveriam contar com suporte ocasional do governo na forma de subsídios ou de incentivos fiscais. Por sua vez, o financiamento externo é, geralmente, concentrado na fase final do ciclo, quando a incerteza já se reduziu a níveis aceitáveis pelos investidores.

É importante mencionar que as necessidades de financiamento variam também de acordo com o tamanho e natureza das empresas. As micro e pequenas empresas dificilmente têm recursos para o financiamento próprio, de forma que a provisão de financiamento externo é importante, principalmente para as de setores em rápido crescimento (ARTHUR, 1996). Nas pequenas empresas de base tecnológica, onde os ativos intangíveis - como conhecimento e capacidades técnicas - são consideráveis, os problemas de financiamento são agravados (CARNEY & GEDAJLOVIC, 2000). No início das atividades da empresa (desenvolvimento do primeiro projeto a partir de uma ideia inovadora) a empresa requer recursos estatais não reembolsáveis<sup>5</sup> ou de *Seed Money*, modalidade de capital de risco destinado a empresas nascentes. Com sua maturação, a empresa necessita de aporte de *Venture Capital*, capital de risco para implementar o projeto e em seguida, se desejar aumentar a escala de produção a empresa pode abrir o seu capital. O desenvolvimento de empresas de base tecnológica, em geral, está associado à existência de atores institucionais e de organizações que dão suporte no estágio inicial, através de relações diretas, como a provisão de recursos financeiros de bancos e investidores, ou indiretamente através de cooperação com universidades e centros de pesquisa (GIUDUCI & PALEARI, 2000).

<sup>5</sup> Nos estágios iniciais o produto ou serviço ainda é apenas uma ideia ou um conceito; a equipe é formada geralmente apenas pelo empreendedor ou mais alguns indivíduos com habilidades técnicas; o protótipo ou produto ainda não foi testado ou desenvolvido (LEONEL, 2014).

Além de peculiaridades intrínsecas a sua natureza, o investimento em inovação apresenta especificidades setoriais. Diferenças setoriais na atividade inovadora têm implicações importantes para a alocação de recursos. Isso porque os diferentes tempos de duração dos projetos e volumes de investimento necessários impactam diretamente as necessidades financeiras (O’SULLIVAN, 2006). Em termo, por exemplo, de volume de recursos, o desenvolvimento de um novo fármaco demanda muito mais tempo e investimento em equipamentos, insumos e pessoal do que o desenvolvimento de um software. Para o desenvolvimento de fármacos, inclui-se ainda entraves regulatórios, pois, frequentemente, são necessários períodos extensos para conseguir as autorizações de funcionamento do estabelecimento e o registro do produto e, durante esse período, as empresas não são capazes de se sustentar com receitas geradas pela comercialização dos produtos.

As empresas, até as de mesmo tamanho e que atuam no mesmo setor, possuem diferentes estruturas de custos e operam em diferentes tipos de mercados e por meio de diferentes tipos de competição. Essas diferenças afetam as suas necessidades de financiamento (MAZZUCATO, 2013) e justificam a existência de vários tipos de linhas de financiamento para atender aos diversos perfis de empresas.

No caso específico do setor farmacêutico Mazzucato (2013) ressalta, também, que o foco das empresas voltou-se quase exclusivamente para fármacos, que são relativamente menos complexas e mais rentáveis do que áreas como diagnósticos, tratamentos cirúrgicos e tratamentos com base na alteração do estilo de vida. Um assunto importante para a investigação é como a estrutura financeira de uma indústria afeta esse viés direcional, ou a rota tecnológica que ela assume. É fundamental considerar como o ecossistema das instituições financeiras ou o governo pode ampliar a rota tecnológica do setor em vez de restringi-lo, especialmente a partir de um ponto de vista político.

Montalban & Sakinc (2013) afirmam que o excesso de confiança no modelo de *blockbusters* resultou na falta de sustentabilidade do setor, já que a descoberta de novas entidades farmacêuticas decresceu. Um modelo baseado na descoberta mais regular e sistemática de compostos, no lugar de se confiar em grandes vencedores, traria mais sustentabilidade ao setor e mais utilidade para a sociedade, já que são necessários novos fármacos para uma ampla gama de doenças e não apenas para as mais prevalentes ou crônicas, tais como diabetes, obesidade, hipertensão, etc.

O setor farmacêutico do Brasil ocupa um papel de destaque no mercado interno e internacional. Em cinco anos, o Brasil passou de 10º para o 8º mercado mundial. (INTERFARMA, 2017). Além disto, o setor se configura como prioritário em todas as políticas industriais recentes e recebe um grande aporte de recursos dos bancos de desenvolvimento e das agências de inovação, por meio inclusive de programas específicos para o setor.

O Brasil possui uma indústria de medicamentos na qual as empresas de origem nacional exercem um papel bastante importante, apesar da forte presença de empresas internacionais com filiais instaladas no país. No entanto, a indústria farmacêutica investe pouco em P, D&I no Brasil – as empresas nacionais por terem capacidade limitada de reinvestir sua receita em atividades inovativas e as multinacionais por focarem a maior parte dos investimentos em suas matrizes no exterior.

A força das empresas nacionais no cenário brasileiro deve-se muito aos medicamentos similares e genéricos. Tradicionalmente, as empresas nacionais atuam no segmento de medicamentos similares, já que eles requerem o desenvolvimento de inovações incrementais e não disruptivas, sendo mais atrativos para as empresas nacionais que possuem recursos limitados para investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Por sua vez, o programa de medicamentos genéricos,

foi importante não só para a melhoria do acesso da população a medicamentos a partir da redução do preço final para os consumidores, mas também para o fortalecimento das empresas nacionais.

Como, para desenvolvimento de medicamentos genéricos, são necessários esforços tecnológicos de adaptação de um produto que já perdeu a proteção patentária, as empresas nacionais conseguiram competir com maior facilidade neste mercado, do que em mercados que envolvem o desenvolvimento de princípios ativos inovadores a nível mundial. Devido à importância do mercado de genéricos no Brasil, as empresas multinacionais se movimentaram para aumentar sua presença nesse mercado no Brasil, por meio de fusões e aquisições. Por outro lado, as empresas nacionais ainda possuem porte menor, se comparadas com os conglomerados multinacionais e uma penetração limitada em nichos de produtos com maior valor agregado, como o de medicamentos biológicos

### **3. A Subvenção Econômica na FINEP**

A Finep foi criada em 1967 com a finalidade de financiar estudos e programas necessários à definição dos projetos de modernização e industrialização correntes na época. Em 1969 foi criado o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT com a finalidade de dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico. A FINEP atua como secretária executiva do FNDCT. Até hoje o FNDCT por meio da FINEP continua sendo um dos principais instrumentos para investimento em ciência, tecnologia e inovação no Brasil.

A subvenção econômica às empresas foi estabelecida a partir da Lei nº 10.332, de 2001, que autorizou a concessão de subvenção econômica (recursos não-reembolsáveis) às empresas participantes do PDTI e do PDTA<sup>6</sup>. A Lei 10.973 de 2004, conhecida como Lei de Inovação, também prevê a concessão de recursos financeiros, sob forma de subvenção econômica, para empresas nacionais que visam o desenvolvimento de produtos ou de processos inovadores, sendo necessária a aprovação do projeto pelo órgão ou pela entidade concedente.

A Lei nº 11.196/05, por sua vez, institui outra modalidade de subvenção que é a concessão de recursos para que as empresas, localizadas no território brasileiro, contratassem pesquisadores a serem envolvidos em atividades de inovação. A subvenção poderia ser de até 60% do valor da remuneração de pesquisadores mestres ou doutores.

Uma primeira iniciativa da FINEP na subvenção foi o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE - Integração) instituído em 2003 em parceria com as fundações de amparo a pesquisa estaduais. O Programa PAPPE era destinado a financiar atividades de P&D de produtos e processos inovadores realizados por pesquisadores atuantes diretamente ou em cooperação com empresas de base tecnológica. O programa apoiou projetos nas etapas anteriores à de comercialização, financiando em uma primeira etapa estudos de viabilidade técnica e econômica e em uma segunda etapa o desenvolvimento final de novos produtos e processos para a colocação no mercado. Os aportes máximos da FINEP eram de R\$ 50.000,00 na primeira fase e de até R\$ 150.000,00 na segunda fase.

A partir de 2006 a FINEP lançou três editais com modalidades diferentes de apoio para a subvenção econômica, sendo os mesmos: (a) Subvenção Econômica para o desenvolvimento de P&D nas empresas; (b) subvenção para incorporar pesquisadores nas

---

<sup>6</sup> Respectivamente, Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) e Programas de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário (PDTA).

empresas (Programa Subvenção-Pesquisador na Empresa); (c) subvenção econômica para micro e pequenas empresas através de instituições locais (Programa Pappe-subvenção). Em 2008 foi lançada uma modalidade de subvenção destinada às empresas nascentes: o Programa Prime.

O primeiro edital de Subvenção Econômica foi lançado em 2006 pela FINEP, sendo lançados editais anualmente até 2010. Os editais seguintes foram lançados em 2013 e foram temáticos, havendo editais separados para os diferentes temas. De modo geral, os editais contêm as áreas priorizadas, os requisitos dos participantes, informações sobre os recursos disponíveis, as características da proposta e os critérios para sua seleção e um cronograma da chamada, além de disposições gerais. O processo de avaliação e os critérios de seleção variam de acordo com cada edital. De modo geral, primeiramente se faz uma análise documental, para checar se todas as exigências formais foram cumpridas, e em seguida a proposta é analisada por comitês de especialistas, tanto da FINEP quanto consultores externos. Em relação à avaliação da proposta em si, geralmente os requisitos da proposta abrangem critérios pertinentes ao mérito da inovação, aos seus aspectos mercadológicos e à capacidade de execução e os aportes da empresa. A partir de 2011, os recursos de subvenção econômica passaram a ser alocados dentro do contexto do Plano Inova Empresa, que realizou chamadas públicas para a seleção dos projetos que serão contemplados pelos mecanismos de apoio disponíveis pelo BNDES, pela FINEP e pelos outros órgãos públicos participantes, em contratos de apoio mistos denominados Planos Conjuntos. Foram lançados diversos editais temáticos no contexto do Inova Empresa, sendo um deles o Inova Saúde.

A tabela 1 apresenta o número de projetos e os valores aprovados no Programa Subvenção Econômica da FINEP entre 2007 e 2014. Observa-se uma variação significativa no número de projetos apoiados ao longo dos anos, uma diminuição significativa do número de projetos selecionados, e, por sua vez, um aumento no valor médio dos projetos apoiados. O valor dos projetos aprovados por ano diminuiu significativamente ao longo dos anos, com uma retomada no aumento dos valores a partir de 2013.

**Tabela 1 - Número de projetos e valores aprovados no Programa Subvenção Econômica da FINEP, 2007 a 2014.**

Ano	Número de projetos	Valor aprovado (R\$ milhões)	Valor médio por projeto (R\$ milhões)
2007	218	520,9	2,39
2008	139	394,5	3,75
2009	213	433,6	2,45
2010	252	517,0	2,07
2011	90	192,5	5,79
2012	48	64,1	10,85
2013	37	120,0	14,08
2014	78	252,8	6,68

Fonte: FINEP, elaboração própria.

#### **4. Metodologia**

A relação dos projetos apoiados pela FINEP no período de 2007 a 2014 foi obtida diretamente com a agência através da Lei de Acesso à Informação - LAI e traz diversas



informações sobre os projetos como proponente, CNAE, localidade, data de assinatura e término, valor contratado e título. Estes dados foram complementados com os dados disponibilizados pela FINEP na seção Transparência - Projetos Contratados em seu sítio eletrônico<sup>7</sup>, pelo Sistema de Informações Gerenciais de Ciência Tecnologia e Inovação – SIGCTI<sup>8</sup> e outras informações não disponíveis nestas bases de dados, solicitadas também via LAI, como o objetivo e resumo dos projetos contratados.

A classificação dos projetos do setor farmacêutico quanto a seu nível de incerteza foi realizada de acordo com o Quadro 2. Foram listados e classificados os tipos gerais de projetos de inovação realizados no setor, e estes receberam denominações genéricas. A importância dessa generalização consiste em padronizar a avaliação, de forma a obter um instrumento capaz de classificar tipos diversos de projetos e homogeneizar a descrição. Além disso, esta classificação é uma tentativa de avaliar os projetos principalmente de acordo com sua incerteza tecnológica, não sendo possível avaliar significativamente, a partir das informações disponíveis, outros aspectos como: potencial de mercado, importância econômica e social, dentro outros.

De modo a reduzir a subjetividade da classificação, após a listagem e classificação inicial, o quadro foi revisto e validado por diversos especialistas do setor<sup>9</sup> provenientes de diferentes áreas e institutos de pesquisa, tanto relacionadas a saúde e políticas públicas, quanto a áreas diretamente ligadas ao desenvolvimento de produtos farmacêuticos, como toxicologia e fitomedicamentos. Cada especialista realizou sua revisão de forma independente e de acordo com sua própria experiência, mas em um mesmo intervalo de tempo, e coube aos autores compilar as sugestões para a elaboração e formatação do quadro 2. Os especialistas fizeram sugestões relativas a inclusão de atividades e sua descrição e ao nível de incerteza aplicável a elas. Por fim, este quadro foi novamente enviado aos especialistas, para que pudessem fazer a validação final.

---

<sup>7</sup> <http://finep.gov.br/acesso-a-informacao-externo/transparencia/projetos-contratados>

<sup>8</sup> [sigcti.mct.gov.br/](http://sigcti.mct.gov.br/)

<sup>9</sup> Os revisores foram Carlos Alberto Tagliati, pesquisador de Toxicologia da Faculdade de Farmácia da UFMG; Gabriela Chaves Costa, pesquisadora do Núcleo de Assistência Farmacêutica da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz; Cristiane Mota Soares, tecnóloga em Saúde Pública na área de Fitomedicamentos em Farmanguinhos na Fundação Oswaldo Cruz; Josiely Gomes, Mestre em Bioquímica e Imunologia pela UFMG; Renan Gadoni Canaan, mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual pela UFMG. As autoras foram responsáveis pela compilação das sugestões e elaboração final do quadro.

**Quadro 2 - Nível de incerteza no setor farmacêutico**

Nível de incerteza	Tecnologia
<b>Muito alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de uma nova molécula com ação em um novo alvo molecular, objeto de patente, que seja o primeiro de uma indicação terapêutica ou que traga ganho para o tratamento em relação aos medicamentos já utilizados para a uma indicação terapêutica, com a comprovação de maior eficácia em relação aos medicamentos existentes para a mesma; mesma eficácia com diminuição significativa dos efeitos adversos; ou mesma eficácia com redução significativa do custo global de tratamento.</li> <li>- Desenvolvimento de medicamentos biológicos novos e seu processo de produção.</li> </ul>
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de nova molécula com ação em um alvo já estabelecido que seja objeto de patente e que traga ganho para o tratamento em relação aos medicamentos já utilizados para a mesma indicação terapêutica, com a comprovação de maior eficácia em relação aos medicamentos existentes para a mesma indicação terapêutica; mesma eficácia com diminuição significativa dos efeitos adversos; ou mesma eficácia com redução significativa do custo global de tratamento.</li> <li>- Desenvolvimento de um novo medicamento fitoterápico.</li> <li>- Prospecção de novos alvos moleculares: genes, biomarcadores, epílogos, receptores, dentre outros.</li> <li>- Novo processo biológico ou melhoria de processo existente para a obtenção de moléculas já conhecidas.</li> </ul>
<b>Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de um novo medicamento e/ou de um novo processo de produção para moléculas novas para a empresa, mas já comercializadas no mercado nacional ou internacional.</li> <li>- Nova formulação de princípio ativo já conhecido utilizando sistema de delivery inovador.</li> <li>- Desenvolvimento de um novo sistema de delivery baseado em tecnologias disruptivas, por exemplo, nanotecnologia.</li> <li>- Validação farmacológica de insumos farmacêuticos ativos vegetais para fitoterápicos e produtos tradicionais fitoterápicos (baseados em etnobotânica, uso popular e tradicional).</li> <li>- Caracterização e pesquisa relacionada a marcadores moleculares já identificados.</li> <li>- Nova associação de princípios ativos já comercializados no país.</li> <li>- Desenvolvimento de novo processo de síntese e produção de moléculas já conhecidas.</li> </ul>
<b>Baixa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de um medicamento genérico.</li> <li>- Desenvolvimento de novo sistema de <i>drug delivery</i> baseado em tecnologias já estabelecidas/tradicionais.</li> <li>- Nova formulação de princípio ativo já conhecido utilizando sistemas de delivery já estabelecidos.</li> <li>- Nova formulação de medicamentos fitoterápicos já disponíveis no mercado.</li> <li>- Caracterização dos insumos farmacêuticos ativos vegetais para fitoterápicos e produtos tradicionais fitoterápicos (baseados em etnobotânica, uso popular e tradicional). Inclui análises físico-químicas; desenvolvimento e validação de métodos analíticos, elaboração das monografias farmacopéicas.</li> <li>- Medicamento já comercializado pela empresa, em nova forma farmacêutica.</li> </ul>
<b>Muito baixa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequação de matérias primas fundamentais em um produto que requeiram certo esforço tecnológico.</li> <li>- Desenvolvimento de medicamento fitoterápico para registro simplificado na ANVISA.</li> <li>- Melhoramento das espécies vegetais utilizadas em produtos naturais envolvendo seleção das melhores condições de cultivo, melhoramento genético tradicional, visando melhorar o rendimento da planta.</li> <li>- Implantação de unidade fabril e/ou laboratório de pesquisa e desenvolvimento no setor farmacêutico.</li> <li>- Nova apresentação de medicamento já comercializado pela própria empresa, em uma mesma forma farmacêutica.</li> </ul>

Fonte: Elaboração dos autores a partir de Freeman e Soete (2008).

Após a elaboração deste quadro, os projetos individuais fornecidos pela FINEP foram classificados quanto a seu nível de incerteza. Para fazer a classificação dos projetos foi necessário conhecer um mínimo de informações sobre seu escopo e objetivos. Apenas o título não é suficiente para classificar o projeto, pois não tem suficiência descritiva e pode induzir a uma classificação equivocada.

## 5. Análise do aporte de recursos de subvenção econômica pela FINEP no setor farmacêutico de 2007 a 2014

### 5.1 Panorama geral

O montante de recursos de subvenção investido pela FINEP no setor farmacêutico no período analisado foi de R\$ 210,6 milhões, o que corresponde a 8,4% do montante total de recursos aportados em subvenção pela agência. Este montante foi aportado em 87 projetos e 60 empresas foram contempladas, o que mostra que algumas empresas contrataram mais de um projeto. A Tabela 2 traz um resumo dos dados.

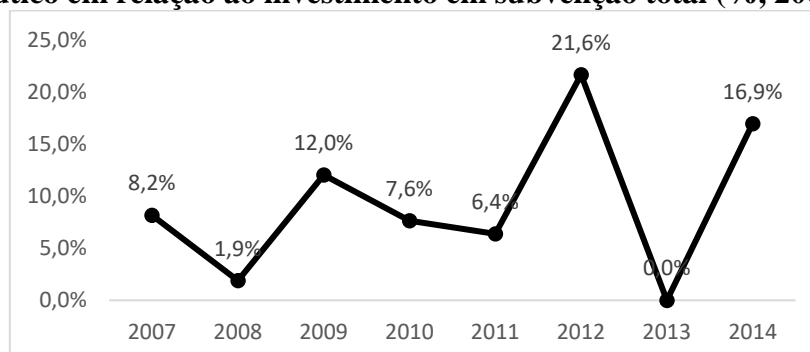
**Tabela 2 - Número de projetos e montante investido na subvenção econômica pela FINEP, 2007-2014.**

Setor	Número de projetos	%	Total	%
Farmacêutico	87	8,1	R\$ 210.636.558,53	8,4
Outros Setores	988	91,9	R\$ 2.284.717.205,71	91,6
Total	1075	100,0	R\$ 2.495.353.764,24	100,0

Fonte: Elaboração própria à partir de dados da FINEP, 2017.

O gráfico 1 apresenta a distribuição dos recursos aportados nos projetos do setor farmacêutico em relação ao total do investimento em subvenção. Como pode ser visualizado no gráfico, há uma grande variação ao longo dos anos. O setor farmacêutico é considerado estratégico em todas as políticas industriais recentes, chegando a receber um quinto dos recursos de subvenção da FINEP em 2012.

**Gráfico 1 – Investimento setorial – Investimento em subvenção no setor farmacêutico em relação ao investimento em subvenção total (% , 2007-2014)**



Fonte: Elaboração própria à partir de dados da FINEP.

Os projetos deste setor foram selecionados por meio de oito editais lançados em diferentes anos. São eles os editais Subvenção Econômica à Inovação de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010, nos quais o edital contempla várias áreas e o edital subvenção de

2013, ano em que começaram a ser lançados editais temáticos, neste caso dedicado a área de biotecnologia. Entre os anos de 2006 e 2007 houve também o edital Pesquisador na Empresa, já em 2013 houve o edital Inova Saúde, lançado no contexto do programa Inova Empresa. A Tabela 3 sumariza estas informações.

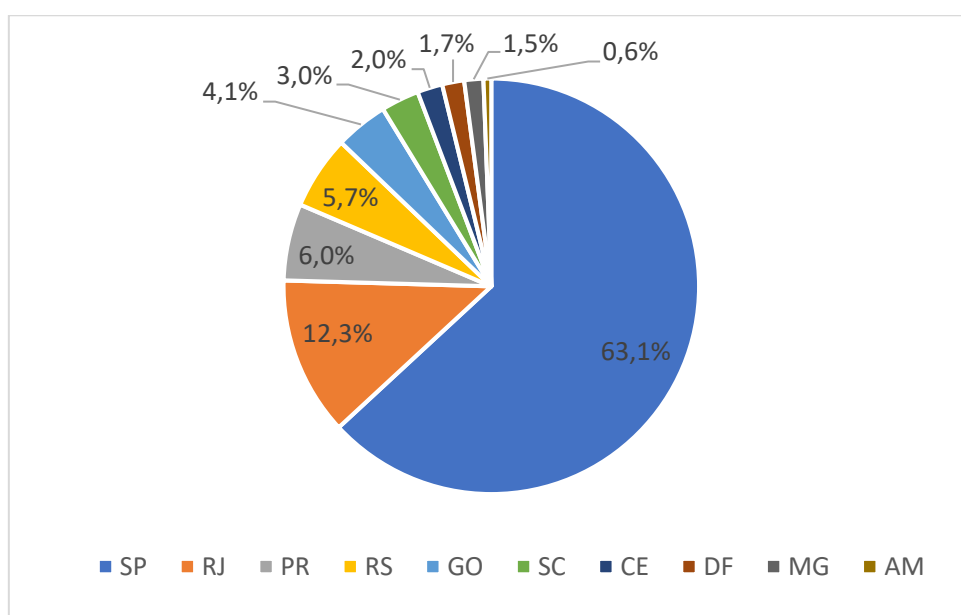
**Tabela 3 - Ano e número de projetos do setor farmacêutico contratados por edital**

Ano	Edital	Número de projetos contratados
2006/2007	Pesquisador na empresa	5
2006	Subvenção econômica à inovação 2006 (Áreas: Biotecnologia, Fármacos e Medicamentos e Geral)	8
2007	Subvenção econômica à inovação 2007	8
2008	Subvenção econômica à inovação 2008	28
2009	Subvenção econômica à inovação 2009 (Áreas: Saúde e Biotecnologia)	20
2010	Subvenção econômica à inovação 2010 (Áreas: Saúde e Biotecnologia)	10
2013	Subvenção econômica à inovação 2013 – Biotecnologia	1
2013	Inova Saúde	7
Total		87

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FINEP, 2017.

A maioria dos recursos foi destinada a região sudeste, principalmente ao estado de São Paulo, que recebeu 63,1% dos recursos (gráfico 2). Essa distribuição reflete a concentração das indústrias farmacêuticas neste estado. A região Centro Oeste, apesar de ter várias empresas do setor instaladas, foi a terceira região que mais recebeu recursos (5,8%), sendo precedida pela região Sul que recebeu 14,7% dos recursos.

**Gráfico 2 - Distribuição dos recursos de subvenção econômica para projetos do setor farmacêutico por UF**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FINEP, 2017.

Apesar da maioria das empresas (81,7%) ter contratado apenas um projeto, como mencionado anteriormente, algumas empresas receberam recursos mais de uma vez em diferentes projetos de subvenção. A Tabela 4 mostra o número de empresas por número de projetos contratados. As empresas com maior número de projetos contratados foram a Cristália, localizada em SP, e a Nortec Química, localizada no RJ, com 9 e 5 projetos respectivamente. É importante citar que a Cristália executa tanto a fabricação de medicamentos quanto a fabricação de farmoquímicos<sup>10</sup>, enquanto a Nortec é uma das principais produtoras de farmoquímicos do Brasil. Ambas as empresas possuem projetos de desenvolvimento de antirretrovirais, contratados em 2007, e a Cristália tem diversos projetos na área de medicamentos biológicos.

**Tabela 4 - Número de projetos contratados por empresa**

Número de projetos contratados	Número de empresas
9 projetos contratados	1
5 projetos contratados	1
3 projetos contratados	6
2 projetos contratados	3
1 projeto contratado	49
Total	60

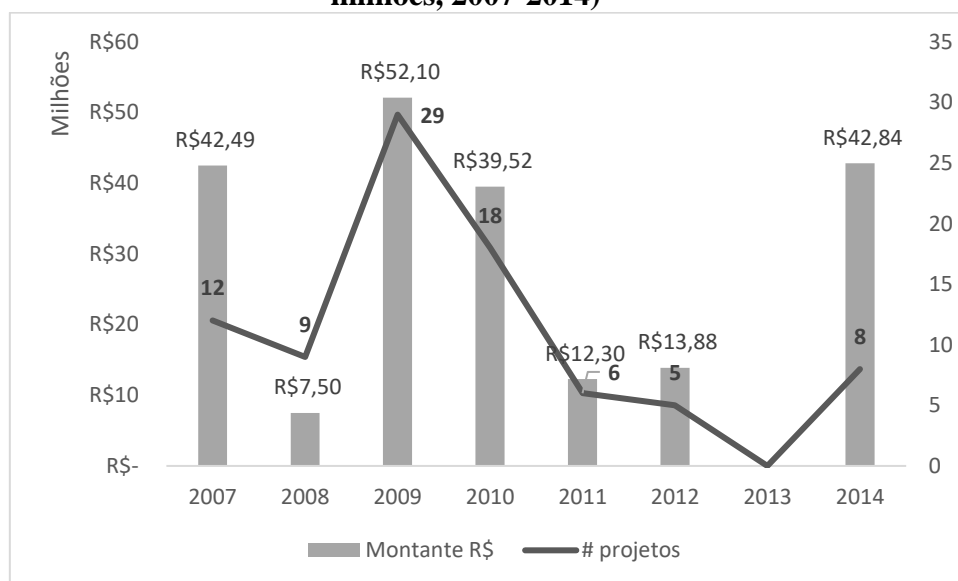
Fonte: Elaboração própria à partir de dados da FINEP, 2017.

## 5.2 Análise temporal

O valor investido pela FINEP no setor farmacêutico apresenta grande variação nos anos analisados, como mostra o Gráfico 3. O ápice de projetos e recursos aconteceu em 2009, com R\$ 52,1 milhões de recursos investidos em 29 projetos. Tais projetos foram contratados neste ano, porém foram selecionados em um edital anterior a essa data – o Edital de Subvenção Econômica de 2008 - o que indica que os investimentos públicos em inovação para este setor não foram afetados pela crise mundial que ocorreu entre 2008 e 2009. Os efeitos se pronunciam de maneira mais acentuada nos anos 2011 e 2012, onde houve uma diminuição relevante nos recursos públicos não-reembolsáveis investidos. Isso pode ser explicado pela ausência de editais de subvenção no ano de 2011, sendo que os projetos assinados nesses dois anos correspondem a projetos selecionados no edital de subvenção de 2010. Não houve nenhum projeto contratado em 2013, mas como foram lançados dois editais neste ano, alguns projetos foram contratados em 2014.

<sup>10</sup> Farmoquímicos são os princípios ativos utilizados na fabricação dos medicamentos.

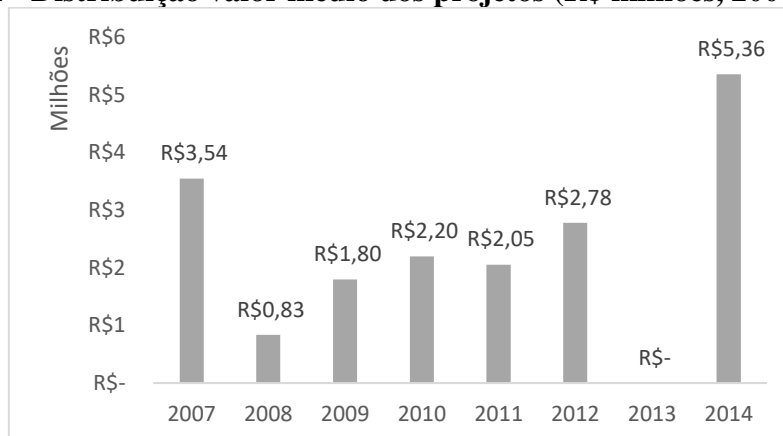
**Gráfico 3 - Distribuição dos recursos por ano e número de projetos apoiados (R\$ milhões, 2007-2014)**



Fonte: Elaboração própria à partir de dados da FINEP.

O valor médio dos projetos apresenta uma tendência crescente, atingindo um ápice em 2014, como mostra o gráfico 4. O alto valor médio dos projetos, de R\$ 2,4 milhões considerando todos os anos, reflete o alto volume de recursos necessários para o desenvolvimento de tecnologias neste setor.

**Gráfico 4 - Distribuição valor médio dos projetos (R\$ milhões, 2007-2014)**



Fonte: Elaboração própria à partir de dados da FINEP.

### 5.3 Nível de incerteza tecnológica dos projetos subvencionados

Para a análise do nível de incerteza, foi designado um número inteiro para cada um dos níveis de incerteza de Freeman e Soete (2008)<sup>11</sup>. Esse número varia entre 1 e 5, sendo 1 correspondente à categoria de menor incerteza e 5 à categoria de maior incerteza. A Tabela 5 mostra a distribuição das notas e a quantidade de projetos classificados em cada categoria.

<sup>11</sup> O nível de incerteza real não foi incluído, por estar associado a projetos de pesquisa básica, deste modo não sendo aplicável a projetos de subvenção.

Para se fazer a classificação do projeto é imprescindível informações mínimas sobre seu escopo, para se evitar uma classificação incoerente. Sendo assim, foi possível classificar apenas os projetos cujo objetivo ou resumo são conhecidos. Não foi possível obter tais informações para 34 projetos, pois, apesar de solicitado por meio da Lei de Acesso a Informação, o pedido para estes projetos foi negado sob alegação de proteção legal ao segredo comercial ou de empresa. Para apenas um projeto com o resumo a descrição não foi detalhada o suficiente para determinar o nível de incerteza.

Dentre os 52 projetos classificados, 20 (ou 23,0% do total) foram classificados como de alta incerteza, 21 (ou 24,1%) como de incerteza moderada, 9 (10,3%) com baixa incerteza e 2 (2,3%) de baixa incerteza. Os projetos receberam nota média de 3,13<sup>12</sup>, correspondente a uma incerteza moderada. Os projetos de incerteza alta corresponderam a novo processo biológico ou melhoria de processo existente para a obtenção de moléculas já conhecidas ou desenvolvimento de nova molécula com ação em um alvo já estabelecido que seja objeto de patente e que traga ganho para o tratamento em relação aos medicamentos já utilizados para a mesma indicação terapêutica, com a comprovação de maior eficácia em relação aos medicamentos existentes para a mesma indicação terapêutica; mesma eficácia com diminuição significativa dos efeitos adversos; ou mesma eficácia com redução significativa do custo global de tratamento.

**Tabela 5 - Nível de incerteza e a nota atribuída a eles, e o número de projetos classificados em cada categoria, de 2007 a 2014**

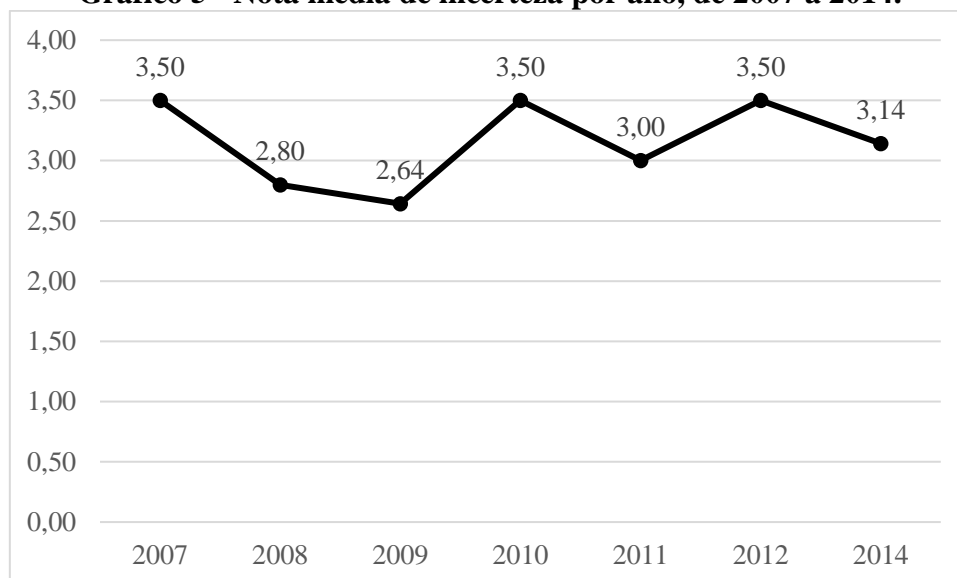
Nível de incerteza	Nota	# projetos	% sobre o total de projetos
Muito alta	5	0	0%
Alta	4	20	23,0%
Moderada	3	21	24,1%
Baixa	2	9	10,3%
Muito baixa	1	2	2,3%
<b>Total parcial</b>	-	<b>52</b>	<b>59,8%</b>
Não foi possível determinar pelo resumo/objetivo	-	1	1,2%
Indeterminado	-	34	38,6%
<b>Total Geral</b>		<b>87</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FINEP, 2017.

É interessante observar a variação da nota média de incerteza por ano, como mostra o gráfico 5. Nos anos de crise, 2008 e 2009, foram apoiados projetos de menor incerteza, o que é coerente com o comportamento do agente inovador que precisa lidar com as expectativas em relação ao futuro. Depois deste período, apesar de flutuações, a nota média de incerteza se mantém superior.

<sup>12</sup> A incerteza média foi calculada a partir da média ponderada. Os valores seriam o número designado para cada nível de incerteza (de 1 a 5) e os pesos corresponde ao número de projetos em cada nível de incerteza.

**Gráfico 5 - Nota média de incerteza por ano, de 2007 a 2014.**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FINEP, 2017.

## 6. Conclusão

O presente trabalho apresentou de forma pioneira um esforço em avaliar os projetos farmacêuticos de subvenção apoiados pela FINEP entre 2007-2014 de acordo com o grau de incerteza. Para isto foram analisados dados obtidos por meio da lei de acesso à informação e envolveu um esforço multidisciplinar de buscar junto à especialistas do setor a construção da metodologia para a classificação dos projetos.

A subvenção econômica para as empresas é um instrumento relativamente recente no Brasil, carecendo de estudos de avaliem seus resultados no fomento ao processo de inovação. Este trabalho se propôs a avaliar uma dimensão ainda pouco explorada que é a que concerne ao nível de incerteza envolvido nos projetos subvencionados. Como a subvenção se caracteriza por disponibilizar recursos não reembolsáveis, a principal recomendação é que este instrumento seja utilizado nos projetos ou etapas de maior incerteza e risco. Conforme apresentado no trabalho nenhum projeto envolveu alta incerteza, e projetos desta natureza são os que devem ser financiados com recursos públicos, já que o estado deve assumir um papel empreendedor na escolha dos projetos e áreas inovadores a serem incentivados, assumindo riscos mais elevados (Mazzucato, 2014). Neste sentido o trabalho corrobora resultado de Costa *et. al* (2013), que analisou 145 projetos de subvenção de diferentes áreas de 2006, 2007 e 2008 e encontrou a falta de foco em projetos inovadores.

A metodologia desenvolvida no trabalho foi utilizada *ex-post* na classificação do nível de incerteza e uma sugestão é que a mesma, após um refinamento, possa ser utilizada *ex-ante* na seleção dos projetos a serem contemplados pelos recursos da subvenção econômica. Como isto pode-se potencializar a aplicação dos recursos públicos no fomento à inovação, aplicando em tecnologias de maior risco, que não seriam desenvolvidas individualmente pelas empresas, caso o apoio não existisse (ROSENBERG, 1996). Sugere-se também que trabalhos semelhantes possam ser realizados em outras áreas do conhecimento, contando necessariamente com esforços de pesquisa multidisciplinares.



## Referências Bibliográficas

- ARROW, K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for invention. In: NELSON, R. *The rate and direction of inventive activity*. NBER: Princeton University Press, 1962, p.609-629.
- ARTHUR, B. W. Increasing returns and the new world of business. *Havard Business Review*, v. 4, p.100-109, 1996.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa de Inovação 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- CARNEY, M.; GEDAJLOVIC, E. East Asian Financial Systems and The Transition From Investment-Driven To Innovation-Driven Economic Development. *International Journal of Innovation Management*, v.4, n.3, p.253-276, 2000.
- CHRISTENSEN, J. L. The role of Finance in National System of Innovation. EM: LUNDVALL, B. *National Systems of Innovation*. London: Pinter Publishers, 1992.
- COSTA, A.A; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J.E. Análise da operação do instrumento de subvenção econômica à inovação no Brasil. *Conferência Internacional LALICS 2013* “Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas de CTI para um Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável” 11 e 12 de Novembro, 2013 – Rio de Janeiro, Brasil
- DOSI *et al.* *Technical change and economic theory*. London and New York: Pinter Publisher, 1988.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2008.
- FRENKEL, J. Sistemas de apoio fiscal-crediticio ao risco tecnológico e à competitividade. Em: *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: Unicamp, 1993.
- GIUDICI, S.; PALEARI, S. The Provision of Finance to Innovation: A Survey Conducted among Italian Technology-based Small Firms. *Small Business Economics*, n.14, p. 37–53, 2000.
- GUINET, J. *National systems for financing innovation*, Paris: Head of Publications Service, OCDE, 1995.
- HALL, B, H.; LERNER, J. The financing of R&D and innovation. IN: HALL, B.H; ROSENBERG, N. *HANDBOOK OF THE ECONOMICS OF INNOVATION*, Amsterdam: Elsevier, 2010.
- HALL, B. The financing of research and development. *Oxfod Review of Economic Polily*, v.18, n.1, p.35-51, 2002.
- INTERFARMA. *Guia Interfarma 2017*. Interfarma, São Paulo, 2017. Disponível em <https://www.interfarma.org.br/guia/guia-2017/apresentacao/>.
- JIANG, X.; WANG, L. Process and risk analyses about enterprises technological innovation. *Chinese Business Review*, v.6, n.3, p. 49-54, 2007.
- LEONEL, S. G. Mitos e verdades sobre a indústria de venture capital. 2014. 198 f. *Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais*, Belo Horizonte, 2014. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/AMSA-9K9LVA>>.

- LONGO, W.P.; KRAHE, P.R.; MARINHO, V.M.C. Incentivos governamentais não fiscais: estratégia para fomentar a inovação tecnológica. Rio de Janeiro: FIRJAN, *Cadernos de Tecnologia*, v.2, 2002.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M.D.; GREEN, J.R. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University Press, 1995.
- MAZZUCATO, M. Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 22, n. 4, julho, 2013, p. 851-867.
- \_\_\_\_\_. *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs setor privado*. São Paulo: Portfólio-Penguin, 2014.
- MONTALBAN, M.; SAKINC, M. E. Financialization and productive models in the pharmaceutical industry. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 22, n. 4, julho, 2013, p. 981–1030.
- NAKAMURA, L. Intangibles: What put the new in the New Economy? *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*, July/August, 1999.
- O’ SULLIVAN. Finance and Innovation. IN: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R., R. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- ROSENBERG, N. *Uncertainty and technological change*. Conference Series, Federal Reserve Bank of Boston, 1996.
- PENEDO, M. The problem of private under-investment in innovation: a policy mind map. *Technovation*, v.28, p.518-530, 2008.