

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# Financiamento da inovação e mudança tecnológica: os impactos da subvenção econômica na maturidade tecnológica (TRL) de projetos de P, D&I

Márcia Carolina Araújo Rodrigues  
Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
[marcia.admpi@gmail.com](mailto:marcia.admpi@gmail.com)

Carlos Dias Chaym  
Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
[carlodiaschaym@gmail.com](mailto:carlodiaschaym@gmail.com)

Paolo Giuseppe Lima de Araújo  
Universidade Estadual do Ceará  
[paolo.araujo@uece.br](mailto:paolo.araujo@uece.br)

## Resumo

Compreender os vínculos entre o financiamento da inovação no amadurecimento tecnológico e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico é de fundamental importância tanto para investidores, quanto para inovadores. O caráter eminentemente imediatista dos investidores privados fortalece o papel dos investidores públicos como impulsionadores de inovações com maior risco envolvido. O setor público vem se destacando no financiamento da inovação pela maior disponibilidade de aportes de recursos em projetos nascentes de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I), embora seu papel ainda seja pouco valorizado. O presente estudo se propõe a investigar as conexões entre subvenção econômica, maturidade tecnológica de inovações que receberam investimento público e aprendizagem organizacional a partir dos projetos financiados pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP). O percurso metodológico consistiu em uma abordagem mista de cunho descritivo-explicativo e delineamento *ex-post facto*. Foi realizada uma *survey* com recorte transversal em empresas que receberam financiamento para inovação. Os dados gerados foram analisados por meio de uma análise fatorial exploratória, de uma regressão linear múltipla e de uma análise de variância, respectivamente. Os resultados mostram que o ecossistema de inovação estudado apresentou fragilidades que requerem mudanças nas políticas públicas e privadas. Os resultados mostraram ainda que o aprendizado não foi influenciado diretamente pelo financiamento, embora haja um impacto positivo do financiamento e do aprendizado acumulado nos projetos inovadores. A pesquisa mostrou ainda uma relação direta entre financiamento e maturidade dos projetos, mas não com o acúmulo de conhecimento.

### Palavras chaves

Financiamento da Inovação. Maturidade Tecnológica. Aprendizado Organizacional.

## 1. Introdução

É cada vez menos concebível falar de geração de inovações sem abordar aspectos relacionados ao investimento financeiro. A literatura que versa sobre inovação vem referenciando essa condição, aludindo para a pertinência de compreender o papel de entidades públicas e privadas neste processo (Bueno & Torkomian, 2014; Hong, Feng, Wu, & Wang, 2016; Kerr, & Nanda, 2015; Mazzucato, 2014; Prianichnikov, 2013; Szczgielski et al., 2016).

Os estudos mais recentes vem seguindo uma agenda ampla de discussões como por exemplo a relação entre o potencial de inovação efetivo das empresas e o financiamento (Nunes, Queiroz, & Furukava, 2016), outros lançam luz sob questões teóricas e empíricas que antecedem boas práticas de gestores públicos e privados em relação ao financiamento das inovações (Figueiredo, 2004; Calmanovici, 2011; CNI, 2016) e outros buscam compreender o caminho prático percorrido pelo financiamento, do aporte ao efetivo desenvolvimento tecnológico (Morais, 2008; Negri, & Kubota, 2008; Pinho, 2016). Investigar o percurso do financiamento de inovações em suas várias etapas, do aporte inicial ao momento em que a nova tecnologia é comercializada, é uma atividade complexa e imbricada. Compreender os mecanismos que interferem nesse processo e em como os atores se relacionam e influenciam mutuamente é de fundamental importância para aumentar a eficiência e impacto do financiamento.

Partindo do ponto de vista da inovação, Lazonick e Mazzucato (2013) sugerem nível de incerteza, prazo de entrega de resultados, coletividade e cumulatividade como sendo as principais variáveis que interferem na relação com o investimento. Projetos com alto grau de incerteza tendem a receber menos atenção de investidores. O mesmo acontece com aqueles cuja previsão de efetivação se dê no longo prazo, em contraste com o perfil mais imediatista de alguns investidores. A coletividade, por sua vez, refere-se ao conjunto de elementos que devem ser sincronizados para que surja a inovação. Quanto maior o número de atores necessários, maior será o risco envolvido. O quarto fator está ligado ao conhecimento adquirido pela organização ao longo do tempo. Empresas com alta cumulatividade tendem a ser mais eficientes no uso do financiamento.

Por possuir linhas de financiamento não-reembolsáveis em pesquisa, desenvolvimento & inovação (P,D&I), o Estado tem papel fundamental no fomento a projetos de alto risco. Considerando a pertinência de investigar a atuação estatal para a promoção da inovação, o presente estudo parte da seguinte questão de pesquisa: quais as relações entre financiamento público, maturidade tecnológica dos projetos financiados e aprendizado tecnológico das respectivas organizações? Para respondê-la, realizou-se uma análise *ex post* dos resultados obtidos pelo Governo do Estado do Ceará/Brasil ao financiar atividades inovadoras e das possibilidades de melhor avaliar a eficiência desse processo.

O objetivo geral do presente estudo foi verificar as relações existentes entre a subvenção econômica concedida pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos por ela financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas. Como objetivos específicos, tem-se: a) Identificar a relação do financiamento público por meio de subvenção econômica com o aprendizado tecnológico da organização financiada; b) Descrever a influência do financiamento público na mudança tecnológica do projeto financiado e; c) Discriminar o vínculo do aprendizado organizacional com a mudança tecnológica.

Este trabalho busca contribuir com o diálogo dos gestores públicos e privados com a inovação por meio do papel do financiamento público, contribuindo com a ampliação dos debates acadêmicos e gerenciais inerentes à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I).

## **2. Referencial Teórico**

### ***2.1 Financiamento externo da inovação***

Grande parte dos caminhos que levam à inovação passam inevitavelmente pelo financiamento externo, seja público ou privado. Quando um país busca o desenvolvimento econômico de longo prazo através da inovação, deve destinar uma quantidade significativa de recursos para projetos

nascentes (Freeman, & Soete, 2008). Uma estratégia eficaz seria a identificação dos potenciais que o país possui e realizar um diálogo destes com a ciência e tecnologia, de modo a impulsionar o avanço econômico. Calmanovici (2011) enfatiza a relevância da promoção da cultura da inovação desde o nível micro (apoio às atividades de P&D nas empresas e nas universidades) até um conjunto de políticas públicas para a inovação, no nível macro. Nesta seara, os riscos, incertezas, ausência de preparo técnico ou gerencial e a escassez de recursos são fatores que afetam diretamente a probabilidade de se obter financiamento (Bell, & Figueiredo, 2012).

O financiamento privado externo tem um caráter mais dinâmico de investimentos se comparado com o financiamento público. Uma análise mais aprofundada desse processo, ainda, revela distintos direcionamentos estratégicos destes tipos de financiamento. Se por um lado o financiamento próprio da inovação permite uma expectativa de longo prazo no retorno do capital investido (e, por isso, é mais tolerante às incertezas); por outro, o investidor externo possui um caráter primordialmente especulativo e focado no retorno pecuniário, o que pelo menos implicitamente leva a um perfil mais imediatista de expectativa de retorno do capital investido (Chesnais; & Sauviat, 2006). Conforme Rasmussen e Sorheim (2012), por causa dessa característica, o financiamento externo privado tende a acontecer “nos estágios mais tardios do desenvolvimento, quando a empresa já alcançou marcos iniciais, como verificação tecnológica e primeiras vendas, e já são capazes de atrair investidores de venture capital” (p. 78).

É possível notar que esse perfil imediatista do investidor externo privado causa um enviesamento nos financiamentos de projetos inovadores, havendo menor oferta de investimento para projetos em fase inicial de desenvolvimento. Com efeito, o investimento público tem seu papel destacado em relação aos projetos em estágios mais embrionário de desenvolvimento e, portanto, com maior grau de incerteza e expectativa de retorno.

Mesmo considerando a complexidade e dificuldade de se criar políticas eficazes de financiamento da inovação, há uma tendência em alguns países em deturpar os esforços públicos para criar um ambiente de inovação adequado. Análises injustas podem surgir ao comparar o financiamento público com o privado sem considerar a maior tolerância ao risco apresentada pela primeira modalidade (Mazzucato, 2014). Assim, o financiamento público deveria ser visto como o principal apoiador de projetos mais desbravadores que, posteriormente, abrirão espaço para investimentos privados mais imediatistas. É possível inferir a importância que o poder público tem ao investir “no lado P” da P&D para que futuramente surjam investimentos no “lado D”, de modo complementar.

Partindo do pressuposto embasado pela literatura de referência de que, com uma maior disponibilidade de recursos financeiros, a empresa que visa o desenvolvimento de projetos de PD&I buscará primordialmente a aquisição de competências e conhecimentos que projetem sua capacidade rumo à fronteira tecnológica, elaboramos as hipóteses 1 e 2 que foram testadas pela presente pesquisa:

H<sub>1</sub>: o financiamento da inovação influencia positivamente o aprendizado organizacional.

H<sub>2</sub>: o financiamento da inovação influencia positivamente a mudança tecnológica.

## ***2.2 Mudança, capacidade e maturidade tecnológica***

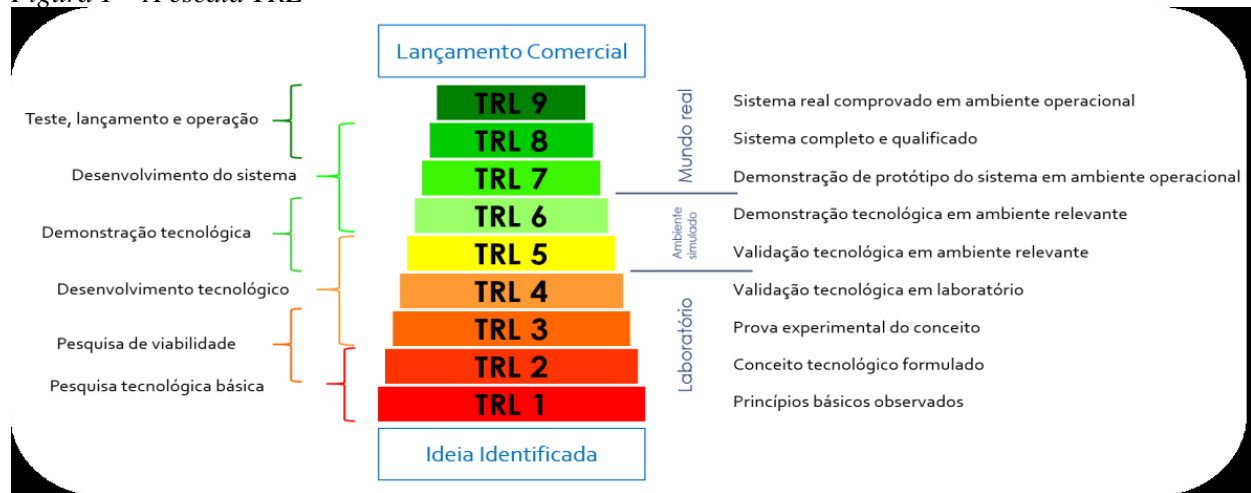
Conforme Bell e Pavitt (1995), embora a aquisição de maquinário tecnologicamente melhorado tenha influência na eficiência produtiva, é na capacidade interna de gerar e gerir a mudança que está o principal fator de mudança técnica. Partindo da Visão Baseada em Recursos (VBR) apresentada originalmente por Penrose (1959), Bell e Pavitt (1995) propuseram um framework onde a

acumulação e a capacidade tecnológicas são condições antecedentes à inovação. A capacidade tecnológica é definida pelos recursos necessários para gerar e gerir a mudança técnica, sendo sua natureza difusa, cumulativa, intrínseca à empresa ou localidade onde é encontrada, incorporada às pessoas e aos sistemas organizacionais (Figueiredo, 2005).

Nesse contexto, as fontes de capacidade tecnológica nas economias industrializadas vão diferir conforme o setor produtivo e podem ser segmentadas, em cinco categorias. A primeira delas é a das empresas dominadas por fornecedores, que veem a maior parte da mudança técnica advir dos fornecedores. A segunda categoria trata das empresas intensivas em escala, nas quais a fonte de mudança técnica é originada da engenharia e experiência de produção, bem como dos fornecedores. Na terceira categoria estão contidas as empresas intensivas em informação, as quais têm como principais fontes de mudança técnica a experiência operacional e os fornecedores de sistemas de informação. A quarta categoria engloba as empresas baseadas em ciência, que possuem nos laboratórios de P&D e nas pesquisas acadêmicas sua principal fonte de mudança técnica. Por fim, a quinta categoria é representada pelas empresas fornecedoras especializadas, que fornecem insumos para complexos sistemas produtivos e tem como fonte de mudança técnica o desenho, a construção e o próprio uso que seus clientes dão aos equipamentos por elas fornecidos (Bell, & Pavitt, 1995).

Independente da fonte de capacidade tecnológica, as organizações possuem níveis diferentes de maturidade tecnológica e mensurá-la nem sempre é tarefa fácil. É possível encontrar diversas escalas que se propõem a realizar tal mensuração, com destaque para a *Technology Readiness Levels* (TRL), escala desenvolvida pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). A TRL busca mensurar o progresso de uma tecnologia indo desde a pesquisa mais basilar até o funcionamento pleno e, por ser uma das mais completas, foi utilizada no presente estudo. A figura a seguir ilustra os nove níveis da TRL:

Figura 1 – A escala TRL



Fonte: adaptado da NBR ISO 162690 (2015)

### 2.3 Aprendizado tecnológico organizacional

O aprendizado é um construto processual que vem sendo objeto de estudos de várias áreas tais como a psicologia, a sociologia, a educação e a administração, por exemplo. Para Nonaka, Toyama & Konno (2000) “a informação torna-se conhecimento quando é interpretada por indivíduos, considera um contexto e ancora-se em crenças e compromissos individuais” (p. 7). Aprender a lidar com todas as minúcias do processo de incorporação ou desenvolvimento de uma tecnologia

envolve capacidades, habilidades, competências e atitudes específicas ao contexto e natureza do trabalho a ser realizado e é um processo relacionado à capacidade de aprendizagem e inevitavelmente influenciado por conhecimentos anteriores.

A formalização do conhecimento, conforme Bell, & Pavitt (1995), embora seja uma forma mais segura de transmissão e aprendizagem, acaba por não acompanhar a velocidade e a complexidade das mudanças que ocorrem nas organizações. Para Takeuchi, & Nonaka (2008), o conhecimento tácito exerce um papel capaz de ocupar essa lacuna ao ser mais facilmente transmissível, embora com maior fragilidade quanto a reprodução exata de seu conteúdo. O modo com as organizações aprende também interfere no processo (Câmara & Brasil, 2015). Empresas que adquirem novas tecnologias não necessariamente estarão no mesmo patamar de domínio tecnológico após um determinado tempo (Lall, 2005).

Para entender a dinâmica de aprendizado das organizações, três componentes basilares devem ser analisados: a conversão entre conhecimento tácito e explícito, aspectos contextuais onde tal processo ocorre e os inputs, outputs e moderadores dele (Nonaka, et al. 2000). A criação do conhecimento inicia com a interação informal e aberta entre os indivíduos que estão fisicamente próximos em um contexto físico no qual é compartilhado e utilizado (Takeuchi, & Nonaka, 2008).

Outra taxonomia bastante utilizada para categorizar os tipos de conhecimento foi proposta por Lundvall e Johnson (1994). A classificação prevê a divisão em quatro categorias, compostas por a) *know-what*, o tipo de conhecimento que geralmente é chamado de informação; b) *know-why*, os princípios e leis naturais que regem o fenômeno observado; c) *know-who*, as relações envolvidas no fenômeno e d) *know-how*, a capacidade de fazer diferentes atividades em um nível prático. Kim, & Nelson (2005), a capacidade de aprendizagem tem relação direta com o tempo, o risco e os custos envolvidos na busca pelo domínio do conhecimento.

Por fim, o trabalho de Figueiredo (2001) vem sendo amplamente utilizado para mensuração do aprendizado tecnológico por mensurar quatro dimensões: aquisição externa, aquisição interna, socialização e codificação do conhecimento. Foi com base neste referencial teórico que se formulou a terceira hipótese a ser investigada:

H<sub>3</sub>: o aprendizado tecnológico influencia positivamente a mudança tecnológica.

### **3. Metodologia**

#### ***3.1 Seleção dos sujeitos***

A pesquisa de campo contou com duas categorias de respondentes: especialistas, para validar o questionário; os respondentes do questionário, na fase de coleta de dados primários. Foi aplicada uma entrevista semiestruturada com três especialistas (das áreas de biotecnologias, tecnologia da informação e comunicação e gestão da inovação), sendo utilizado como critério para a escolha: i. ter pelo menos três anos de atuação em suas respectivas áreas; ii. já ter participado de pelo menos um projeto de desenvolvimento tecnológico. Esta etapa buscou a validação do conteúdo e da adaptação na linguagem utilizada na escala de mensuração da maturidade tecnológica (TRL) dos projetos financiados (EARTO, 2014).

#### ***3.2 Coleta, tratamento dos dados e operacionalização dos construtos***

Foi realizado uma survey com recorte transversal, uma vez que através dela se consegue um bom número de variáveis quantificáveis, permitindo a construção de modelos explicativos (Babbie,

2003). A aplicação do questionário se deu tanto de forma presencial (27 respondentes) quanto de forma virtual via correio eletrônico (13 respondentes). Os cinco primeiros respondentes foram abordados presencialmente a título de pré-teste do questionário e, posteriormente, realizado os ajustes pertinentes antes de seguir para os demais respondentes.

As hipóteses levantadas conforme a questão norteadora da presente pesquisa conduziram à elaboração do objetivo geral: verificar as relações existentes entre a subvenção econômica concedida pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos por ela financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas. O suporte teórico tomado como base para a formulação de cada uma das hipóteses consideradas, bem como os respectivos objetivos específicos do estudo a elas vinculados e sua descrição matemática são apresentados na figura a seguir:

Figura 2 – Suporte teórico das hipóteses

Hipóteses		Suporte Teórico
Descrição Textual	Descrição Matemática	
$H_1$ : o financiamento da inovação influencia positivamente o aprendizado organizacional	$\alpha_{11} > 0$	Nelson (1959); Arrow (1962); Hall e Lerner (2010); Lazonick e Mazzucato (2014)
$H_2$ : o financiamento da inovação influencia positivamente a mudança tecnológica	$\alpha_{22} > 0$	Nelson (1959); Arrow (1962); Hall e Lerner (2010); Lazonick e Mazzucato (2014); Bell e Pavitt (1995)
$H_3$ : o aprendizado organizacional influencia positivamente a mudança tecnológica	$\alpha_{21} > 0$	Cohen e Levinthal (1990); Lundvall e Johnson (1994); Bell e Pavitt (1995); Nonaka e Takeuchi (1995); Nonaka, Toyama e Konno (2000); Lundvall (2001); Kim e Nelson (2005); Lall (2005); Takeuchi e Nonaka (2008); Bell e Figueiredo (2012)

Fonte: elaboração própria

Como o modelo empírico visou obter explicações sobre como o financiamento recebido (construto observável refletivo) afetou o aprendizado organizacional (construto latente formativo) e a mudança tecnológica (construto latente formativo), buscou-se suporte teórico em Costa (2011), conforme descrito na Figura 3:

Figura 3 – Operacionalização dos construtos

Variáveis / Construtos	Operacionalização
Financiamento (FI)	Variável independente observável por meio do valor bruto da subvenção recebida pelos projetos.
Aprendizado Organizacional (AO)	Mensurado, usando as seguintes variáveis observáveis: i) aquisição interna de conhecimento; ii) aquisição externa de conhecimento; iii) socialização do conhecimento e iv) codificação do conhecimento (FIGUEIREDO, 2001; 2004; SILVA-JUNIOR, 2013).
Mudança Tecnológica (MT)	Operacionalizada conforme adaptação da escala <i>TRL</i> , considerando: i) o índice de totalidade do nível de <i>TRL</i> antes do financiamento e ii) a respectiva totalidade do nível de <i>TRL</i> no momento da coleta dos dados (NOLTE; KENNEDY; DZIEGIEL, 2003; MANKINS, 2009; CATARINO, 2014; ISO, 2015).

Fonte: elaboração própria.

O Financiamento (FI) da inovação é um dado objetivo e foi coletado de fonte secundária, a partir das informações cedidas pela FUNCAP. Para mensurar o Aprendizado Organizacional (AO), utilizou-se a escala validada por Silva-Júnior (2013) com base em Figueiredo (2001). Quanto à Mudança Tecnológica (MT), utilizou-se como parâmetro a aplicação da escala TRL (Mankins, 2009; ISO, 2015) de mensuração da maturidade tecnológica, validada por Catarino (2014).

### **3.3 Tratamento dos dados e análise**

Os dados coletados oriundos dos questionários foram tabulados em planilha eletrônica de modo a fornecer *input* para a realização de uma análise de Regressão Linear e posteriormente de uma Análise de Variância (ANOVA) com o auxílio do software IBM SPSS v. 22.

Utilizou-se aqui uma Regressão Linear Múltipla conforme Field (2009), para que fosse analisado a forma como a maturidade tecnológica pode ser prevista pelo financiamento e pelo aprendizado tecnológico. Optou-se por este método pois ele permite testar o poder preditivo entre variáveis através de uma função matemática que descreva o comportamento da variável dependente em função dos valores conhecidos de uma ou mais variáveis independentes (Corrar, Paulo, & Dias Filho, 2014). Já a ANOVA unidirecional foi utilizada para verificar as relações entre financiamento e maturidade tecnológica, bem como para verificar a distinção das médias da evolução tecnológica antes e depois do financiamento e também das médias da evolução geral e temporal da maturidade tecnológica.

## **4. Análise e Discussão dos Resultados**

### **4.1 Descrição dos projetos**

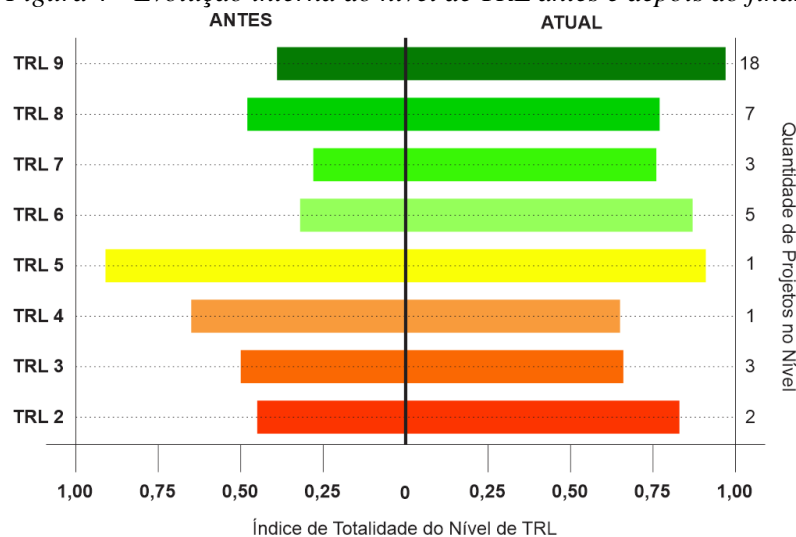
A amostra composta pelos 40 projetos está distribuída em 8 áreas temáticas. A definição e o agrupamento das áreas seguem a classificação utilizada pela FUNCAP e é declarada no corpo dos editais. As áreas temáticas com maior concentração de projetos são: Saúde, Biotecnologia, Alimentos e Fármacos (35% da amostra); Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC (23% da amostra); e Agronegócio (15% da amostra).

Em relação ao nível de maturidade tecnológica, os projetos encontram-se em sua maioria na TRL 9, que agrupa 45% dos projetos, os quais obtiveram a maior evolução média da TRL dentro do nível, como pode ser verificado na Figura 4.

Os projetos analisados apresentavam um índice médio de maturidade de 39% antes do financiamento e 97% no momento da coleta dos dados, o que representa uma evolução de 58%. Os 7 projetos da TRL 8, por sua vez, apresentavam índice médio de maturidade de 48% antes do financiamento e 77% no momento da coleta dos dados, com evolução interna de 29%. Já os 3 projetos que se encontram na TRL 7, agrupam o terceiro melhor índice de evolução dentro do nível com 48%, já que antes do financiamento apresentavam 28% e 76% posteriormente. A TRL 6, por sua vez, reuniu os projetos com o segundo melhor índice de evolução no período, com índice de 32% antes do financiamento e 87% após (evolução de 55%). Cabe lembrar, que o índice geral de maturidade foi calculado tanto para metrificar o status de maturidade da tecnologia antes do financiamento e no momento da coleta dos dados, de forma que a maturidade anterior foi representada pela variável TRL\_A e a maturidade no momento atual pela variável TRL\_D, sendo a variável TRL\_EVOL representativa da evolução no período e obtida pela subtração da TRL\_D pela TRL\_A.



Figura 4 - Evolução interna do nível de TRL antes e depois do financiamento



Fonte: Elaboração própria

Quanto a evolução da maturidade relativa às áreas temáticas dos projetos, a área temática relativa ao setor têxtil, calçadista e moveleiro acumulou a maior melhora no índice de TRL, com 67% de evolução obtido por um único projeto. A área dos projetos de TIC obteve o segundo melhor desempenho, com 56% em seus 10 projetos, enquanto a construção civil obteve a terceira melhor evolução com 55% também para um único projeto.

#### 4.2 Atendimento aos pressupostos das análises multivariadas

Para o diagnóstico da normalidade dos dados, realizou-se os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, que demonstraram resultados satisfatórios para um nível de significância  $p > 0,05$ , apenas para a variável Evolução Geral da TRL.

No caso da linearidade e homocedasticidade, verificou-se que os gráficos de dispersão não demonstraram anomalias, apresentando uma distribuição aleatória e não concentrada dos dados.

No teste de Pearson e verificou-se os valores do Variance Inflation Factor (VIF) para confirmar a multicolinearidade, que não demonstrou significância estatística no intervalo de confiança, bem como não obteve valores VIF acima de 10 nos diagnósticos de colinearidade, como recomendado por Corrar, Paulo e Dias Filho (2014).

#### 4.3 A relação da subvenção econômica com o aprendizado tecnológico organizacional (H1)

Para verificar o relacionamento entre o financiamento concedido pela FUNCAP aos projetos de PD&I por meio de subvenção econômica, buscou-se a realização de testes que permitam estabelecer a correlação e o poder preditivo entre o financiamento e o aprendizado das organizações.

O primeiro procedimento realizado foi uma análise fatorial exploratória para agrupar as 22 variáveis da escala de aprendizado organizacional em fatores que permitissem a construção de um modelo relacional com o financiamento. As extrações foram realizadas com base no autovalor (sem forçar a quantidade de fatores) e com uso da rotação varimax, com o objetivo de maximizar a dispersão das cargas das variáveis por todos os fatores. A extração final resultou na permanência de sete variáveis agrupadas em três fatores conforme descrito na Tabela 1.

*Tabela 1: - Aprendizado - fatores gerados Matriz de componente rotativa*

	Componente		
	Aprendizado Externo (Fator1)	Desenvolvimento Conjunto (Fator 2)	Aprendizado Interno (Fator3)
Aquisição de Tecnologia Externa AO_AE_TEX	,950		
Solução Compartilhada de Problemas AO_SO_SCP	,787		
Visitas ao Exterior AO_SO_VEX	,930		
Desenvolvimento de Projetos com Clientes AO_AE_DPC		,818	
Desenvolvimento de Projetos com Parceiros AO_AE_DPP		,862	
Aprendendo pelas Rotinas AO_AI_APR			,890
Ferramentas de Disseminação do Conhecimento AO_SO_FDC			,815

Fonte: Elaboração própria

A extração mostrou um adequado ajuste de amostragem com o índice KMO de 0,583, variância explicada acumulada de 84%, Sig. a 0,000 e Alfa de Cronbach da escala em 0,717, medidas que segundo Field (2009) são aceitáveis. Ao se encontrar três fatores relacionados ao aprendizado organizacional, a primeira hipótese (H1) foi subdividida em:

- H1a: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Aprendizado Externo;
- H1b: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Desenvolvimento Conjunto;
- H1c: O Financiamento da inovação impacta positivamente sobre o Aprendizado Interno.

Após o agrupamento, procedeu-se à realização das regressões lineares para verificar a significância do impacto do financiamento em cada um dos fatores. Assim, tomou-se a relação do financiamento recebido com o Fator 1 e verificou-se não afetou esse tipo de aprendizado, já que o Sig. da ANOVA apresentou índice acima do aceitável com 0,237 e houve um baixo poder explicativo na relação, com  $R^2$  (0,191).

Testou-se a relação do financiamento recebido com o Fator 2 e verificou-se que não afetou o desenvolvimento conjunto, já que o Sig. da ANOVA apresentou índice acima do aceitável (0,451) e um poder de explicação ainda menor ( $R^2=0,015$ ).

Por fim, testou-se a relação do financiamento com o Fator 3 e foi possível concluir que também não houve relacionamento positivo, haja vista o Sig. da ANOVA, assim como nos demais casos, também ficar acima de 0,05 e o  $R^2 = 0,028$ .

Como a verificação da relação do financiamento com o aprendizado organizacional deu-se de forma relativa apenas ao momento atual da empresa, não considerando a evolução temporal entre o antes e depois do recebimento do financiamento, não foi realizada a verificação da diferença de médias entre o aprendizado acumulado antes e depois do financiamento. Tendo em vista esta limitação, os testes realizados com a amostra considerada não permitem, portanto, a confirmação da hipótese de que o financiamento por meio de subvenção econômica influencia positivamente o aprendizado organizacional.

#### ***4.4 A influência da subvenção econômica na mudança tecnológica dos projetos financiados (H2)***

A segunda hipótese buscou confirmar que o financiamento público não-reembolsável influencia positivamente a maturidade tecnológica dos projetos. Realizou-se transformação dos dados para a obtenção de duas variáveis distintas, representativas do índice de totalidade da TRL em cada

projeto, com poder de representação da maturidade antes do financiamento e no momento da aplicação do questionário. Tais variáveis foram intituladas respectivamente de TRL\_A e TRL\_D, ambas calculadas pela divisão do somatório das respostas de cada item do questionário pelo total possível de ser obtido, compondo uma representação percentual do quanto cada projeto está próximo ou distante da completude do nível indicado. Assim, quanto mais próximo de 1, mais próximo o projeto se encontra de passar para o nível seguinte de maturidade.

Observou-se pelos testes que não há igualdade de variância entre os dois grupos, o que permite afirmar que o nível de totalidade da TRL antes do financiamento é significativamente diferente do nível de TRL no momento da coleta dos dados.

Criou-se uma variável representativa da evolução geral da TRL em cada projeto. Esta variável foi denominada TRL\_EVOL e seu cálculo deu-se pela subtração do coeficiente de totalidade da TRL no momento da coleta dos dados (TRL\_D) pelo coeficiente de totalidade antes do financiamento (TRL\_A). Também foi criada uma variável representativa da evolução temporal da TRL, denominada de TRL\_EVOLT, resultado da divisão da TRL\_EVOL pela quantidade de meses decorridos entre a contratação do projeto e a aplicação do questionário junto ao respondente.

Testou-se também a diferença de médias entre TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT. Os testes demonstram que não há igualdade de variância entre os dois grupos, o que permite afirmar que a evolução da TRL no tempo ocorreu de forma distinta da evolução geral da TRL (TRL\_EVOL).

Buscou-se então verificar o aceite da hipótese proposta com a realização de uma ANOVA unidirecional para testar o impacto do financiamento na maturidade tecnológica dos projetos. Para tanto, dividiu-se os projetos em dois grupos tomando-se a mediana do valor bruto financiado como parâmetro de corte: 20 projetos ficaram no primeiro grupo, composto pelos que receberam até R\$ 267.150,00 e 20 no segundo grupo, aqueles que receberam montante total acima dessa quantia. Relacionou-se, então, as variáveis TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT com os dois grupos criados.

O Teste de Levene para TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT demonstra que a distribuição da variância da evolução da TRL nos grupos dos projetos que receberam mais e menos recursos financeiros é homogênea no caso do TRL\_EVOL (Sig > 0,05) e heterogênea no caso da TRL\_EVOLT (Sig. < 0,05).

Os resultados da ANOVA, demonstra que a quantidade de financiamento recebido afeta apenas a evolução temporal da maturidade, já que o Sig. da TRL\_EVOL apresentou índice acima de 0,05 enquanto o Sig. da TRL\_EVOLT teve comportamento oposto.

*Tabela 2 – Teste robustos de igualdade de médias de TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT conforme grupo de financiamento*

		<b>Estatística<sup>a</sup></b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>df3</b>
TRL_EVOL	Welch	1,427	1	32,972	0,240
	Brow-Forsythe	1,427	1	37,972	0,240
TRL_EVOLT	Welch	4,373	1	23,299	0,048
	Brow-Forsythe	4,373	1	23,299	0,048

Fonte: Elaboração própria

Os testes robustos de igualdade de médias confirmam o diagnóstico da ANOVA já discutida. Portanto, é possível afirmar que o valor recebido pelos projetos para desenvolvimento de suas tecnologias afeta sua maturidade apenas no que tange à relação da maturidade com o tempo utilizado no desenvolvimento.

O estudo conseguiu demonstrar que, quando equalizado o índice de evolução em relação ao tempo levado para condução dos projetos, o financiamento teve impacto significativo na maturidade das tecnologias. É possível, portanto, afirmar que o Estado do Ceará tem sido eficaz ao

cumprir seu papel na promoção do desenvolvimento tecnológico por meio da concessão de fomento não-reembolsável.

#### ***4.5 O vínculo do aprendizado organizacional com a mudança tecnológica dos projetos financiados (H3)***

Também buscou-se verificar a hipótese de que o aprendizado organizacional afeta positivamente a mudança tecnológica dos projetos. O primeiro procedimento executado foi a realização de duas regressões múltiplas tomando-se como preditores os três fatores do aprendizado obtidos na análise fatorial exploratória e as variáveis TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT como independentes. Os resultados obtidos não demonstraram um bom ajuste no modelo que relacionou aprendizado externo, desenvolvimento conjunto e aprendizado interno com a evolução geral da TRL (TRL\_EVOL), já que obteve-se  $R^2=0,062$  e  $Sig.=0,506$ . A relação entre aprendizado externo, desenvolvimento conjunto e aprendizado interno com a evolução temporal da TRL (TRL\_EVOLT) também não demonstrou impacto positivo, já que  $Sig.=0,223$  (acima do intervalo de confiança de 0,05) e apresentou variância total explicada ( $R^2$ ) muito baixa com índice de 0,113.

Diante desse cenário, decidiu-se por verificar a significância do relacionamento direto das 19 variáveis que compõem o construto aprendizado organizacional (independentes), tomando os indicadores de maturidade tecnológica (TRL\_EVOL e TRL\_EVOLT) como dependentes. Assim, a hipótese inicial foi desmembrada nas 19 sub-hipóteses a seguir relacionadas:

H3a: A consultoria afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3b: O treinamento externo afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3c: A participação em congressos e seminários afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3d: O desenvolvimento de projetos com clientes afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3e: O desenvolvimento de projetos com parceiros afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3f: A aquisição de tecnologia externa afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3g: O treinamento interno afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3h: O aprendizado pelas rotinas afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3i: A resolução conjunta de problemas afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3j: O desenvolvimento conjunto de projetos com clientes e parceiros afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3k: As ferramentas de disseminação do conhecimento afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3l: A solução compartilhada de problemas afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3m: As visitas ao exterior afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3n: A participação em redes de discussão técnica afeta positivamente a maturidade tecnológica;

H3o: O treinamento e a capacitação interna afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3p: As certificações afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3q: As codificações e especificações afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3r: Os padrões, normas e boas práticas afetam positivamente a maturidade tecnológica;

H3s: Os sistemas de controle gerencial afetam positivamente a maturidade tecnológica.

O modelo da regressão representativa da relação entre os 19 indicadores e a TRL\_EVOL obteve o resultado descrito a seguir.

*Tabela 3 - Regressão linear Aprendizado/TRL\_EVOL - resumo do modelo*

<b>Modelo</b>	<b>R</b>	<b>R quadrado</b>	<b>R quadrado Ajustado</b>	<b>Erro padrão da estimativa</b>
1	0,876 <sup>a</sup>	0,767	0,522	0,767

Fonte: Elaboração própria

O valor obtido para o R quadrado informa que mais de 76% da variação da TRL\_EVOL pode ser explicado pelos 19 indicadores utilizados para mensurar o aprendizado organizacional. Seguindo com os testes, ao verificar a ANOVA pode-se concluir que os resultados foram significativos para  $p < 0,05$  e que, portanto, o aprendizado organizacional influencia a evolução geral da TRL.

Analisando os coeficientes da regressão, é possível observar que os indicadores de Aprendizado com impacto significativo e positivo na evolução geral da TRL foram: Treinamento externo ( $B=1,951$ ), Desenvolvimento de projetos com clientes ( $B=2,949$ ) e Aprendizado pelas rotinas ( $B=3,492$ ),

Finalizando as análises, testou-se a relação entre os 19 indicadores de aprendizado organizacional e a evolução temporal da TRL (TRL\_EVOLT). Os resultados obtidos não demonstraram significância suficiente para afirmarmos que o aprendizado influenciou positivamente a evolução temporal da maturidade tecnológica.

Os resultados do estudo demonstram a importância e confirmam a influência de indicadores pertencentes a duas das quatro dimensões de aprendizado descritas por Figueiredo (2001; 2004). O indicador referente à realização de treinamento externo (Dimensão: aquisição externa de conhecimento) indicou que a cada unidade adicional oferecida aos colaboradores, representa um aumento de quase duas unidades no conhecimento. Por sua vez, uma unidade a mais de desenvolvimento de projetos com clientes (Dimensão: aquisição externa de conhecimento) representa um aumento ainda mais notável no acúmulo de conhecimento organizacional, com um índice de quase 3 unidades. E, por fim, o aprendizado pelas rotinas (Dimensão: aquisição interna de conhecimento) é a prática que mais contribui para o acúmulo de conhecimento, com um índice de 3,492 unidades adicionais.

## **5. Conclusão**

O presente estudo verificou as relações existentes entre o financiamento da inovação (por meio da subvenção econômica concedida pela FUNCAP), a maturidade tecnológica dos projetos financiados e o aprendizado tecnológico das organizações a eles vinculadas, utilizando uma abordagem de pesquisa com natureza descritivo-explicativa e metodologia mista. Os objetivos específicos definidos para responder à questão norteadora foram atendidos utilizando-se técnicas robustas de análise estatística multivariada que mostraram resultados adequados, que em conjunto com o suporte teórico visitado, foram capazes de permitir inferências substanciais.

Houve um esforço em relativizar os dados obtidos acerca da maturidade das tecnologias, de forma a considerar o lapso temporal entre a contratação dos projetos e o período da coleta dos dados, admitindo-se que o desenvolvimento pode ter continuado com uso de recursos de outras fontes, mesmo depois do encerramento do financiamento concedido pela FUNCAP. A medida também foi útil para equalizar a avaliação da maturidade das tecnologias, de forma que projetos que obtiveram maior índice de maturidade e maior intervalo de tempo para desenvolvimento, pudessem ser comparados de forma justa com projetos que obtiveram menor índice e menor tempo.

De forma complementar, devido à forte indicação da literatura de que o conhecimento acumulado pela organização afeta sobremaneira essa relação, buscou-se identificar esta influência, concluindo-se que as práticas de aprendizado, principalmente advindas de fontes externas e secundariamente de origem interna, são as que influenciam positivamente a maturidade tecnológica dos projetos, não sendo possível afirmar que o financiamento recebido afetou o acúmulo desse tipo de aprendizado.

Com relação ao setor público, as implicações gerenciais demonstram que a subvenção econômica, de fato, auxilia as tecnologias a chegarem mais próximo do mercado, já que estas conseguiram um nível de maturidade maior com uso dos recursos subvencionados. Esse esforço poderia ser ainda mais positivo com o incentivo aos projetos em participarem de treinamentos e capacitações externas em temas específicos relacionados com as tecnologias, contratação de consultorias externas, o desenvolvimento de projetos em parceria e a disseminação de conhecimentos obtidos por meio das rotinas internas da organização.

Quanto às contribuições teóricas do estudo, tem-se a verificação de um modelo relacional com uso de diferentes escalas que a revisão de literatura não demonstrou terem sido conjuntamente aplicadas anteriormente. Os resultados coadunam com parte das perspectivas teóricas abordadas e ressaltam a necessidade de maiores estudos para clarificar relações não consideradas.

Como a escala TRL é relativamente recente e seu uso ainda restrito, recomenda-se a realização de mais pesquisas capazes de verificar sua aplicação e adaptação a diferentes áreas e contextos. A adaptação de seu vocabulário para áreas específicas pode auxiliar na aplicação inicial da escala durante a contratação dos projetos e facilitar a aferição final por avaliador ad hoc.

As limitações enfrentadas pelo estudo referem-se ao tamanho da amostra considerada, face ao universo de sujeitos pesquisados, impedindo o uso de técnicas de análise mais robustas, como as análises sistêmicas, por exemplo. A abordagem dos sujeitos pesquisados com uso da escala TRL em linguagem generalista, apesar de validada por especialistas de três áreas distintas, em geral ainda causa necessidade de esclarecimentos específicos aos respondentes com auxílio de um especialista. A literatura também aponta que a escala TRL desconsidera alguns aspectos importantes que impactam no lançamento comercial da tecnologia, como capacidade produtiva da organização, infraestrutura de produção, competências comerciais e mudanças organizacionais necessárias à absorção do novo produto/serviço na organização, fatores que certamente impactam no sucesso comercial da tecnologia.

Por fim, a amostra estudada evidenciou apenas a evolução da maturidade interna ao nível atual que os respondentes informaram para a tecnologia no momento da coleta dos dados. Assim, a realização de estudos para testar outras opções de adaptação da escala poderia ser esclarecedora, no sentido de captar como se dá a evolução da maturidade das tecnologias financiadas quando há mudança de nível. Estudos futuros também poderiam considerar a verificação de mais relações entre tempo de execução dos projetos e outros fatores como: valor do aporte concedido, distribuição do valor concedido nas rubricas financiadas, recorrência de submissão de projetos de um mesmo proponente, recebimento de financiamento de outras fontes tanto antes como após o aporte concedido pela FUNCAP e participação do proponente em outras iniciativas de apoio ou programas de aceleração tecnológica.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2015) **NBR 16290**: sistemas espaciais - definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. Rio de Janeiro: ABNT.

AUERSWALD, P. E.; BRANSCOMB, L. M. (2003). Valleys of Death and Darwinian Seas: financing the invention to innovation transition in the United States. *Journal of Technology Transfer*, n. 28, p. 227-239.

BABBIE, E. (2003). *Métodos de Pesquisas de Survey*. Belo Horizonte: UFMG.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. (2012). Innovation Capability Building and Learning Mechanisms in Latecomer Firms: recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies*, v. 33, n. 1, p. 14-40.

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

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

BUENO, A.; TORKOMIAN, A. L. V. (2014). Financiamentos à Inovação Tecnológica: reembolsáveis, não-reembolsáveis e incentivos fiscais. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 135-158, out./dez.

CÂMARA, S. F. & BRASIL, A. (2015). A coevolução entre políticas públicas/instituições e o desenvolvimento tecnológico: o caso da Petrobras Biocombustível. *Revista de Administração Pública*, 49(6), 1453-1478. <https://dx.doi.org/10.1590/0034-7612136192>

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. (2006). O financiamento da inovação tecnológica no contexto atual da acumulação financeira. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (org.) *Economía da Inovação Tecnológica*. São Paulo: Hucitec; Ordem dos Economistas do Brasil.

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

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (2014). *Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: Atlas.

COSTA, F. J. (2011). *Mensuração e Desenvolvimento de Escalas: aplicações em Administração*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

DOSI, G. (1988). The Nature of Innovative Process. In: DOSI, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.

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

EUROPEAN ASSOCIATION OF RESEARCH IN TECHNOLOGY ORGANIZATIONS. (2014) *The TRL Scale as a Research and Innovation Policy Tool*. EARTO Recommendations.

FIELD, A. (2009). *Descobrendo a Estatística Usando o SPSS*. Porto Alegre: Artmed.

FREEMAN, C.; SOETE, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge: The MIT Press, 1997.

HAIR, J.F. et al. (2009). *Análise Multivariada de Dados*. Porto Alegre: Bookman.

HONG, J.; FENG, B.; WU, Y.; WANG, L. (2016). Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries? *Technovation*, v. 5, n. 1.

MAZZUCATO, M. (2014). *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. São Paulo: Portfolio-Penguim.

\_\_\_\_\_. SEMIENIUK, G. (2017). Public Financing of Innovation: New Questions. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 33, n. 1.

PRIANICHNIKOV, D. (2013). Financing Innovation Companies. *Problems of Economic Transition*, v. 56, n. 6.

SZCZYGIELSKI, K.; GRABOWSKI, W. PAMUKCU, M. T; TANDOGAN, V. S. (2016). Does Government Support for Private Innovation Matter? Firm-level Evidence From Two Catching-up Countries. *Research Policy*, v. 5, n. 1.

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS. (2016). *Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington: [s.n.].

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