



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE ESTUDOS SOCIAIS APLICADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO**

JOSÉ GLAUCO PAULA PINTO

**AVALIAÇÃO DA PREVISÃO DE RISCOS DO FINANCIAMENTO À INOVAÇÃO
SOB A PERSPECTIVA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO - SUBVENÇÃO
ECONÔMICA**

FORTALEZA - CEARÁ

2022

JOSÉ GLAUCO PAULA PINTO

AVALIAÇÃO DA PREVISÃO DE RISCOS DO FINANCIAMENTO À INOVAÇÃO SOB A
PERSPECTIVA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO - SUBVENÇÃO
ECONÔMICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro de Estudos Sociais Aplicados da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Administração. Área de Concentração: Gestão e Estudos Organizacionais.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara.

FORTALEZA - CEARÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Pinto, Jose Glauco Paula.

Avaliação da Previsão de Riscos do
Financiamento à Inovação sob a perspectiva das
Políticas Públicas de Inovação - Subvenção
Econômica [recurso eletrônico] / Jose Glauco Paula
Pinto. - 2022.
106 f. : il.

Dissertação (MESTRADO ACADÊMICO) -
Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos
Sociais Aplicados, Curso de Programa de Pós-
graduação Em Administração - Mestrado, Fortaleza,
2022.

Orientação: Prof. Pós-Dr. Samuel Facanha
Camara.

1. Financiamento Público da Inovação. 2.
Riscos Tecnológico e Gestão. 3. Capital Humano.
4. Capital Social. 5. Níveis de Prontidão
Tecnológica - TRL.. I. Título.

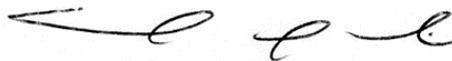
JOSÉ GLAUCO PAULA PINTO

AVALIAÇÃO DA PREVISÃO DE RISCOS DO FINANCIAMENTO À INOVAÇÃO SOB A
PERSPECTIVA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE INOVAÇÃO - SUBVENÇÃO
ECONÔMICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro de Estudos Sociais Aplicados da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Administração. Área de Concentração: Gestão e Estudos Organizacionais.

Aprovado em: 26 de janeiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará - UECE



Prof.^a Dra. Elda Fontinele Tahim (Coorientadora)
Universidade Estadual do Ceará - UECE



Prof. Dr. José Milton de Sousa Filho (Membro Externo)
Universidade de Fortaleza - UNIFOR



Prof. Dr. Jorge Barbosa Soares (Membro Externo)
Universidade Federal do Ceará - UFC

“Ao meu amado irmão e companheiro de vida Pedro Glauber Paula Pinto (in memoriam), que partiu há pouco tempo, grande amigo nos bons e maus momentos - sinto muito sua falta! À minha amada mãe Maria das Graças Pinto de Paula (in memoriam), que já se foi, para sempre vou te amar - ainda sinto seu cheiro e ouço sua voz! Ao meu pai Pedro Augusto de Queiroz Pinto (in memoriam), muito obrigado - me esforço para fazer por merecer”.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, pela minha boa saúde física e mental e pelas bênçãos derramadas sobre mim que me fizeram criar forças para reagir diante de um momento difícil em minha vida.

À minha amada esposa Luana Lucena, pelo seu amor e por estar sempre ao meu lado ajudando dia a dia e madrugada a madrugada nesta importante etapa da minha vida; e aos meus sogros Conceição Lucena e Josias Ferreira, pelo apoio.

À minha Família, minha sobrinha Maria Clara Pinto, pelo seu sorriso que me fez sorrir, minhas primas Aurinília Pinto e Aurineide Pinto, pelas orações e palavras de apoio.

Ao campus da UFC em Quixadá, pelo incentivo a minha qualificação e concessão irrestrita de afastamento para cursar o mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Administração da UECE, pela oportunidade de realizar o curso e por toda formação que só me fez acreditar ainda mais no poder transformador da educação.

Ao Prof. Dr. Samuel Câmara, pela confiança em me orientar, pelo aprendizado sobre os diversos aspectos que envolvem o saber da inovação e pela orientação no desenvolvimento desta dissertação. E por sempre se colocar à disposição para tirar dúvidas e contribuir com pontos importantes para este trabalho.

Aos dois mosqueteiros, primeiro ao grande Brenno Lima, pela sua atenção e colaboração nas atividades, artigos e neste trabalho - virou meu chapa; e segundo ao Thiago Vasconcelos, pelas aulas de Excel que muito contribuíram para este trabalho.

À Prof.^a Dra. Elda Tahim, pelo aprendizado, orientação e observações importantes para melhoria do trabalho tanto na qualificação quanto na defesa.

Ao Prof. Dr. José Milton da UNIFOR, por aceitar o convite para participar das bancas de qualificação e defesa e por contribuir com observações importantes para melhoria do trabalho.

Ao prof. Dr. Jorge Soares da UFC, por aceitar o convite para participar da banca de defesa e levantar importantes considerações para melhoria do trabalho.

À Funcap, em especial à Diretoria de Inovação e ao Programa Cientista Chefe, por se propor a servir como laboratório de pesquisa acadêmica e por contribuir com parte importante deste trabalho.

Aos colegas de turma Arthur Giló e Vivian Costa, que mesmo distantes por conta da pandemia, estiveram presentes virtualmente e foram parceiros importantes ao longo dos dois anos de curso.

Por fim, a todos que tornaram possível diretamente ou indiretamente a realização deste sonho chamado pesquisa de mestrado acadêmico.

RESUMO

Os investimentos em inovação vêm crescendo consideravelmente nos últimos anos. Enquanto as fontes de financiamento do mercado não viabilizam financeiramente o início das empresas de alto impacto inovador, as fontes de financiamento do setor público atuam efetivamente nessas empresas concedendo recursos não-reembolsáveis, principalmente, nas fases iniciais que envolvem maiores riscos à inovação. Devido tais riscos, surge por parte das agências públicas de financiamento à inovação forte preocupação para desenvolver modelos de avaliação destinados a medir os níveis de riscos relacionados ao desenvolvimento tecnológico das empresas - propósito do financiamento. Nesse sentido, o presente estudo objetiva desenvolver modelo de previsão de riscos tecnológicos e de gestão do financiamento à inovação para programa local de subvenção econômica. Quanto às contribuições teóricas, este estudo visa contribuir com a literatura sobre financiamento público à inovação, riscos tecnológicos e de gestão; capitais inovativos e escala dos TRLs. Quanto às contribuições práticas, este estudo visa contribuir gerencialmente com programa de subvenção econômica local. Para alcance do objetivo, realizou-se estudo quantitativo-descritivo que coletou dados secundários, a partir de uma fundação regional de apoio científico e tecnológico, dentre os quais foi extraída e examinada amostra contendo 284 projetos de inovação aprovados em 14 seleções públicas realizadas ao longo de 10 anos. Ademais, empregou-se para análise dos dados: análise estatística descritiva, análise discriminante múltipla e regressão logística multinomial - sendo os dois últimos métodos, os principais utilizados para provisionamento dos riscos associados ao financiamento à inovação. Os principais resultados apontaram que quanto maiores são os capitais inovativos das empresas subvencionadas, menores são os níveis dos diferentes riscos associados ao programa de subvenção econômica.

Palavras-chave: Financiamento Público da Inovação; Riscos Tecnológico e Gestão; Capital Humano; Capital Social; Níveis de Prontidão Tecnológica - TRL.

ABSTRACT

Investments in innovation have grown considerably in recent years. While market funding sources do not make financially viable the start of high-impact innovative companies, public sector funding sources effectively work in these companies by granting non-reimbursable resources, especially in the early stages that involve greater risks to innovation. Due to these risks, public innovation financing agencies have a strong concern to develop evaluation models aimed at measuring the levels of risks related to the technological development of companies - the purpose of the financing. In this sense, the present study aims to develop a model for forecasting technological risks and managing innovation financing for a local economic subsidy program. As for the theoretical contributions, this study aims to contribute to the literature on public financing of innovation, technological and management risks; innovative capitals and scale of TRLs. As for practical contributions, this study aims to make a managerial contribution to the local economic subsidy program. In order to reach the objective, a quantitative-descriptive study was carried out that collected secondary data, from a regional scientific and technological support foundation, among which a sample containing 284 innovation projects approved in 14 public selections carried out over of 10 years. Furthermore, for data analysis, descriptive statistical analysis, multiple discriminant analysis and multinomial logistic regression were used - the last two methods being the main ones used for provisioning the risks associated with innovation financing. The main results showed that the greater the innovative capital of the subsidized companies, the lower the levels of the different risks associated with the economic subsidy program.

Keywords: Public Financing of Innovation; Technological and Management Risks; Human Capital; Social Capital; Technological Readiness Levels - TRL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da Política Pública de Souza e Secchi.....	22
Figura 2 - Diferentes Riscos e Incertezas associados aos projetos inovativos.....	43
Figura 3 - Escala dos Níveis de Maturidade da Tecnologia.....	48
Figura 4 - Modelo de Análise.....	54
Figura 5 - Gráficos de frequência da DTRL, MTRL e ETRL.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Políticas Públicas propostos por Lowi.....	20
Quadro 2 - Princípios de Avaliação da Política Pública.....	24
Quadro 3 - Estudos e Metodologias de Avaliação.....	25
Quadro 4 - Tipos de Inovação adotados como auxiliares de vantagem competitiva... 29	29
Quadro 5 - Hipóteses do Estudo.....	55
Quadro 6 - Propriedades básicas das Variáveis.....	60
Quadro 7 - Grupos dos níveis de risco das variáveis de previsão.....	67
Quadro 8 - Proposição matemática das Sub-hipóteses metodológicas do estudo.....	67
Quadro 9 - Comparativo geral dos modelos das técnicas analíticas.....	90
Quadro 10 - Convergência dos objetivos com os resultados.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estatística descritiva das variáveis de risco tecnológico e de gestão.....	69
Tabela 2 -	Teste de normalidade para as variáveis preditoras.....	70
Tabela 3 -	Teste de multicolinearidade para as variáveis preditoras.....	71
Tabela 4 -	Estatística de grupos das variáveis de previsão.....	71
Tabela 5 -	Teste de significância de variável preditora - MDA.....	72
Tabela 6 -	Teste de significância de função discriminante.....	74
Tabela 7 -	Coefficientes das funções discriminantes.....	74
Tabela 8 -	Centroides dos grupos para funções discriminantes.....	75
Tabela 9 -	Matriz de classificação para função discriminante (Z1).....	75
Tabela 10 -	Matriz de classificação para função discriminante (Z2).....	76
Tabela 11 -	Matriz de classificação para função discriminante (Z3).....	76
Tabela 12 -	Coefficientes das funções discriminantes de Fisher.....	78
Tabela 13 -	Exercício prático de estimação de risco tecnológico DTRL.....	79
Tabela 14 -	Exercício prático de estimação de risco tecnológico MTRL.....	79
Tabela 15 -	Exercício prático de estimação de risco de gestão ETRL.....	79
Tabela 16 -	Ajuste geral dos modelos logit.....	80
Tabela 17 -	Teste de significância de variável preditora - Logit.....	81
Tabela 18 -	Matriz de classificação para o modelo logit 4.....	82
Tabela 19 -	Matriz de classificação para o modelo logit 5.....	83
Tabela 20 -	Matriz de classificação para o modelo logit 6.....	83
Tabela 21 -	Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 4.....	84
Tabela 22 -	Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 5.....	85
Tabela 23 -	Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 6.....	85
Tabela 24 -	Exercício prático de probabilidade de riscos tecnológicos e de gestão.....	87
Tabela 25 -	Comparativo dos modelos pela precisão das matrizes de classificação.....	88
Tabela 26 -	Comparativo dos modelos pela precisão preditiva dos coeficientes das variáveis preditoras.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASMC	Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias
CAFe	Comunidade Acadêmica Federal
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EUA	Estados Unidos da América
Eurostat	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
FAP	Fundação de Amparo à Pesquisa
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
ICT	Instituto de Ciência e Tecnologia
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações
MDA	Multiple Discriminant Analysis
MPE	Micro e Pequena Empresa
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NSF	National Science Foundation
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P,D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PME	Pequena e Média Empresa
SBIR	Small Business Innovation Research
SRJ	SCImago Journal Rank
TRL	Technology Readiness Level

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	Avaliação da Política de Inovação.....	18
2.1.1	Avaliação da Política Pública.....	22
2.1.2	Inovação.....	25
2.1.3	Política Pública de Inovação.....	30
2.2	Financiamento à Inovação.....	35
2.2.1	Subvenção Econômica.....	36
2.3	Risco do Financiamento à Inovação.....	42
2.3.1	Capital Humano.....	49
2.3.2	Capital Social.....	51
2.3.3	Modelo de Análise e Hipóteses da Pesquisa.....	54
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	56
3.1	Classificação e Tipologia da Pesquisa.....	56
3.2	Universo e Amostra.....	57
3.3	Tratamento de Dados e Variáveis do Estudo.....	58
3.3.1	Variáveis do Estudo - operacionalização e medição.....	59
3.3.1.1	<i>Operacionalização das Variáveis.....</i>	<i>60</i>
3.3.1.2	<i>Medição das Variáveis.....</i>	<i>61</i>
3.4	Técnicas de Análise de Dados.....	64
3.4.1	Modelos das Técnicas de Análise Multivariada.....	66
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	68
4.1	Análise Estatística Descritiva.....	68
4.2	Observação dos Pressupostos da Análise Multivariada.....	70
4.3	Análise Discriminante Múltipla.....	71
4.4	Regressão Logística Multinomial.....	80
4.5	Comparação dos modelos das técnicas analíticas.....	87
4.6	Convergência dos Objetivos com os Resultados.....	90
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
	REFERÊNCIAS.....	96

1 INTRODUÇÃO

O “conhecimento”, atualmente no mundo moderno, tornou-se fonte de riqueza e provocou diversas mudanças à nível global. Dentre essas mudanças, a percepção da inovação como uma estratégia fundamental de desenvolvimento em um cenário de forte competitividade entre países e corporações multinacionais (OCDE, 2005; 2018; CGEE, 2008). De acordo com Lundvall e Borrás (2006) um bom desempenho da inovação está condicionado à geração e interação do conhecimento. Assim, pode-se constatar que os países que investem sistematicamente em ciência e tecnologia são capazes de transformar os frutos desses esforços em inovação e, portanto, tornam-se os mais avançados mundialmente (MAZZUCATO, 2014; CHESNAIS; SAUVIAT, 2005).

São casos de países que investem sistematicamente em ciência e tecnologia: os Estados Unidos da América (EUA) e seus programas governamentais de financiamento de empresas de base tecnológica em estágios iniciais; Japão e a alocação de recursos em pesquisa, desenvolvimento, produção e atividades de importação de tecnologia no nível da empresa; e Coréia do Sul, Índia e China e os investimentos em pesquisa de novas tecnologias (MAZZUCATO, 2014).

Os investimentos públicos, em muitos países, geralmente reúnem: i) suporte para o estabelecimento de infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para o crescimento industrial; ii) recursos para o financiamento de P&D nas empresas através de encomendas tecnológicas; iii) programas para incentivar as empresas a realizarem P&D por meio de financiamentos, recursos não-reembolsáveis e incentivos fiscais (CHESNAIS; SAUVIAT, 2005; MELO; FUCIDJI; POSSAS, 2015).

No Brasil, mesmo mais tarde, o governo vem buscando investir em ciência e tecnologia por meio da criação de políticas públicas voltadas para melhorar a interface entre o ambiente científico e o empresarial - política científica, aprimorar tecnologias reais e potenciais - políticas tecnológicas, e incentivar empresas a desenvolver capacidades inovadoras - política de inovação (AMANKWAH-AMOA, 2016; LUNDVALL; BORRÁS, 2006). A política de inovação é definida como atividades implementadas por instituições públicas e privadas que impactam direta ou indiretamente nos processos de inovação e mudança tecnológica. O principal objetivo da política de inovação é apoiar a aplicação do conhecimento na criação e desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços (LUNDVALL; BORRÁS, 2006; SILVA; DI SERIO; BEZERRA, 2019; EDLER et al., 2016). Vale ressaltar que muitos pesquisadores nacionais e estrangeiros analisam essa política pública por diferentes ângulos e

dimensões (PATANAKUL; PINTO, 2014; EDLER; FAGERBERG, 2017).

Um passo importante dado pelo país foi a promulgação da Lei de Inovação, em 2004, que representou o marco legal dos programas públicos de financiamento à inovação - dentre eles merece destaque a subvenção econômica (ARAÚJO, 2012; DE NEGRI; MORAIS, 2017; COSTA, 2013; COUTINHO; FOSS; MOUALLEN, 2017). Diversos estudos consideram a subvenção econômica como um dos principais instrumentos de política pública utilizados pelos governos de todo mundo para estimular e induzir os projetos de empresas por meio das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - P,D&I (OECD, 2018; GORDON; CASSIOLATO, 2019; DE NEGRI; MORAIS, 2017; TORRES; BOTELHO, 2018).

O programa de subvenção econômica à inovação tem como principal instituição executiva a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), que conta com o auxílio de agências de financiamento estaduais que operam por meio de editais periódicos. A subvenção econômica nas empresas destina-se sobretudo à cobertura das despesas de custeio das atividades de inovação. Um dos seus principais objetivos é estimular o desenvolvimento tecnológico de empresas em suas etapas de maior risco e incerteza - principalmente aquelas empresas pertencentes a setores econômicos considerados estratégicos pelo governo nacional (COSTA, 2013; SANTANA et al., 2020; BORGES; HOFFMANN, 2017; CORDER; SALLES-FILHO, 2006; MAZZUCATO, 2014).

Projetos de inovação desenvolvidos por empresas iniciantes e de micro ou pequeno porte apresentam sérios riscos tecnológicos e de gestão. Tais tipos de riscos geralmente demandam mais atenção dentre aqueles que compõem o risco econômico, em virtude de residirem muitas vezes nos primeiros e mais críticos estágios do processo de inovação - pesquisa e desenvolvimento, foco da subvenção econômica (CGEE, 2008; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; OLIVEIRA; RODIL-MARZÁBAL, 2019; RAPINI, 2010; TIDD; BESSANT, 2015; BORGES; HOFFMANN, 2017).

O risco tecnológico está relacionado ao entendimento da empresa sobre a tecnologia e sua capacidade de montar uma equipe de desenvolvimento eficaz. Empresas inovadoras bem sucedidas precisam superar obstáculos em seus projetos, como: saber identificar inovações que podem não funcionar (estágio de pesquisa) e evitar produtos que podem não ter sucesso (estágio de desenvolvimento). O risco de gestão reflete a ineficiência do pessoal de gestão relacionado ao projeto de inovação e outras atividades organizacionais importantes para o funcionamento da empresa. Para evoluir e manter-se bem sucedida, a empresa precisa de uma eficiente governança sobre suas diferentes funções - do contrário suas chances de fracasso podem crescer exponencialmente (DAVIS, 2002; RAPINI, 2010;

BOWERS; KHORAKIAN, 2014).

Esses riscos, acima explicados, são vistos pelas agências executoras dos programas de subvenção econômica como uma preocupação bastante recorrente ao financiar os projetos e avaliá-los torna-se imprescindível, uma vez que removê-los ou minimizá-los pode ampliar a população de empresas inovadoras e aumentar o desempenho daquelas já existentes (BORGES; HOFFMANN, 2017; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; COSTA et al., 2013). Cabe ressaltar, ainda, que os riscos tecnológicos e de gestão são determinados em grande parte pelos níveis de capitais de inovação que as empresas apresentam ao propor o financiamento. Esses capitais de inovação são apontados pela literatura como capital humano e capital social (AUDRETSCH; LINK, 2018; VIDIGAL et al., 2013; SOUZA; BRUNO-FARIA, 2013; D'ESTE; RENTOCCHINI; VEGA-JURADO, 2014; STOECKICHT; SOARES, 2010; MOLINA; MARTINEZ, 2010).

Nesse sentido, medir o conjunto de capitais inovativos das equipes componentes dos projetos é de grande interesse para empresas demandantes e para agências públicas de financiamento ofertantes envolvidas nos programas de financiamento à inovação; pois, a ausência ou baixo nível desses capitais pode representar riscos diferentes tanto para os demandantes quanto para os ofertantes - ainda mais, que ambos enfrentam restrições financeiras e orçamentárias devido às frequentes oscilações da economia nacional (MCGUIRK; LENIHAN; HART, 2015).

Apesar do elevado e crescente número de estudos internacionais e nacionais que abordam a temática acerca do financiamento público à inovação (LERNER, 1999; CORDER; SALLES-FILHO, 2006; OECD, 2005; 2018; MAZZUCATO, 2014; MARDONES; ZAPATA, 2018; MINA et al., 2021), em especial a análise do programa de subvenção econômica à inovação empresarial (CGEE, 2008; CARRIJO; BOTELHO, 2013; HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015; LEAL et al., 2016; WANG; LI; FURMAN, 2017; BORGES; HOFFMANN, 2017; LEAL, 2018; TORRES; BOTELHO, 2018; LEAL et al., 2018; GORDON; CASSIOLATO, 2019); poucos são os estudos acadêmicos que estabelecem de forma clara modelo de avaliação destinado, especificamente, a medir níveis dos diferentes riscos associados às capacidades inovativas das empresas proprietárias de projetos beneficiados por programas de subvenção realizados na região nordeste brasileira (FERNANDES et al., 2021; CASTRO, 2019; PINHEIRO; RAPINI; PARANHOS, 2021). Para mais, tais estudos tornam-se ainda mais escassos quando se propõem a avaliar os diferentes riscos associados ao financiamento à inovação com uso da escala dos TRLs adaptada para o determinado fim.

Assim, baseado na lacuna identificada na literatura supramencionada, este trabalho

acadêmico propõe-se a responder a seguinte pergunta de pesquisa: “Como avaliar a previsão de riscos do financiamento à inovação sob a perspectiva das políticas públicas de inovação - subvenção econômica?”. Para responder à questão proposta, com base na literatura pertinente às temáticas Avaliação da Política de Inovação, Financiamento à Inovação - Subvenção Econômica e Risco do Financiamento à Inovação, formulou-se o objetivo do presente trabalho: “Desenvolver modelo de previsão de riscos tecnológicos e de gestão do financiamento à inovação para programa local de subvenção econômica”.

E, por fim, para viabilizar o alcance do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: i) descrever os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica; ii) determinar os efeitos dos capitais humano e social dos projetos subsidiados sobre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica; e iii) descrever a relação de influência entre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica e os capitais humano e social dos projetos subsidiados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A primeira seção se divide em três partes que juntas relacionam conhecimentos que colaboram para compreensão do tema do presente trabalho. Inicialmente são abordados aspectos importantes sobre o campo de estudos da Política Pública, tais como: fundamentos conceituais, tipologias expressivas e o ciclo de gerenciamento da Política Pública como ação governamental - com destaque para fase de Avaliação da Política Pública. Em seguida, é apresentado uma relação de conceitos e definições sobre Inovação a partir de diferentes pontos de vista: econômica; socioambiental e organizacional/empresarial. Por fim, trata-se de modo geral a Política Pública de Inovação informando sua origem a partir da política industrial nacional e a estreita relação que a mesma mantém com as políticas científica e tecnológica. Ademais, são apresentadas abordagens econômicas que têm se preocupado de maneira mais direta com a política de inovação e noções sobre sistemas de inovação, visto sua forte ascendência no campo de estudos da Política Pública de Inovação.

Na segunda seção, de entrada, discorre-se brevemente sobre aspectos básicos de instituições governamentais, cujos papéis são considerados de extrema importância no sistema de Financiamento Público à Inovação. Sem tardar, aprofunda-se a ideia da Subvenção Econômica voltada para o fomento à inovação empresarial, isso inclui, os riscos associados ao governo ao fazê-la e as variáveis que, somadas a esta política pública, são determinantes para evolução tecnológica das empresas subvencionadas.

Na terceira seção, argumenta-se melhor que o Capital Humano e Capital Social das empresas proponentes, ligeiramente mencionadas na seção anterior, representam riscos distintos ao financiamento público - subvenção econômica. É demonstrado de forma mais importante que um dos principais objetivos do financiamento é promover a evolução tecnológica, que pode ser medida pela TRL. Em seguida, são formuladas as hipóteses do estudo a partir das declarações de autores importantes que consideram o Capital Humano e Capital Social imprescindíveis para a realização da evolução tecnológica das empresas participantes do financiamento público à inovação. Por fim, é apresentado o Modelo Analítico do trabalho relacionando os construtos e hipóteses básicas assumidas.

2.1 Avaliação da Política de Inovação

A Política Pública como área do conhecimento, primeiramente reconhecida como um subcampo da Ciência Política e depois como um saber multidisciplinar, surge e desenvolve-

se nos EUA, na segunda metade do século XX, quebrando a corrente europeia de pesquisas envolvendo esse campo do saber que focava mais o estudo do Estado e suas instituições componentes do que a própria produção governamental (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015; SOUZA, 2006; SECCHI, 2014; FARAH, 2018).

Souza (2006) explica que a área de Política Pública de origem europeia surge a partir de estudos embasados em teorias explicativas sobre o papel do Estado. De forma contrária, nos EUA, o campo de análise da Políticas Públicas nasce sem estabelecer qualquer contato com a literatura sobre o Estado e o seu papel; pulando essa etapa e avançando em direção aos estudos sobre a ação do governo e os impactos produzidos.

Farah (2018) analisa a ação governamental no âmbito da Política Pública e a caracteriza como uma atividade ambidestra que, concomitantemente, demanda um estudo descritivo e explicativo sobre o seu método de desenvolvimento e oferta continuamente subsídio para sua ação. O autor defende a aplicação de métodos científicos às decisões do governo em todas as áreas objeto de sua ação.

Trabalhos seminais de cientistas sociais norte-americanos, realizados na década de 1950, considerados pioneiros na história da Ciência das Políticas Públicas, fundamentam a visão analítica apontada pelo autor supracitado:

“Harold Dwight Lasswell (1956) apresentou, pela primeira vez, a expressão análise de Política Pública (Policy Analysis). O autor procurou estabelecer contato entre a produção de ações governamentais no conhecimento científico e acadêmico em torno do tema. Herbert Simon (1957) traz para o debate o conceito Policy Makers, entendido como a criação de um meio racional de estruturas que pudesse satisfazer as necessidades próprias dos tomadores de decisão. [...] Charles Lindblom (1959) tece críticas aos trabalhos de seus antecessores, Lasswell e Simon, por julgar que ao enfatizar o racionalismo das ações de políticas públicas deixavam de observar outros atores e instituições que envolveriam a formulação e a tomada de decisão.” (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015, p. 14-15).

Diferentes, mas muitas vezes complementares, são as definições encontradas na literatura sobre o que é Política Pública. No parágrafo a seguir é apresentada uma relação de conhecimento acerca do assunto.

Araújo e Rodrigues (2017) definem de forma concisa a Política Pública como sendo o instrumento dinâmico e ideal para os problemas públicos e suas soluções. Farah (2018) concebe Política Pública como um processo racional baseado em uma série de etapas lógicas que começam com a definição do problema e a determinação da causa; em seguida, decide-se entre as alternativas de ação, após compará-las - amparada pela análise de custo-benefício. Para Souza (2006), dentre outros significados apresentados no seu artigo, Política Pública é o

conjunto de atividades dos governos na forma de programas, projetos ou ações, que atuam diretamente ou por delegação e que afetam o bem-estar social.

De maneira similar às definições apresentadas anteriormente, Lima e D’Ascenzi (2018, p. 36-37) definem Política Pública com foco no aspecto processual e no protagonismo dos governos, a saber: “processo pelo qual são formulados e implementados programas de ação pública, coordenados em torno de objetivos explícitos; e [...] campo do conhecimento que busca, ao mesmo tempo, colocar o governo em ação e/ou analisar essa ação”.

Em suma, os autores explicam que o núcleo do conceito de Política Pública representa a ideia de ações intencionais, tecnicamente coerentes e coordenadas pelo governo para lidar com problemas vistos como públicos.

Muitos modelos exemplificam a razão e o modo como os governos realizam suas ações para resolução dos problemas públicos. Dentre esses modelos, a classificação mais expressiva sobre o assunto foi desenvolvida por Theodore J. Lowi, inicialmente, em 1964, e depois, em 1972, quando foi aprimorada com a inserção de uma quarta definição. Essa tipologia se baseia na expectativa de impacto das políticas públicas sobre a sociedade, conforme apontado por Souza (2006). No Quadro 1, apresenta-se os quatro tipos de Políticas Públicas e suas respectivas descrições:

Quadro 1 - Tipos de Políticas Públicas propostos por Lowi

Tipo	Descrição
Políticas Distributivas	Caracterizam-se pelo seu impacto localizado que restringe ganhos a um grupo particular da sociedade, enquanto as perdas são estendidas para toda sociedade.
Políticas Regulatórias	Caracterizam-se pela sua amplitude de impacto, visibilidade e burocracia. Regulam o comportamento dos indivíduos e a atuação das organizações. Exemplo: Código Nacional de Trânsito.
Políticas Redistributivas	Considerada a Política Pública mais conflituosa por envolver partes que se colocam em posições contrárias. Esse tipo de política beneficia um grupo social específico, retirando recursos de outros grupos também específicos. Ex: Sistema Previdenciário.
Políticas Constitutivas	Consideradas políticas procedimentais que moldam o próprio funcionamento do governo, ou seja, são as políticas que determinam as regras do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Lowi (1964, 1972).

Elola et al. (2017) sugerem uma tipologia, cujo foco é analisar o impacto que as políticas públicas exercem sobre empresas em fase inicial, semelhantes, conectadas, coabitantes de um mesmo local (clusters) e em qual área o apoio governamental deve focar para ser mais

eficaz. Dentre as seis categorias que formam o modelo apresentado, merecem destaque:

- Organização de Rede e Apoio à Cooperação, vista como ponto focal no que diz respeito à Política Pública voltada para o surgimento e evolução de clusters, devido ao fato de a colaboração em rede ser vista como a razão de ser de um cluster. A Política Pública voltada para essa área tem o papel de apoiar a cooperação e a criação de redes ou reformulação das existentes nos estágios iniciais;
- Educação, Política Pública que destina-se a melhorar a base de conhecimentos voltada para o desenvolvimento de habilidades e capacidades relevantes para clusters específicos, por exemplo, a formação de Capital Humano que é considerado de extrema importância para evolução dessa área;
- Apoio à P&D e à Cultura de Inovação, normalmente tem como alvo as empresas privadas. São consideradas essenciais tanto para a expansão de clusters quanto para manutenção deles ao longo do ciclo de vida.

As classificações da Política Pública não se esgotam nos poucos modelos apresentados aqui, pelo contrário, elas se estendem pelas mais variadas formas para atender os mais diversos problemas públicos, inclusive, podendo ser criadas novas tipologias ainda não existentes na literatura.

Como Secchi (2014) aponta, uma das vantagens da tipologia é de facilitar a compreensão de algo considerado complexo, por exemplo, um fenômeno. O autor explica que o uso da tipologia ajuda o analista a destacar os elementos essenciais de sua investigação, além de dar-lhes clareza. Desse modo, continua Secchi (2014), existem maiores contribuições teóricas e práticas para o campo de análise da Políticas Pública, quando as tipologias são utilizadas para comparar coisas muitas vezes diferentes na forma, mas que guardam certas semelhanças no conteúdo, por exemplo: ações governamentais com foco ou direcionamento em diferentes estruturas e áreas econômicas [local, regional e nacional; e educação, ciência, tecnologia e inovação].

Outro aspecto importante sobre Política Pública diz respeito ao gerenciamento de seu processo. Todo o processo desde a elaboração da Política Pública até sua extinção envolve diversos agentes estatais e não-estatais. No centro do processo como principal responsável coloca-se o Estado com o papel de gestor gerador e avaliador da Política Pública.

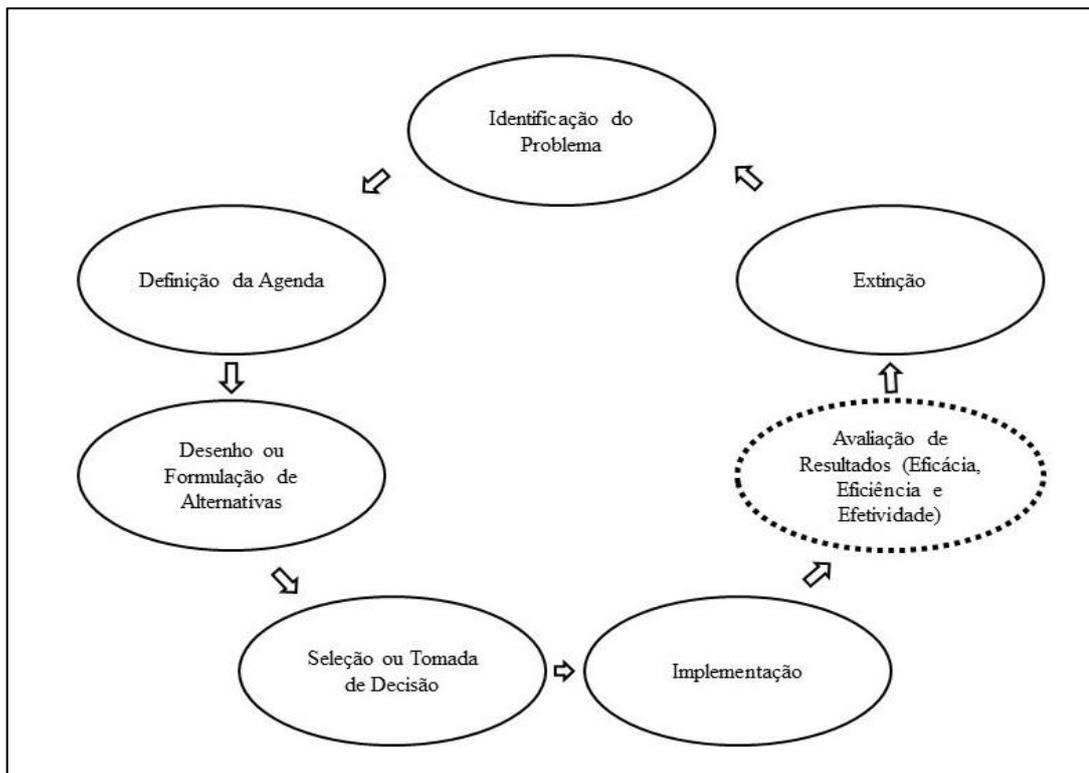
2.1.1 Avaliação da Política Pública

Souza (2006) explica que muitas discussões buscam encontrar uma resposta para questão sobre Qual o papel dos governos no ciclo das políticas públicas?. Tais debates vão além de apontar (órgãos governamentais, instituições públicas, empresas estatais e não-estatais, etc.), pois buscam compreender a autonomia relativa do Estado, que possui espaço próprio de atuação e conduta bastante flexível no que diz respeito as influências internas e externas.

O processo de construção da política pública (policy-making process) é denominado pela teoria como ciclo das políticas públicas (policy cycle), que simplesmente é um modelo gráfico bastante intuitivo que representa o passo a passo de forma cíclica e com estágios com relações interdependentes da vida da política pública (SOUZA; SECCHI, 2015).

Ainda segundo Souza e Secchi (2015), as políticas públicas geralmente têm um ciclo de sete estágios: 1) identificação do problema; 2) definição da agenda; 3) desenho ou formulação de alternativas; 4) seleção ou tomada de decisão; 5) implementação; 6) avaliação de resultados, que significa determinar o problema e colocá-lo na agenda, para assim formular, adotar e implementar políticas para avaliar sua eficiência, eficácia e efetividade; e por fim, 7) extinção. Ver a seguir a Figura 1 que mostra as sete etapas.

Figura 1 - Ciclo da Política Pública de Souza e Secchi



Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Souza e Secchi (2015).

Não necessariamente o processo político segue estritamente a ordem sequencial dos diferentes estágios. Souza e Secchi (2015) ressaltam que, na verdade, essas etapas, apesar de estarem inerentemente envolvidas e conectadas ao longo de um processo contínuo, raramente espelham empiricamente o desenvolver de uma política pública - ou seja, não configuram o esquema harmônico apresentado no modelo supramencionado.

Araújo e Rodrigues (2017) afirmam que a ideia por detrás do modelo não é explicar como funciona o sistema político, mas entender os modos da ação pública. Por isso, a divisão e ordenação da análise em estágios ou etapas de forma linear para facilitar a compreensão de todo o processo da política pública.

Entre todas as fases do ciclo da política pública, o momento mais crítico de uma política talvez seja a Avaliação de seus resultados, pois os atores envolvidos na ação pública são medidos por meio de parâmetros de avaliação e formas de medição de desempenho baseados em critérios preestabelecidos pelos implementadores da política pública. O objetivo do avaliador é indicar se a política pública está funcionando ou não (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015; RAMOS; SCHABBACH, 2012).

Conceitualmente, a Avaliação pode ser compreendida como a determinação do valor de uma ação, projeto, programa ou política, que é feita de forma tão sistemática e objetiva quanto possível por avaliadores internos ou externos. Do ponto de vista processual, ela é parte essencial do planejamento de qualquer política pública, pois o feedback gerado pela Avaliação permite escolher entre diferentes projetos ou programas com base em mecanismos que mensurem sua eficiência e eficácia (RAMOS; SCHABBACH, 2012).

Como mecanismos de acompanhamento do resultado de uma política pública, os indicadores de entrada (inputs) e os indicadores de saída (outputs) têm como finalidade informar se a política pública é, respectivamente, eficiente e/ou eficaz quanto ao seu objeto. O primeiro indicador concentra-se na medição dos esforços despendidos da ação pública - eles podem ser recursos econômicos e humanos ou até mesmo materiais. Já o segundo indicador foca na medição do resultado alcançado, ou seja, os resultados referentes às ações imputadas (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015).

Nesta mesma perspectiva, Ramos e Schabbach (2012) e Assumpção e Goulart (2017) lembram que o interesse maior do implementador da ação com a avaliação estar associado a questões como: eficiência (esforço), eficácia (resultado) e efetividade (impacto). As autoras discutem essas questões considerando-as como princípios básicos para Avaliação da Política Pública, ver Quadro 2.

Quadro 2 - Princípios de Avaliação da Política Pública

Princípio	Definição
Eficiência	Considerada atualmente a mais necessária e urgente a ser aplicada devido as exigências de maior racionalização dos gastos públicos pela escassez de recursos. Isto significa a menor relação custo/benefício para atingir as metas identificadas no programa. A relação entre os recursos utilizados ou esforço despendido e a produtividade.
Eficácia	Quer dizer, medir até que ponto o programa atinge suas metas e objetivos predefinidos.
Efetividade	Indica se a política em análise tem impacto na realidade social a qual interferiu. Esta análise consiste em demonstrar que os resultados (sejam eles positivos ou negativos) estão causalmente relacionados ao produto ofertados por uma determinada política. Isto torna raro estudos sobre a efetividade de programas - dado sua complexidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Assumpção e Goulart (2017).

Com isso, percebe-se que a Avaliação da Política Pública é um importante indicador capaz de informar para o governo o seu comportamento (compreender suas etapas), os seus resultados e o real impacto da política administrada, por exemplo, o conhecimento sobre o resultado na sociedade de um determinado programa ou projeto beneficiado. Para isso, é fundamental que os responsáveis por esse estágio do processo sejam capazes de analisar, construir e entregar um modelo avaliativo sistemático e/ou objetivo que leve a indicar se a política pública deve ser mantida, reorientada ou até mesmo extinta (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015; RAMOS; SCHABBACH, 2012).

Estudos recentes realizaram levantamento sobre trabalhos, cujos propósitos são analisar e avaliar a política pública de inovação com ênfase na subvenção econômica como programa de incentivo ao aumento da atividade inovativa em empresas iniciantes e/ou de micro e pequeno porte.

Castro (2019) desenvolve um estudo acadêmico robusto que trata da avaliação de um instrumento de subvenção econômica de apoio às micro e pequenas empresas brasileiras. A autora relaciona um conjunto de pesquisas sobre avaliação de programas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com diferentes objetivos e metodologias específicas de avaliação - ver Quadro 3.

Quadro 3 - Estudos e Metodologias de Avaliação

Autores	Objetivo	Metodologias de Avaliação
Lerner, 1999; Benavente et al., 2012; Carrijo; Botelho, 2013; Wang; Li; Furman, 2017	Avaliar a política nacional de CT&I.	-
CGEE, 2008	Mapear percepções sobre o processo de subvenção pelas empresas com projetos beneficiados.	-
Holanda; Moura; Mahl, 2015; Borges; Hoffmann, 2017	Identificar dificuldades e obstáculos para a implementação de subvenção econômica.	-
Leal et al., 2016	Levantar indicadores de avaliação de impactos de projetos públicos de inovação disponíveis na literatura.	Método Leal
Citado por Castro (2019)	-	Método ESAC
Citado por Castro (2019)	-	Método MDM
Citado por Castro (2019)	-	Metodologia GEOPI

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Castro (2019).

Fernandes et al. (2021) realizam revisão bibliométrica a fim de estabelecer o estado da arte sobre a análise da política pública de incentivo à inovação. Para tanto, os autores utilizam como fonte o banco de produções acadêmicas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Com base nos resultados apresentados, observou-se que são poucos os estudos acadêmicos (teses e dissertações) que abordam temática específica sobre avaliação dos programas de inovação, principalmente, estudos propondo metodologias ou modelos mais objetivos de avaliação da inovação.

2.1.2 Inovação

A Inovação é um conceito amplamente discutido, enquanto objeto de investigação e problematização em diferentes contextos, pois é reconhecida como a principal propulsora do desenvolvimento econômico e social dos países. O termo “Inovação” tem diferentes definições que mudam conforme a perspectiva [econômica, socioambiental, organizacional], pela qual é analisada e conceituada; assim, não existindo consenso sobre o seu significado pelos estudiosos que procuram defini-la (PAIVA et al., 2018; COSTA, 2016; OECD, 2018).

Conforme as definições do Dicionário Michaelis Uol online, o verbo “Inovar”

deriva do latim “Innovare”, que significa “renovar, mudar”. Ainda de acordo com o mesmo Dicionário, a terminologia “Inovação” do latim “Innovatio” está relacionada com a “ação de inovar [atividade] e/ou efeito de inovar [resultado]”, igual significado é atribuído pelo Manual de Oslo (2018, p. 20, tradução nossa): “O termo inovação pode significar uma atividade e o resultado da atividade”.

O entendimento inicialmente dado à Inovação de forma mais sistemática surge a partir da perspectiva do economista responsável por popularizá-la, Joseph Schumpeter (1943), que é aquele que toma para si a destruição do velho para criação do novo, é um processo chamado de destruição criadora, em que as inovações atuais substituem as mais antigas e essa ação gera desenvolvimento (PAIVA et al., 2018; COSTA, 2016).

Os autores supracitados explicam que esse movimento revela as características disruptivas do desenvolvimento econômico do sistema capitalista. Por exemplo, um empresário introduz a inovação, é imitado por outros empresários não inovadores que aprendem e investem no desenvolvimento de bens similares àqueles elaborados pelo primeiro. Nesse processo, a economia cresce - aumentando a produção, gerando lucros e diminuindo as taxas de desemprego. Posteriormente, a inovação é consumida e torna-se algo obsoleto para sociedade, então, os investimentos diminuem e a oferta de empregos também, estagnando a curva de crescimento da economia - até que novas inovações sejam introduzidas para recomeço do ciclo.

No processo de destruição criadora, as inovações radicais tendem a ser mais promissoras do que as inovações incrementais, isto, não porque a inovação incremental é menos importante no dinamismo com que se move o mercado, mas sim porque as inovações radicais causam algum tipo de ruptura no mercado (NOGAMI, 2019).

Rodrigues, Ciupak e Riscarolli (2017) explicam que, enquanto as inovações incrementais ocorrem de forma indireta, ou seja, melhoram produtos ou processos sem tocar na sua essência, mas só na sua forma de uso - implementando-os em mercados existentes; as inovações radicais ou disruptivas são aquelas que ocorrem de forma direta, ou seja, substituindo completamente o produto ou processo - aperfeiçoando-os em sua essência e não somente em sua forma de uso. Segundo eles, as inovações radicais buscam transformar o mercado tradicional, investindo recursos em novos produtos e processos que possam representar um grande salto tecnológico.

Para Nogami (2019) o conceito de inovação disruptiva guarda bastante semelhança com o conceito de destruição criadora. Assim como ocorre na destruição criadora, o processo da inovação disruptiva tende a desestabilizar o mercado dominante. Para explicar tal fenômeno, o autor distingue o que é inovação disruptiva do que é inovação sustentadora, a saber:

- As inovações disruptivas são os produtos ou serviços, processos e modelos de negócios que apresentam soluções diferente ao mercado, principalmente para consumidores não convencionais. Este tipo de inovação tem como estratégia suprir inicialmente a necessidade de um público menos exigente (superior em preço e inferior em desempenho) até que aos poucos evolua e comece a suprir também a necessidade de um público mais exigente (superior em preço e bom o suficiente em desempenho), então, a partir desse ponto, passa a perturbar as empresas líderes de mercado, que se baseiam nas inovações sustentadoras;
- As inovações sustentadoras são aquelas que mantêm um melhor desempenho e são comercializadas em mercados tradicionais por empresas líderes de mercado, cujos clientes são mais exigentes por possuir preferência por produtos desenvolvidos com alto padrão de qualidade, mesmo que tenham que pagar mais caro por isso. Esse tipo de inovação se concentra na melhoria do produto, serviço ou processo sem substituir seu padrão existente.

Ao analisar o conceito de inovação e a sua estreita relação com a teoria do desenvolvimento econômico, Agostini et al. (2017) observam que os estudos sobre inovação não se associam somente à atividade econômica, apesar da grande maioria de estudos sobre esse campo do conhecimento abordar a inovação sob essa perspectiva. O autor afirma que a inovação pode ocorrer em toda dimensão social de um país, isso inclui as atividades correlatas a este contexto, tais como: serviços públicos diversos; saúde; educação; e segurança pública.

Agostini et al. (2017, p. 386), entre as diversas definições trazidas em seu artigo, explicam o que é inovação social apresentando seu objeto, processo e consequências sociais:

“A inovação social, por sua vez, é analisada em nível da prática social a fim de melhor atender às necessidades emergentes e os problemas do ambiente social ao qual uma organização social pertence, uma vez que essa prática deve ser socialmente aceita e difundida [unidade de análise]. Assim, a unidade coletiva aprende, inventa e coloca em prática novas regras para o jogo social de cooperação e conflito, adquirindo no processo uma aprendizagem cognitiva e racional, desenvolvendo novas capacidades dentro de uma organização social [processo]. [...] Em relação às questões sociais, acreditamos que a inovação social é uma das alternativas a serem seguidas para garantir uma sociedade mais justa, igualitária e zelosa pelos direitos e garantias fundamentais dos cidadãos [consequências]”.

Um terceiro entendimento, que contempla perspectivas ambientais, é a inovação sustentável ou ambiental, cujo escopo envolve concepções sobre a produção de bens (produtos

e serviços), priorizando questões ambientais.

De acordo com Pinsky e Kruglianskas (2017), a inovação orientada para sustentabilidade tem foco na mitigação de impactos ambientais, especialmente aqueles relacionados com as mudanças climáticas. Seu processo envolve a exploração e produção de produtos e o desenvolvimento ou adoção de métodos de negócios, que resultem, ao longo de seu ciclo de vida, na redução de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos ao meio-ambiente.

Baseado na relação de conhecimentos sobre Inovação abordados até aqui, pode-se compreender o porquê de a Inovação ser reconhecida como o principal motor do desenvolvimento econômico, social e ambiental. Não obstante, outros pontos de vista podem ser usados para determinar os limites de escopo da Inovação, por exemplo, o campo da inovação empresarial.

O Manual de Oslo é um recurso de conceituação e medição da inovação empresarial verdadeiramente internacional, produzido e publicado pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) em parceria com o Gabinete de Estatística da União Europeia - Eurostat (OECD, 2018). Ainda de acordo com a entidade, o documento fornece informações estatísticas sobre inovação que são relevantemente úteis para empresas, mercados locais, países, economias globais e todo tecido da sociedade. Além de sua relevância para a economia de muito países, independente dos seus estágios de desenvolvimento econômicos (países desenvolvidos ou países em desenvolvimento), o Manual de Oslo colabora com a avaliação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

No escopo do Manual de Oslo, o pré-requisito para se definir uma Inovação é que o bem ou processo seja novo ou aprimorado (ou a combinação de ambos) para que possam ser implementados pelas empresas, quando introduzidos no mercado. Em outras palavras, uma inovação de produto ou serviço é um bem novo ou melhorado lançado no mercado, muito diferente do bem anterior em uso no mercado. Como tal, uma inovação de processo é um processo de negócios novo ou aprimorado para uma ou mais funções da empresa, que é muito diferente do processo de negócios anterior utilizado pela empresa (OECD, 2018).

Armbruster et al. (2008, grifo nosso) contribuem para o entendimento sobre o fenômeno da Inovação relacionando-a a “aspectos técnico”, que referem-se a novos produtos/serviços ou novos métodos de produção; ou “aspectos não técnicos”, que são aqueles associados a novas formas de organização ou novos mercados. Com base nesses aspectos, os autores apresentam em seu artigo quatro diferentes tipos de esforços de inovação que podem ser adotados como auxiliares para alavancagem do desempenho e geração de vantagem

competitiva para as empresas, ver Quadro 4.

Quadro 4 - Tipos de Inovação adotados como auxiliares de vantagem competitiva

Tipo	Definição
Inovação de Produto	Trata-se da introdução no mercado de um produto ou serviço novo ou aprimorado em relação às suas características ou uso pretendidos [aspectos técnicos].
Inovação de Processo	Compreende a implementação de novos ou melhorados métodos de produção, fluxos procedimentais, layout de equipes e processos de negócios [aspectos técnicos].
Inovação Organizacional	Refere-se a novas formas organizacionais, o que inclui o desenho estrutural adotado pela empresa, e novas formas para realizar o trabalho de gestão, ou seja, a implementação de práticas, processos ou técnicas de gestão totalmente novos que se destinem a alcançar os objetivos organizacionais.
Inovação de Modelo de Negócio	Está associada a necessidade de mudança nas formas estratégicas adotadas, ao passo que realiza os processos de criação de valor do negócio e integra a rede de valor em seu entorno, o que inclui fornecedores, clientes e terceiros.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Armbruster et al. (2008).

O uso de um único tipo de Inovação, ou mesmo um conjunto de tipos de Inovação, pode impedir que as empresas percebam totalmente o impacto positivo da inovação no seu desempenho (AZAR; CIABUSCHI, 2017; ARMBRUSTER et al., 2008). Esses autores estudam a relação entre as inovações organizacionais e tecnológicas e os efeitos diretos e indiretos dessas inovações sobre o desempenho empresarial.

Azar e Ciabuschi (2017) defendem que não se estuda a relação inovação-desempenho sem deixar de considerar as inovações organizacionais e tecnológicas em conjunto, isto porque a primeira pode atuar como pré-condição e facilitadora para o uso eficiente da segunda. Ou seja, as empresas para obterem lucro com as inovações tecnológicas precisam investir em novas formas organizacionais e em novos modelos de negócios, que podem representar flexibilização e mudança nas formas estratégicas adotadas.

O Manual de Frascati levanta questões a respeito de diversos aspectos e definições sobre P&D que levam à Inovação (OECD, 2005). De acordo com o referido Manual, a P&D tem como principal objetivo aumentar o volume de conhecimento existente, independentemente de seu uso; por exemplos: conhecimento para gerar benefícios econômicos, conhecimento para resolução de problemas sociais ou simplesmente conhecimento em si.

A partir disso, sua definição se desdobra em três subcomponentes que podem ser entendidos como atividades, cujas realizações levam ao desenvolvimento tecnológico, que por

sua vez geram valor, que geram externalidades¹ (OECD, 2005):

- A pesquisa básica compreende trabalhos experimentais ou teóricos desenvolvidos com a intenção de adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos adjacentes de fenômenos e fatos observáveis, sem necessariamente considerar uma aplicação ou uso em particular. Esse tipo de pesquisa possui elevado grau de risco e por isso demanda retornos a longo prazo, no entanto, quando obtêm resultados este tipo de pesquisa é a que fornece maior retorno social;
- Igualmente, a pesquisa aplicada consiste em trabalhos originais empreendidos com o objetivo de adquirir novos conhecimentos. No entanto, este tipo de atividade de P&D é direcionada principalmente para um objetivo prático determinado;
- A atividade de desenvolvimento experimental pode ser entendida como o conjunto de trabalhos sistemáticos baseados em conhecimentos disponíveis que foram adquiridos pela pesquisa ou experiência prática com a finalidade de lançar novos produtos e serviços no mercado ou para aprimorar os já existentes em P&D.

No Brasil, o Manual de Frascati é utilizado como base para legislação responsável por normatizar as políticas de inovação, a Lei 11.196/2005 conhecida como Lei do Bem. Provida pelo Governo Federal por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC), esta Lei oferece incentivos e benefícios ao setor privado para que realize atividades de P&D e inovação tecnológica, aproximando as empresas dos Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) para potencializar os resultados em P&D - desenvolvendo Inovação no país (BRASIL, 2020). Um dos benefícios abordados pelo dispositivo legal supramencionado pode ser encontrado em seu artigo 21, que dispõe sobre o ressarcimento de parte do valor da remuneração de pesquisadores titulados como Mestres ou Doutores que venham a ser contratados por empresas inovadoras (TORRES; BOTELHO, 2018; BRASIL, 2020).

2.1.3 Política Pública de Inovação

A Política de CT&I, em regra, tem sua origem no âmbito da Política Industrial, que contempla diretrizes tanto para esforços de ampliação da capacidade de produção de setores

¹No geral, externalidades são efeitos colaterais das inovações que podem ser econômicas e/ou sociais (SILVA; DI SERIO, 2019).

industriais quanto para estímulos de estruturação de novos setores produtivos (COSTA, 2016).

Em sua obra, Melo, Fucidji e Possas (2015) apresentam a Política de CT&I como um poderoso instrumento da Política Industrial - mais ampla. Eles atribuem à Política Industrial diversas responsabilidades, que incluem: a preocupação com o aprendizado tecnológico - maior ênfase em mão de obra qualificada; o uso mais eficiente de recursos; o acesso a financiamento; a coordenação dos diversos sistemas de produção; a interação entre o setor público e o setor privado; e, reconhecendo a dispersão global de atividades produtivas, o entendimento do papel dos sistemas de produção nacionais nas cadeias de valor globais.

Os autores supracitados explicam que a Política Industrial no sentido de Política Tecnológica ou Política de Inovação é entendida não apenas como a internalização de setores ausentes da matriz industrial, mas também como o incentivo a setores já instalados a partir da mobilização e implementação de mecanismos específicos para o desenvolvimento tecnológico, cujo objetivo é de fazer promover competências inovativas capazes de impulsionar ganhos persistentes na produtividade e na qualidade dos bens e serviços.

Amankwah-Amoah (2016) reconhece que uma Política de CT&I eficaz ocorre em conjunto com a colaboração de atores importantes e com o uso de mecanismos institucionais que interliguem as partes de um sistema de inovação. Para o autor, a Política Científica tem como propósito melhorar a interface entre o ambiente científico e o empresarial por meio do financiamento das atividades de P,D&I, o que envolve investimentos conjuntos nas áreas de P&D e nas áreas de educação para treinamento e qualificação de capital humano. Já a Política Tecnológica inclui o desenvolvimento de infraestrutura tecnológica para apoiar o aprimoramento e uso de tecnologias existentes e/ou inéditas, enquanto a Política de Inovação se concentra em ações realizadas por agências públicas para ajudar as empresas a desenvolver capacidades inovadoras.

Lundvall e Borrás (2006) comparam as Políticas Científica, Tecnológica e de Inovação. Para eles, a Política Científica prioriza investimentos em pesquisadores [área de pesquisa] e em alunos [área de educação] para fortalecer o vínculo entre o ambiente científico e o empresarial. Quanto à Política Tecnológica, seu foco não é diferente daquilo que a Política Científica prioriza. No entanto, a Política Tecnológica estende-se um pouco mais e chega a incluir a comercialização de tecnologias, neste ponto, se aproximando da Política de Inovação.

A Política de Inovação inclina-se a enfatizar mais as instituições e empresas do que as Políticas de Ciência e Tecnologia, independente da abordagem econômica que se baseia. Sua definição compreende principalmente a geração de inovação, que envolve a produção de conhecimento subjacente - artefatos e práticas necessárias para produzir algo novo. Desse modo,

a Política de Inovação se sobrepõe e está vinculada às Políticas Científica e Tecnológica (AMANKWAH-AMOA, 2016; EDLER et al., 2016).

Diferentes abordagens econômicas são usadas para compreender a importância da Política de Inovação. Enquanto uma abordagem coloca ênfase no não intervencionismo [aqui, para inovação, predominam o mercado e sua competição] e sinaliza que o foco deve ser nas condições estruturais ao invés dos setores ou tecnologias específicas, a outra abordagem pode ser apresentada como a versão sistêmica - referindo-se ao conceito de sistemas de inovação [aqui, também considera-se a importância da competição para inovação, mas também a presença governamental e a necessidade de uma cooperação mais estreita entre atores interessados] (MAZZUCATO, 2014; CIRANI et al., 2016; COSTA, 2016; SILVA; DI SERIO; BEZERRA, 2019).

A primeira abordagem defende que as empresas sempre sabem o que é melhor para elas e que normalmente agem de acordo. A segunda, leva em conta que as competências estão desigualmente distribuídas entre as empresas e que as boas práticas em termos de desenvolvimento, absorção e uso de novas tecnologias não são imediatamente difundidas entre as empresas (LUNDVALL; BORRÁS, 2006).

Estudos como o de Lundvall e Borrás (2006) explicam que, no caso da versão sistêmica, cabe ao governo o papel de revisar e redesenhar as ligações entre as partes do sistema e ir além das falhas de mercado² para incluir as falhas das instituições para coordenar, ligar ou abordar várias necessidades sistêmicas. Os autores discutem os limites de intervenção do governo, assumindo a hipótese que a forma como as empresas se organizam internamente tem impacto significativo no desempenho inovativo, assim, colaborando como diferencial competitivo para o crescimento de mercados. Ou seja, existe um papel para os governos na promoção da difusão de boas práticas a esse respeito, ou não, a administração e os proprietários empresariais devem lidar sozinhos com esses problemas.

Para os autores clássicos, os mercados são livres e autônomos e por si só conseguem organizar e distribuir eficientemente a produção (autorregulação), assim, realizando o crescimento econômico sem a necessidade de intervenção do governo. Neste caso, a política

²As falhas de mercado constituem a força de crescimento e mudança estrutural do mercado, sendo o setor público, neste caso, o responsável por desempenhar um papel de amplificar a intensidade do processo de inovação, criando instituições e instrumentos que promovam a produção e a difusão de novas tecnologias. As falhas de mercado podem ser vistas como condição necessárias para a intervenção do setor público, do contrário, os mercados podem fazer o trabalho e, então, não há necessidade de intervir. As Políticas Públicas de Inovação tem o propósito de superar as falhas de mercado. As falhas de mercado podem ter diferentes causas, mas as mais frequentemente levantadas no contexto da Política Pública de Inovação são a falta de incentivos para investir na produção de conhecimento (CIRANI et al., 2016; LUNDVALL; BORRÁS, 2006).

pública não tem utilidade, sendo muitas vezes até desprezada. Na visão dos keynesianos, o governo tem papel fundamental de regulador dos mercados a fim de garantir sua estabilidade por meio de políticas econômicas voltadas para área de gestão fiscal e monetária. Para Keynes, o mercado capitalista vivencia periodicamente graves oscilações que desequilibram a economia, requerendo não somente de investimento privado mas também de investimento governamental para fazer parar a queda do consumo/demanda, responsável por crises que geram rupturas no mercado e depressões econômicas (CIRANI et al., 2016; MAZZUCATO, 2014).

Os evolucionários inspirados no trabalho de Schumpeter, economista responsável por afastar o foco das visões clássicas e keynesianas ao estabelecer a inovação como variável principal para explicação do desenvolvimento econômico, direcionaram seus esforços para o debate acerca da necessidade dos governos em formular políticas públicas para investir em áreas estratégicas que aumentam a capacidade de inovação do país (MAZZUCATO, 2014).

Segundo Costa (2016), a teoria evolucionária é certamente a abordagem que mais preconiza ações governamentais para lidar com a inovação. Essa abordagem realiza uma análise detalhada do processo de produção e difusão de tecnologia e recomenda uma política pública baseada na perspectiva sistêmica de inovação, cujo papel é de promover a criação de variadas possibilidades, permitindo diferentes esforços dos mais diversos atores tanto na direção de novas fronteiras tecnológicas quanto basicamente no sentido de adaptação às mudanças.

Para os schumpeterianos o objetivo da Política Pública de Inovação não é o alcance da eficiência em si, no sentido de algum ótimo econômico, mas sim a geração e a difusão de variedade no Sistema de Inovação que promova o seu desenvolvimento ao mesmo tempo que contribua para o crescimento econômico, a competitividade empresarial e o bem-estar social (COSTA, 2016; AMANKWAH-AMOAH, 2016).

Dado sua posição central (núcleo de sentido) na composição do objetivo da Política de Pública de Inovação pelos schumpeterianos, é útil abordar neste trabalho noções sobre o Sistema de Inovação.

Amankwah-Amoah (2016) entende que o Sistema de Inovação não pode ser considerado uma teoria econômica como a corrente econômica clássica ou a corrente econômica evolucionária - tidas como bases influenciadoras de diferentes ciclos políticos no desenvolvimento de políticas públicas ao longo do tempo. Apesar disso, concorda que seu conceito integra percepções teóricas e empíricas de diversos autores baseadas em décadas de pesquisa, o que a coloca em um degrau alto de relevância para assuntos sobre CT&I.

A abordagem de Sistema de Inovação tem forte ascendência no campo de estudos de CT&I desde pelo menos os anos 1980, quando os trabalhos pioneiros de Freeman - 1987,

Nelson - 1987 e Lundvall - 1992 focaram no conceito e estrutura de análise do Sistema de Inovação, e Nelson - 1993 concentrou-se em tecer um comparativo de Sistemas Nacionais de Inovação. Usar uma abordagem de Sistema de Inovação foi, em parte, uma resposta ao modelo linear de inovação [até então dominante] e ao acúmulo de evidências empíricas sobre os processos de inovação que sugeriam a importância da dinâmica não linear (MENNA; WALSH; EKHTARI, 2019; MAMEDE et al., 2016).

Assim, a partir dos trabalhos desses autores, emergiram duas interpretações do conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), ambas considerando o processo de inovação como uma ação coletiva. Em primeiro lugar, Nelson (1993) introduziu o SNI, que se concentra nas relações de cooperação do sistema e nos trabalhos de P&D de empresas e universidades amparados por políticas públicas de ciência e tecnologia. Em segundo lugar, Freeman (1987; 1995) e Lundvall (1992), por sua vez, adicionaram um conceito mais amplo de SNI ao debate, incluindo um conjunto de instituições que juntas determinam a estratégia das empresas nos esforços e desempenhos de inovação num país (MAMEDE et al., 2016).

Estudos mais recente percebem o conceito de SNI sob as duas perspectivas acima apontadas e concordam com o caráter coletivo sobre o processo de inovação relacionado.

De acordo com Lundvall e Borrás (2006) o SNI pode ser visto como uma estrutura para o processo de inovação e ao mesmo tempo um construtor de competências. Desenvolver competências envolve aprender e atualizar habilidades e percepções necessárias para a inovação. Assim, o processo de inovação é um rito de produção conjunta, em que inovação e aprimoramento de capacidades são os dois principais resultados.

Para Menna, Walsh e Ekhtari (2019) um SNI pode ser percebido como um subsistema da economia nacional historicamente em contínuo desenvolvimento, no qual várias instituições e organizações interagem e influenciam mutuamente na realização de atividades inovativas. A abordagem sistêmica da inovação é baseada na noção de processos de inovação não lineares e multidisciplinares. As interações intraorganizacionais, bem como as interações interorganizações e extraorganizacionais recebem uma importância central. Isso, por sua vez, é consistente com o conceito de estratégia de capacidades dinâmicas, que vê a capacidade de uma empresa de implantar e explorar recursos como crítica para sua competitividade.

Silveira et al. (2016) explicam que a estrutura conceitual do SNI está relacionada às preocupações da agenda política³ de cada país porque contém diferentes instituições que

³Agenda refere-se a um conjunto de problemas que em determinada ocasião são percebidos como relevantes. Tidos como importantes quando considerado estratégicos, e tidos como estratégicos quando capazes de permear o programa do governo (AGUM; RISCADO; MENEZES, 2015).

ajudam a desenvolver as capacidades de aprendizagem, conhecimento e inovação de um país. Segundo eles, o fundamento do SNI é que a inovação depende não só do desempenho isolado de empresas, organizações ou instituições de ensino e pesquisa, mas também da forma como interagem com os demais participantes, podendo ser considerada, assim, como interação entre diferentes colaborações.

Amankwah-Amoah (2016) afirma que um fluxo crescente de trabalhos acadêmicos indica que o desenvolvimento de um SNI depende em parte da qualidade dos dispositivos formais do governo, como leis, regulamentos e políticas públicas. Ele argumenta que a falta de uma estrutura regulatória eficaz ou de políticas governamentais claras pode sufocar a capacidade de inovação e o desenvolvimento das empresas.

O autor ainda sustenta seu argumento explicando que estudos anteriores indicam que instituições centrais, como órgãos ministeriais e agências nacionais podem promover o desenvolvimento da ciência e tecnologia e ajudar a coordenar as atividades nacionais de inovação. Essas instituições e organizações de apoio são essenciais para equipar as empresas para atuar na vanguarda tecnológica para desenvolver e manter a vantagem competitiva.

No Brasil, o trabalho de Mazzucato e Penna (2016), encomendado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), através do seu Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), identificou os principais pontos fortes do Sistema de Inovação nacional. Entre eles, o autor destacou que o país possui tanto um sistema multifacetado com instituições dedicadas à promoção e implementação de Políticas de CT&I - incluindo um conjunto completo de instrumentos da Política de Inovação; quanto financiamentos para o setor público por meio de agências de fomento à inovação, como a FINEP com uso da Subvenção Econômica.

2.2 Financiamento à Inovação

O apoio à CT&I no Brasil vem crescendo consideravelmente desde a década de 1990 e atualmente conta com um sistema robusto de Financiamento Público à Inovação distribuído entre diferentes órgãos governamentais. Basicamente, sua formulação e implementação compreende o MCTIC, sua agência de inovação, a Finep, e a agência de fomento à pesquisa, o CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (ARAÚJO, 2012; DE NEGRI; MORAIS, 2017).

O MCTIC instituiu-se como um órgão da administração federal direta, criado em 12 de maio de 2016 com a Medida Provisória nº 726, convertida posteriormente na Lei nº

13.341, de 29 de setembro de 2016. Tal lei extinguiu o Ministério das Comunicações e transformou o antes MCTI no atual MCTIC, assim, ampliando o escopo de contribuição do órgão para a prestação de serviços públicos relevantes para o desenvolvimento nacional. Os temas que compõem seu rol de competências incluem pesquisa científica e tecnológica e políticas nacionais de incentivo à inovação (MCTIC, 2021?).

A Finep e o CNPq operam em estreita cooperação, a primeira financiando empresas e instituições de pesquisa e a segunda concedendo bolsas para estudantes e pesquisadores. Essas agências são tradicionalmente consideradas as mais importantes em termos de apoio governamental ao financiamento da pesquisa e inovação (ARAÚJO, 2012).

A Finep, reconhecida dentro do governo federal como a agência brasileira de inovação, exerce o papel central na implementação de políticas de financiamento à inovação, com uso de instrumentos de natureza não-reembolsável - a subvenção econômica empresarial (COSTA, 2013; ARAÚJO, 2012; COUTINHO; FOSS; MOUALLEN, 2017).

Isto posto, a presente seção visa apresentar com maior detalhe aspectos sobre a importância da Subvenção Econômica - principal instrumento de apoio financeiro à inovação utilizado pelo governo brasileiro.

2.2.1 Subvenção Econômica

A Subvenção Econômica é amplamente adotada em países desenvolvidos e em desenvolvimento. No geral, sua prática é baseada nas condições e critérios estabelecidos pela Organização Mundial do Comércio - OMC (TORRES; BOTELHO, 2018; BORGES; HOFFMANN, 2017; COSTA; PUFFAL; PUFFAL, 2015).

O Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias - ASMC da OMC, do qual o Brasil é signatário, estabelece três categorias de subsídios, a saber: proibidos, acionáveis e não-acionáveis - mas permitidos. Enquanto os subsídios proibidos baseiam-se no incentivo ao uso de produtos do mercado interno em detrimento dos importados e os subsídios acionáveis caracterizam-se pelas barreiras que impõem ao comércio internacional, os subsídios não-acionáveis são aqueles que, embora permitidos em razão do seu caráter não específico, como o próprio nome já diz não podem ser acionados, por exemplo, os subsídios destinados às atividades de P&D (FIATKOSKI, 2012; COSTA; PUFFAL; PUFFAL, 2015).

Fiatkoski (2012) explica que os subsídios classificados como não-acionáveis, em regra, não são mais permitidos pelo ASMC. Ainda assim, permanecem abertos recursos de vários países questionando a vigência desse permissivo depois de expirado o seu prazo validade

previsto no ASMC - 31 de dezembro de 1999. Portanto, os subsídios específicos precisam ser notificados com certa antecedência ao Comitê de Subsídios e Medidas Compensatórias da OMC. Essas notificações permitem que outros membros do comitê avaliem a compatibilidade da política de subsídios com as especificações estabelecidas no ASMC.

No Brasil, ao longo das últimas décadas, uma série de medidas destinadas a reforçar a capacidade de inovação do país foram regulamentadas. Dentre elas, encontram-se as políticas públicas que viabilizaram a Subvenção Econômica: a Lei do Bem, anteriormente comentada; e a Lei nº 10.973/2004, conhecida como a Lei de Inovação - ambas consideradas o marco regulatório que possibilitou a execução das atividades de CT&I no país (TORRES; BOTELHO, 2018; LEAL et al., 2018; JÚNIOR; SHIMADA; DE NEGRI, 2016).

A Lei de Inovação é o marco legal que autoriza o governo a financiar ou até mesmo subsidiar a inovação nas empresas. Seu arcabouço legal contempla um conjunto de leis e normas inspirados na Lei de Inovação Francesa e no Bayh-Dole Act norte-americano⁴ (RAUEN, 2016; RAUEN; TURCHI, 2017). A Lei de Inovação Brasileira estabelece condições para concessão direta de recursos financeiros não-reembolsáveis às empresas para o desenvolvimento de projetos de P,D&I de produtos, serviços e de processos inovadores, tornando-as competitivas e permitindo assim o compartilhamento dos riscos e incertezas inerentes à atividade de inovação entre o Estado e o setor privado (LEAL et al., 2018; GORDON; CASSIOLATO, 2019).

Nos trabalhos de Gordon e Cassiolato (2019) e De Negri e Morais (2017) fica claro que a concessão direta de recursos financeiros não-reembolsáveis, a Subvenção Econômica como é conhecida no Brasil, é o mais relevante instrumento de apoio inovativo às empresas criado pela Lei de Inovação. Um de seus principais fundamentos consiste exatamente em conceder valores pecuniários a empresas para ajudar na cobertura de custos relativos aos projetos inovativos sem a exigência de retorno desses valores ao Estado. Ou seja, além de reduzir os custos do projeto, o instrumento também pode ajudar a reduzir riscos, pois se não der certo, a empresa não perderá a parte que foi subsidiada.

Desse modo, torna-se evidente que a Subvenção Econômica a projetos de inovação

⁴A Lei de Pesquisa e Inovação Francesa A Lei de Inovação e Pesquisa da França, n.º 99-587, de 12 de julho de 1999, estabelece os procedimentos legais da relação público-privada, além de criar mecanismos que estimulem a inovação tecnológica no ambiente universitário. Tem como objetivo facilitar a transferência de pesquisa financiada pelo setor público para a indústria e a criação de empresas inovadoras. O Bayh-Dole Act foi uma importante medida institucional voltada para o campo da pesquisa, aprovada nos EUA. Essa legislação permitiu às universidades, institutos de pesquisa e pequenas empresas reterem a titularidade de patentes de invenções derivadas de pesquisas financiadas com recursos públicos federais, tornando-o, assim, o principal responsável pelo aumento significativo do nível de patenteamento nas universidades nos EUA (MATIAS-PEREIRA, 2013; MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005).

é a forma mais adequada de se estimular atividades de alto risco, pois destina-se a financiar as fases iniciais do processo de inovação (P&D), as quais, dificilmente seriam realizadas sem apoio governamental (MAZZUCATO, 2014; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Outro aspecto importante sobre a concessão direta de recursos financeiros não-reembolsáveis observado no trabalho de De Negri e Moraes (2017), é o fato de não haver necessidade de apresentação de garantias para recebimento desses valores, por outro lado, é exigido a apresentação de uma contrapartida financeira mínima a título de compartilhamento de riscos do projeto entre a empresa proponente e o Estado concedente.

Devido sua natureza, a Subvenção Econômica direciona-se mais a empresas nascentes e micro e pequenas empresas - MPEs, geralmente, as que possuem potencial inovativo. Esses tipos de empresa, muitas vezes, passam por desafios estruturais em razão da escassez de ativos patrimoniais que dificultam o acesso ao crédito pelo sistema bancário tradicional, sendo a Subvenção Econômica essencial para o financiamento de seus projetos de inovação (LEAL et al., 2018).

Pesquisas recentes reforçam a pertinência da Subvenção Econômica para atividades de inovação de empresas pequenas ou iniciantes. Essas pesquisas defendem que empresas desse tipo, que possuem projetos apoiados pela Subvenção Econômicas, conseguem ganhos significativos decorrentes das atividades de inovação desenvolvidas, algo que normalmente não ocorre com empresas não inovadoras (MAZZUCATO, 2014; BITTENCOURT; RAUEN, 2021; GORDON; CASSIOLATO, 2019; COSTA; PUFFAL; PUFFAL, 2015; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020).

Mazzucato (2014) advoga a favor da Subvenção Econômica ao destacar em sua obra a importância das fontes de financiamento público para empresas jovens com potencial para gerar dinamismo em novos setores. Inclusive, a autora vincula o sucesso do Google à subvenção concedida por uma agência do setor público norte-americano, a Fundação Nacional de Ciência - NSF⁵, que financiou o desenvolvimento do principal algoritmo dessa hoje gigante. A autora ainda acrescenta que muitas das mais jovens e inovadoras empresas americanas foram

⁵A NSF é uma agência federal independente criada pelo congresso norte-americano em 1950, que apoia a pesquisa básica e a educação em todos os campos da ciência e da engenharia. Seu suporte é considerado um dos principais motores da economia dos EUA. O SBIR é um programa altamente competitivo que incentiva as pequenas empresas americanas a se envolverem em Pesquisa fundamental e P&D com potencial para comercialização. Por meio de um programa competitivo baseado em prêmios, o SBIR permite que as pequenas explorem seu potencial tecnológico e forneçam o incentivo para lucrar com sua comercialização. Ao incluir pequenas empresas qualificadas na área de P&D do país, a inovação de alta tecnologia é estimulada e os EUA ganham espírito empreendedor ao atender às suas necessidades específicas de P&D (NSF, 2020?).

financiadas não pelo capital de risco privado, mas pelo capital de risco público, como o que é oferecido pelo Programa de Pesquisa para a Inovação em Pequenas Empresas (SBIR).

De acordo com Costa, Puffal e Puffal (2015) e Gordon e Cassiolato (2019) o uso da Subvenção Econômica é crucial, pois possibilita as empresas menores a oportunidade de aprender e adquirir maior capacidades para manter vantagem competitiva no mercado. Ademais, esse instrumento induz a realização de projetos colaborativos entre empresas e ICTs - o que contribui para o aumento do conhecimento interno, visto que as empresas, por definição, não dispõem internamente de todos os conhecimentos e capacitações necessárias à dinâmica inovativa.

De forma semelhante, Chiarini, Oliveira e Rapini (2020) demonstram que empresas que decidem inovar com apoio da Subvenção Econômica elevam o nível de aprendizado dos integrantes de seus projetos. Isso como consequência amplia o conhecimento tecnológico internalizado e disseminado pelos times - decorrente das práticas inovativas; o que coloca essas empresas em posição superior àquelas que não inovam.

Segundo Araújo et al. (2012) o objetivo do Financiamento Público à Inovação está associado a um modelo lógico que busca estabelecer uma relação de causalidade entre o fomento da política de inovação governamental (subvenção) e os esforços inovativos da empresa (inputs). Esses esforços, além de fazer evoluir tecnologicamente a empresa, possibilitam o alcance de resultados (outputs), como o incremento da inovação (introdução de novos produtos ou processos produtivos no mercado), a melhoria do resultado financeiro (aumento do lucro), a geração de externalidades positivas para sociedade.

Em outras palavras, o objetivo da Subvenção Econômica, no âmbito do Financiamento Público à Inovação, é ampliar significativamente as atividades de inovação da firma evoluindo-a tecnologicamente e tornando-a competitiva para crescer e contribuir com o desenvolvimento econômico e social local.

Existe por parte dos agentes estaduais realizadores de políticas públicas de inovação, as FAPs⁶, crescente preocupação com elementos intangíveis que afetam o desenvolvimento dos

⁶ As Fundações de Amparo à Pesquisa - FAPs são entidades governamentais integrantes do sistema de Financiamento Público à Inovação, juntamente com a Finep, que geralmente coordenam os programas de fomento e de pesquisa tecnológica nas regiões ou estados da Federação. Essas entidades são importantes para ajudar na descentralização da execução do instrumento de subvenção econômica por vários motivos que vão desde a demanda da sociedade por democratização e transparência, até questões ligadas à própria eficácia dos programas, com a participação de agentes mais próximos das realidades socioculturais e econômicas e, portanto, com maior sensibilidade aos problemas locais e regionais (LEAL, 2018; BUAINAIN; JUNIOR; CORDER, 2017; CGEE, 2010). Normalmente, essas entidades costumam formar suas equipes com pesquisadores-líder, cujas trajetórias se destacam na comunidade científica local.

projetos inovativos de empresas participantes dos editais de seleção dos programas de Subvenção Econômica. Para esses agentes, conhecer possíveis obstáculos que possam provocar o insucesso dos projetos inovativos dessas firmas é de grande relevância econômica e social para os programas (BORGES; HOFFMANN, 2017; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; FELDENS; MACCARI; GARCEZ, 2012).

Nesse sentido, a literatura nacional com foco nos obstáculos do Financiamento Público à Inovação, especialmente do financiamento utilizando-se da Subvenção Econômica como instrumento de estímulo direto as firmas jovens ou MPEs, tem devotado crescente atenção aos riscos associados ao governo ao realizar tal financiamento - no sentido de limitações ou dificuldades que empresas participantes devem superar para evoluir tecnologicamente, mesmo com o aporte do financiamento (CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; OLIVEIRA; RODIL-MARZÁBAL, 2019; BORGES; HOFFMANN, 2017).

Segundo Borges e Hoffmann (2017), a Subvenção Econômica por si só não garante o sucesso inovativo da empresa. Eles apresentam em seu trabalho dificuldades de caráter inovativo não técnico por parte das empresas donas de projetos subsidiados, como projetos mal escritos ou desalinhados com as estratégias da empresa; passando pelo desconhecimento dos instrumentos de apoio à inovação e pelas dificuldades na execução do projeto, conforme o cronograma proposto; e no lançamento dos produtos no mercado - devido a inconsistências no desenvolvimento. Ou seja, fragilidade administrativa - devido ausência de equipe administrativa habilitada para operacionalizar com eficiência todas as fase do projeto. Além dos problemas de natureza administrativa, os autores identificam também baixo nível de profissionalização e formalização de gestão da inovação relacionada.

Oliveira e Rodil-Marzábal (2019) abordam como os obstáculos à inovação são percebidos por empresas potencialmente inovadoras. A análise busca explicar, dentre outros aspectos, como as diferentes barreiras influenciam a propensão e a intensidade de inovação - barreiras econômicas/financeiras; barreiras de conhecimento e compartilhamento do conhecimento. Eles pressupõem que as barreiras de acesso ao financiamento é uma preocupação maior do que as barreiras de conhecimento e de compartilhamento do conhecimento, no entanto, se surpreendem quando os resultados da pesquisa apontam que as barreiras do conhecimento e de seu compartilhamento são tão ou mais prevalentes que as financeiras/econômicas.

Chiarini, Oliveira e Rapini (2020) focam nas dificuldades associadas ao processo de inovação, considerando o porte da empresa e se inovam ou não. Para eles, as MPEs que nunca inovaram, mas desejam iniciar, enfrentam dificuldades para obter e manter financiamentos que subsidiem os custos elevados da atividade inovativa. Uma vez já inovando, as empresas

jovens (aquelas com pouco tempo de existência até o início das atividades inovativas) apresentam dificuldades internas que comprometem o desenvolvimento de seus projetos tecnológico - ainda que apoiadas por financiamento público, como:

- problemas de deficiência inovativa de caráter técnico - baixa qualificação acadêmica e profissional de pessoal componente dos times de projetos que possibilite absorver novos conhecimentos associados às novas tecnologias;
- problemas como falta de capacidade para se relacionar em rede com outros atores integrantes do ecossistema de inovação; e
- problemas de estratégia de negócio e de estrutura organizacional, ou seja, de aspectos inovativos não técnicos.

Esses estudos sinalizam o quão importante é para os agentes estaduais de fomento à inovação que as empresas interessadas, quando se candidatem aos processo de seleção dos editais de Subvenção Econômica, possuam níveis de variáveis de entrada significantes para seu progresso tecnológico - objetivo do Financiamento Público à Inovação.

Nessa perspectiva, as literaturas nacional e internacional apontam que essas variáveis, denominadas capital humano e capital social, determinam em grande parte os riscos que as empresas possuidoras de projetos beneficiados apresentam para governo ao financiá-las. Isso torna-se claro quando entendemos essas variáveis como elementos críticos para o sucesso dos projetos de inovação (BORGES; HOFFMANN, 2017; OLIVEIRA; RODIL-MARZÁBAL, 2019; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; VIDIGAL et al., 2013; SOUZA; BRUNO-FARRIA, 2013; D'ESTE; RENTOCCHINI; VEGA-JURADO, 2014; STOECKICHT; SOARES, 2010; MOLINA; MARTINEZ, 2010).

Em outras palavras, a carência de estoques de capital humano e/ou capital social nas equipes componentes dos projetos, mesmo com o aporte do financiamento público, são ameaças para evolução tecnológica das empresas proprietárias.

2.3 Risco do Financiamento à Inovação

De antemão, é preciso levar em conta que o capital inovador⁷ não é um ativo livremente disponível para as empresas e que nem sempre é apropriável a partir dos manuais de operação, como comumente é feito com ativos de natureza tangível. Cada vez mais, esse ativo intangível carrega com si “dois componentes substanciais”, cuja apropriação exige capacidades inovativa por parte dos envolvidos, que - por sua vez - requerem investimentos e implicam riscos (AUDRETSCH; LINK, 2018; BUAINAIN; JUNIOR; CORDER, 2017; BELOTTI; SANTOS, 2020, grifo nosso).

O Estado como grande investidor ou financiador da inovação necessita de empresários que conduzam experimentos a partir de projetos, que pesquisem tecnologias arriscadas em mercados incertos. Esses riscos e incertezas são características do desenvolvimento ou evolução tecnológica de uma empresa - seja ela jovem ou madura, pequena ou grande - mas iniciante no caminho ou processo inovativo. Ora, os grandes problemas da experimentação de qualquer espécie são o risco e a incerteza (CGEE, 2008; BOWERS; KHORAKIAN, 2014).

Projetos inovativos apresentam sérios riscos tecnológicos e de gestão. Um erro comum cometido por empresários é confundir as noções de incerteza e risco, especialmente no que se refere à inovação. O termo risco aqui significa que impactos potenciais de uma inovação podem ser conhecidos e, portanto, são mensuráveis, no entanto, apresentam alta variação dos resultados. Incerteza refere-se ao acaso ou não mensurável - o que significa que nem mesmo sabemos qual pode ser o impacto; sendo assim, impossível planejar o que se esperar. Apesar de conceitualmente distintos e caracterizados a seguir de forma separada, risco e incerteza são tratados aqui de forma conjunta, pois representam uma categoria única no conjunto de obstáculos ou dificuldades que se colocam à realização de projetos inovativos (DAVIS, 2002; CGEE, 2008; BOWERS; KHORAKIAN, 2014; RAUEN, 2017; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

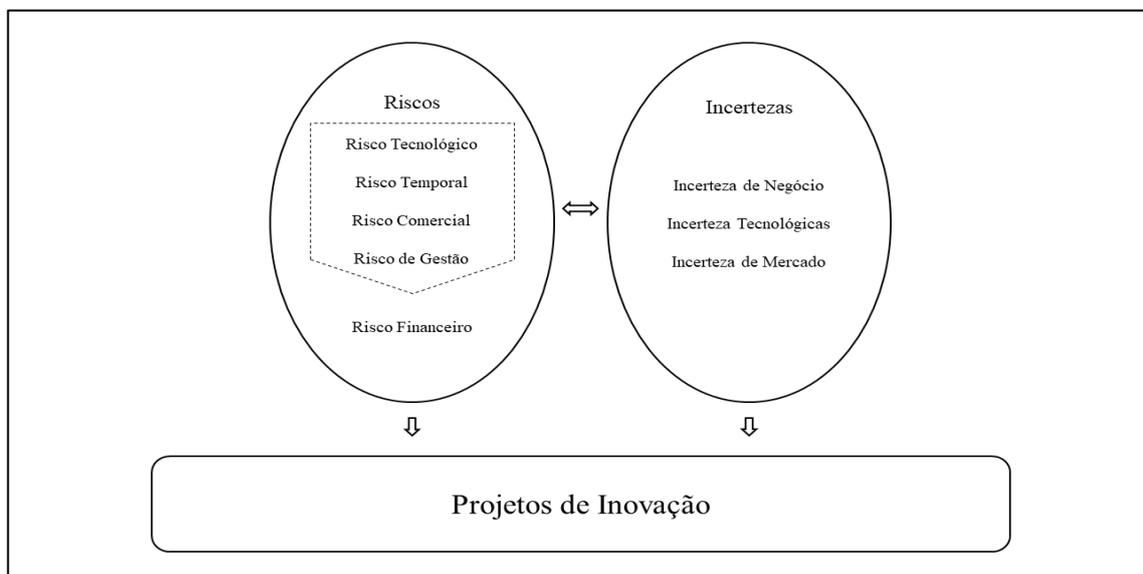
Os riscos associados ao projeto inovativo podem ser divididos em duas categorias: econômicos e financeiros. A primeira categoria se divide em quatro tipos diferentes de riscos (tecnológico, temporal, comercial e de gestão) e a segunda categoria sofre influência direta dos tipos de riscos que compõem a primeira categoria (RAPINI, 2010):

⁷O capital inovador é em sua estrutura a combinação do capital humano e do capital social, que por sua vez são ativos intangíveis que ajudam a empresa a ganhar recursos para produzir e comercializar ideias novas - são impulsionadores críticos do processo inovativo (AUDRETSCH; LINK, 2018). Os autores ressaltam em seu estudo que o capital inovador é um input empresarial estatisticamente mais importante para a produção e comercialização de inovação do que qualquer um de seus outros componentes.

- Risco tecnológico envolve a chance de o projeto de inovação fracassar e se manifesta na fase de P&D, quando a tecnologia é desenvolvida - foco da subvenção;
- Risco temporal diz respeito ao status da inovação ao fim do processo inovativo, se ela encontra-se ultrapassada ou obsoleta;
- Risco comercial refere-se ao sucesso ou fracasso de inserção de uma inovação no mercado;
- Risco de gestão está relacionado com o se a gestão será eficiente ou não diante do crescimento da atividade - o que depende de muitos fatores como qualidade e quantidade de recursos humanos, capacidade de tomada de decisão, capacidade de colaboração e cooperação - entre outros;
- O risco financeiro está relacionado à dificuldade de se estimar o fluxo de caixa para os processos inovativos - decorrente dos riscos econômicos supramencionados.

As incertezas podem ser analisadas em três níveis: a incerteza geral dos negócios, a incerteza técnica e a incerteza de mercado. A primeira, incerteza geral dos negócios, é comum a todas as decisões de investimento que preveem um prazo mais longo de maturação do projeto e requerem a imobilização de recursos nesse percurso. Já a segunda e a terceira, respectivamente, incerteza técnica e incerteza de mercado, são específicas aos investimentos de inovação (FREEMAN; SOETE, 2008). Os autores representam os diferentes Riscos e Incertezas associados aos projetos inovativos na Figura 2.

Figura 2 - Diferentes Riscos e Incertezas associados aos projetos inovativos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em Rapini (2010) e Freeman e Soete (2008).

Freeman e Soete (2008) explicam minuciosamente que o desenvolvimento de um projeto de inovação, que traz consigo obstáculos intrínsecos e extrínsecos à atividade, envolve conhecimentos tácitos, não linearidade e aleatoriedade dos resultados: É um processo de alto risco que dificulta satisfazer critérios técnicos e não técnicos sem incorrer em custos crescentes de desenvolvimento, produção ou operação. Uma vez finalizadas as etapas para se chegar à inovação, podem ser defrontadas as incertezas de mercado, que estão associadas à reação dos concorrentes e ao comportamento dos consumidores. No mercado estão os concorrentes que tendem a responder com imitações ou, não raramente, com outras inovações. Muitas vezes os imitadores é que são os maiores beneficiados, em virtude da difusão da inovação, dificultando a apropriação privada dos resultados econômicos.

Na perspectiva desses autores, claramente econômica, é o mercado o responsável pelo processo de seleção das inovações ex-post⁸ e a rejeição por ele significa frustrar as expectativas dos investidores privados em relação ao retorno esperado. Ademais, ao fim de suas explicações, Freeman e Soete (2008) declaram que as empresas nem sempre conseguem se apropriar de todo o esforço inovativo, pois parte acaba escapando - gerando externalidades positivas.

Qualquer decisão de financiamento em inovação, seja pelo setor privado ou em conjunto pelos setores público e privado, envolve riscos e incertezas. O setor empresarial tem enorme aversão ao risco, muitas vezes assumindo-o só quando compartilhado e mitigado com o Estado (BUAINAIN; JUNIOR; CORDER, 2017; CORDER; SALLES-FILHO, 2006; MAZZUCATO, 2014; CGEE, 2008; BITTENCOURT; RAUEN, 2021). O Estado mais empreendedor do que o setor empresarial assume, assim, papel importante no financiamento de projetos inovativos de alto risco em suas fases iniciais; principalmente quando as empresas proprietárias são jovens ou MPEs atuantes em setores estratégicos da economia (CORDER; SALLES-FILHO, 2006; MAZZUCATO, 2014).

Conforme abordado ao fim da seção anterior, o Estado investidor por meio de seus agentes governamentais tem se preocupado bastante com a eficácia dos programas de financiamento à inovação empresarial, em particular, aqueles que envolvem investimentos em projetos inovativos de alto risco. Na seção atual, são trazidos estudos de autores brasileiros e estrangeiros que abordam ideias e fatos, ou melhor, argumentos teórico-empíricos que apontam que as

⁸A avaliação ex ante é realizada antes da aprovação de um projeto. Seu papel é dar suporte à decisão de aceitação ou não do projeto pelos agentes financiadores. É parte também dessa avaliação a ordenação dos projetos de acordo com seu grau de eficiência para alcançar os objetivos determinados pelo programa. A avaliação ex post é realizada durante a execução de um programa ou ao seu final, quando as decisões passam a se basear nos resultados alcançados (RAMOS; SCHABBACH, 2012).

variáveis de partida das empresas donas de projetos contratados (lembre-se: capital humano e capital social) representam riscos diferentes ao financiamento da inovação.

Vidigal et al. (2013) realizam uma revisão bibliográfica sobre a relação capital humano e inovação, bem como avaliam a importância de se investir na qualificação das equipes que compõem os projetos para que as empresas proprietárias obtenham ganhos nos resultados de seus processos inovativos. Os autores identificam e analisam os dez principais problemas ou obstáculos enfrentados por empresas que desenvolvem e implementam inovações. O item “falta de pessoal qualificado em projetos inovativos” se destaca por ocupar o quarto lugar entre os dez itens observados, ficando atrás somente de itens que se relacionam diretamente com a necessidade das empresas de obter financiamento de programas governamentais.

Souza e Bruno-Faria (2013) elaboram um estudo com objetivo de identificar e caracterizar facilitadores e dificultadores à inovação no âmbito das empresas. Como resultado, os autores evidenciaram que a insuficiência de capital humano - caracterizado no trabalho como “limitações em termos de pessoas”, que se relaciona com a carência de competências, afeta significativamente o processo de inovação e gera risco de natureza tecnológica. Em outras palavras, empresas que contam com equipes com boa educação formal, treinamento no trabalho, experiência de negócio e esforços específicos para obter, assimilar, adaptar, melhorar ou criar novas tecnologias têm mais chances de sucesso no processo de desenvolvimento e criação de bens inovadores; sendo que a ausência dessas qualidades, no todo ou em parte, pode acarretar risco significativo ao desenvolvimento tecnológico dessas empresas.

Alinhado as evidências apontadas por Souza e Bruno-Faria (2013), o estudo de Lima et al. (2019), que contribui com a área de spin-offs acadêmicas, mais especificamente com pesquisas voltadas para temáticas que relacionam aprendizado e redes de relacionamentos; aponta resultados que mostram que a carência de competências complementares de membros dos projetos inovativos de base tecnológica podem acarretar tanto riscos relacionados ao desenvolvimento da tecnologia em si como risco associado à gestão desse desenvolvimento. Os autores explicam que a carência dessas competências pode estar associado à pouca experiência de negócio dos membros-fundadores dos projetos, que geralmente são pesquisadores.

D’Este, Rentocchini e Vega-Jurado (2014) enfocam o papel do capital humano como importante fator redutor dos riscos atrelados à atividade inovativa e que sua ausência representa barreira para o desempenho inovativo das empresas. Os autores se concentram em encontrar, na perspectiva tanto da política de financiamento quanto da gestão de inovação, os fatores que contribuem para reduzir os efeitos dissuasivos de barreiras à atividade de inovação. Eles constatam que empresas com uma proporção maior de funcionários altamente qualificados

estão melhor equipadas para superar ameaças à inovação relacionadas aos riscos tecnológicos e risco de mercado - exatamente os riscos que envolvem as fases iniciais (desenvolvimento e teste da tecnologias - momento foco da subvenção) e final (lançamento e comercialização da tecnologia) do processo inovativo de uma empresa.

Stoeckicht e Soares (2010) investigam a importância da dimensão relacional do capital social para evolução tecnológica das empresas brasileiras. Os autores constataam que a baixa integração entre empresas nacionais e os diversos atores participantes do ecossistema de inovação contribui como um fator limitante na construção de capacidades da empresa para inovar. Eles explicam que o fator confiança é determinante na construção de alianças ou redes de relacionamento. Então, um baixo índice de confiança entre atores sociais e organizacionais pode se constituir como um fator restritivo gerando efeito negativo no desenvolvimento das capacidades inovativa de uma empresa - o que indica diferentes riscos atrelados ao seu processo de criação e desenvolvimento de projetos inovativo.

Molina e Martínez (2010) analisam os efeitos de fatores específicos do capital social sobre o desempenho de PMEs dentro e fora de seu cluster inovativo. Eles explicam que empresas para crescer ou manterem-se vivas precisam de intensa troca e combinação de recursos nos processos de inovação e intensivo esforço de gestão para coordenação das relações inter-firmas dentro e fora do seu reduto comum de inovação; sendo que fora as oportunidades são proporcionais aos desafios - maiores. Para os autores, lidar com esses desafios faz parte do processo de evolução tecnológica de uma empresa, pois a busca por novas oportunidades para melhorar a capacidade de inovação e de gestão das empresas implica em altos níveis de riscos.

A obra de Putnam (2002), que aborda fatores externos importantes para geração de poder coletivo, enfatiza o valor do capital social como indutor de cooperação, facilitador de ações coordenadas e maximizador de eficiência - tornando-o um recurso imprescindível para as organizações em redes colaborativas. Por outro lado, a ausência ou baixa incidência de capital social, associado à indisponibilidade de capital financeiro, podem representar barreiras intransponíveis para o desempenho de uma empresa - afetando negativamente a sua capacidade de gestão e de inovação, conseqüentemente, sua evolução tecnológica (GUTIÉRREZ et al.; 2014; GANGULY; TALUKDAR; CHATTERJEE, 2019).

Outros estudos colocam a insuficiência de capital financeiro no topo dos obstáculos à inovação, o que explica as dificuldades enfrentadas por empresas que desejam dar seus primeiros passos rumo à atividade de inovação e os problemas que atrapalham as que já inovam e precisam evoluir tecnologicamente para se manterem competitivas (VIDIGAL et al., 2013; JÚNIOR; PRINCE, 2015; OLIVEIRA; RODIL-MARZÁBAL, 2019; CHIARINI; OLIVEIRA;

RAPINI, 2020). Isto mostra como é importante o aporte direto de recursos financeiros do governo a empresas para fins de atividades de inovação (CORDER; SALLES-FILHO, 2006; BORGES; HOFFMANN, 2017; MAZZUCATO, 2014).

Em vista disso, o financiamento público à inovação - subvenção econômica tem como objetivo subsidiar projetos de inovação, cuja finalidade é promover a evolução da capacidade tecnológica das empresas proponentes ao financiamento, por meio da promoção das capacidades de inovação das empresas imputadas no desenvolvimento dos projetos beneficiados (CUNNINGHAM; GÖK; LAREDO, 2017; RAMOS; ZILBER, 2015; BELL; FIGUEIREDO, 2012; CÂMARA; GONZALEZ; PIANA, 2013; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2018; COOMBS; BIERLY, 2006; GANGULY; TALUKDAR; CHATTERJEE, 2019).

Capacidade tecnológica pode ser definida como os recursos necessários para promover e gerenciar a mudança técnica, as competências e a estrutura organizacional da firma. A capacidade tecnológica pode ser desdobrada em capacidades inovativas, que se associam à produção de novos produtos, processos, tecnologias, etc. Evoluir tecnologicamente é o mesmo que acumular capacidades inovativas em níveis mais avançados ao longo do continuum - que requer esforços de aprendizado, de geração de conhecimentos e de troca e combinação de conhecimentos (CÂMARA; GONZALEZ; PIANA, 2013; CÂMARA; BRASIL, 2015).

A evolução tecnológica das empresas pode ser medida pela escala dos Níveis de Prontidão Tecnológica (do inglês, Technology Readiness Level - TRL), uma vez que a escala pode servir como ferramenta para avaliar o desempenho inovativo dos seus projetos. A avaliação é tida por gestores de programas de financiamento, empresários e pesquisadores como um componente-chave para medir o desempenho inovativo de empresas com projetos subvencionados. Desse modo, as agências de financiamento adaptam e usam ferramentas de avaliação para classificar os TRLs no contexto do processo de inovação (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014; TOWERY; MACHEK; THOMAS, 2017; BELZ et al., 2019).

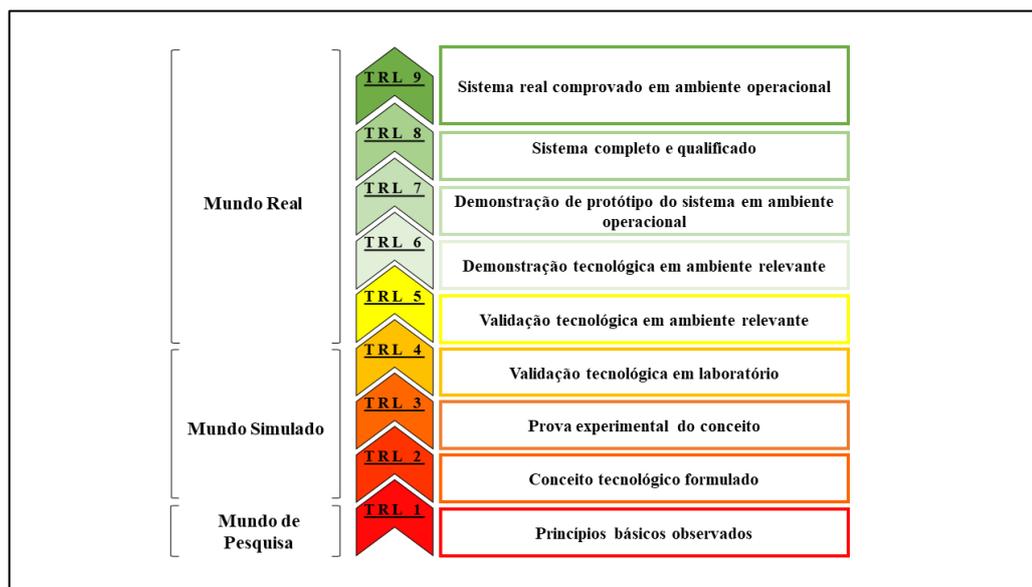
O conceito de TRL foi primeiro desenvolvido pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço - NASA, na década de 1970. Posteriormente, outras agências federais, especialmente o Departamento de Defesa dos EUA, adaptaram o conceito à sua realidade (TOWERY; MACHEK; THOMAS, 2017). A ideia de descrever os TRLs como medidas quantificáveis para analisar resultados de projetos surge no estudo “The NASA technology push towards future space mission systems”, publicado pela revista científica *Acta Astronautica*, em 1989 (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014; OLECHOWSKI et al., 2020; BAKKE, 2017).

A definição original de TRL propusera uma escala de 1 a 7 níveis, onde o nível 1 - poderia ser um modelo definindo ideias e conceitos básicos; e o nível 7 - incluía a demonstração

de um protótipo de um sistema complexo. A escala evoluiu e a partir de 1995 passou a incluir mais dois níveis superiores - 8 e 9; atualmente este é o modelo predominante (BAKKE, 2017).

Rapidamente o uso da escala TRL - pela sua natureza - foi mundialmente aceito e expandido a diversos setores, até que um padrão da Organização Internacional de Padronização (ISO) foi criado para TRL e consolidou sua aplicação em níveis formais (OLECHOWSKI et al., 2020). No Brasil, sua adaptação consta na norma técnica ABNT NBR ISO 16290:2015, cujos níveis estão descritos na Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Escala dos Níveis de Maturidade da Tecnologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2021), com base em ABNT (2015).

Towery, Machek e Thomas (2017) explicam que os TRLs variam de 1 a 9 níveis em direção à adoção da tecnologia. Para atingir um TRL específico, o projeto inovativo deve atender a todos os requisitos deste nível e dos níveis anteriores. Cada nível representa uma medida diferente de maturidade e contém diferentes requisitos para determinar o nível de maturidade tecnológica. Portanto, quanto mais alto estiver posicionado um projeto na escala, mais difícil é para esse projeto mudar de um nível de maturidade para outro.

Uma vez compreendido os TRLs como importante métrica usada para medir a mudança tecnológica de empresas, é pertinente abordar neste trabalho com maior relevância as variáveis explicativas Capital Humano e Capital Social - apontadas pela literatura como indispensáveis para o desenvolvimento tecnológico e para gestão das empresas detentoras de projetos subvencionados (GANGULY; TALUKDAR; CHATTERJEE, 2019; AUDRETSCH; LINK, 2018; MCGUIRK; LENIHAN; HART, 2015; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2018).

2.3.1 Capital Humano

O termo Capital significa recurso de produção disponível. O Capital Humano pode ser compreendido sob duas dimensões. O mais amplo que se refere ao conhecimento geral adquirido por meio da educação formal e da experiência profissional. Esta dimensão concebe os indivíduos como um dos fatores que promovem o crescimento econômico e o desenvolvimento social. Já o mais específico inclui habilidades individuais, influenciadas pelo conhecimento, experiência e talentos inatos ou adquiridos, que podem ser aplicadas diretamente à prática empresarial (SLAUS; JACOBS, 2011; PROTOGEROU; CALOGHIROU; VONORTAS, 2017).

Uma breve historiografia do Capital Humano como objeto de análise é feita por Audretsch e Link (2018), em seu estudo empírico que compara a relação entre o Capital Humano de uma empresa e a probabilidade da própria empresa de comercializar uma inovação. Eles informam que Karl Marx (1867) foi o primeiro a apontar o Capital como um importante elemento para o crescimento econômico. Mais tarde, Edwin Mansfield (1965) especificou o que exatamente constitui esse Capital: unidades fabris, maquinário e ferramentas e estoques de matéria-prima e produtos acabado, ou o que é frequentemente caracterizado como capital físico. Mais recentemente, Schultz (1961) e Becker (1993) redirecionaram a análise do capital físico para o Capital Humano, mostrando que as empresas podem investir em conhecimento e outras capacidades intangíveis para aumentar seu valor econômico potencial.

Antes e de forma semelhante, Slaus e Jacobs (2011, p. 100, tradução nossa) remontam a evolução do saber sobre o Capital Humano desde um momento passado até sua ascensão a partir da segunda metade do século XX:

“Embora Adam Smith incluísse as capacidades humanas em sua concepção de estoque de capital em 1776, foi apenas no final dos anos 1950 e 1960 que a importância do capital humano começou a se destacar. Becker, Minzer e Schultz argumentaram que o investimento em educação e treinamento cria um estoque de habilidades (capital) na população que pode beneficiar as economias nacionais e impulsionar o crescimento econômico”.

Pensando hoje, as propriedades do Capital Humano, incluindo educação, experiência, conhecimento e habilidades, há muito são consideradas um recurso crítico para o desempenho tecnológico das empresas e favorece a inovação (UNGER et al., 2011; PROTOGEROU; CALOGHIROU; VONORTAS, 2017; BERTOLAMI et al., 2018; FONSECA; FARIA; LIMA, 2019; MCGUIRK; LENIHAN; HART, 2015; JORDÃO et al., 2017).

Segundo MacGuirk et al. (2015, p. 967, tradução nossa), “o capital humano é um facilitador da inovação, contribui para o desenvolvimento de uma cultura organizacional mais

inovativa, ao passo que favorece a ocorrência de crescimento tecnológico na empresa”. Assim, o desempenho empresarial sob os diversos aspectos - técnicos inovativos e/ou não técnicos organizacionais; está diretamente relacionado ao Capital Humano e os investimentos nele feitos. Ora, quanto maior é o investimento nas capacidades humanas de produção, maior é a diversidade do estoque de Capital Humano, o que inclui diferentes propriedades intangíveis, como: capacidades dos gerentes; criatividade dos indivíduos e Capital Humano dos fundadores.

Jordão et al. (2017) abordam estudos que se preocupam em identificar em que medida a capacidade de inovação das organizações e o capital humano estão atrelados, especialmente na realidade das empresas jovens e MPEs. Eles explicam que o capital humano compõe os recursos intangíveis da organização e a combinação desses recursos com recursos financeiros pode resultar em capacidade de inovação. De forma a somar, Vasconcelos e Oliveira (2018) buscam identificar quais fatores referentes à gestão organizacional impactam a capacidade de inovação de MPEs. Os autores enxergam a capacidade de inovação como resultado do conjunto de capacidades, guiadas pela tecnologia e pela gestão. No campo da tecnologia, está a capacidade de aplicação do conhecimento para transformar recursos em produtos por meio de rotinas, referindo-se às capacidades tecnológicas. Já no campo da gestão, está a capacidade de administrar ativos e atividades buscando eficiência e eficácia, referindo-se à capacidade de gestão.

Bertolami et al. (2018, p. 314) definem Capital Humano “como um conjunto de habilidades” influenciado pelo conhecimento e experiência do indivíduo. Os autores ressaltam que empresas iniciantes com significativo grau de educação, treinamento e experiência presente em suas equipes têm mais chances de desenvolver uma trajetória tecnológica de sucesso. Eles explicam que colaboradores com maior nível acadêmico, por exemplo, detêm maior habilidades de lidar com imprevistos e problemas mais complexos - típicos da atividade inovativa em suas fases iniciais. Além disso, esses colaboradores também possuem habilidades de conseguir recursos ligados ao processo de gestão que auxiliam na tomada de decisão.

Protogerou, Caloghirou e Vonortas (2017) realizam estudo a fim de explorar os efeitos dos Capitais Humano dos fundadores e trabalhadores no desempenho de empresas. Para eles, os fundadores com qualificação e experiência acadêmicas podem contribuir com o desenvolvimento tecnológico no nível de empresa. Somado a isso, experiências diversas, formadas por conhecimento especializado equilibrado com experiência de negócios - por exemplo, gestão geral; adquiridas ao longo da trajetória profissional desses indivíduos, pode render conhecimentos valiosos sobre inovação para as empresas, o que pode afetar positivamente em seus desempenhos. Por outro lado, uma força de trabalho técnica, que suporte processos inovativos,

aumenta a probabilidade e a extensão da inovação. Funcionários mais bem treinados e capacitados geralmente são mais eficientes e desenvolvem novas habilidades de forma eficaz, melhorando as práticas gerenciais e contribuindo para o desenvolvimento tecnológico de empresas.

A partir dos argumentos teórico-empíricos abordados nesta seção que apontam que diferentes riscos ao financiamento à inovação são afetados pelo Capital Humano, mais os argumentos teóricos constantes nesta subseção que declaram a importância do Capital Humano para o desenvolvimento tecnológico e para gestão das empresas detentoras de projetos subvencionados; formulou-se as duas primeiras hipóteses deste trabalho:

- Hipótese 1 - O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados; e
- Hipótese 2 - O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados.

2.3.2 Capital Social

Na subseção anterior foi definido o termo capital como sendo um recurso de produção disponível. Nesta subseção aborda-se um significado para capital mais amplo, que diz: “capital é usado para designar bens, recursos ou atributos acumulados que são (ou podem ser) investidos com o objetivo de alcançar um resultado esperado” (BORGES, 2011, p. 167).

Borges (2011) afirma que existem diferentes tipos de capital, como quais: capital financeiro, capital humano, Capital Social, etc.; e explica que a definição de cada um pode variar de acordo com o nível de análise, por exemplo, Capital Social - ao nível do indivíduo e da organização social, e de acordo com as lentes de análise empregadas. Aqui expõe-se o Capital Social como um conceito multinível e analisável de diversos modos.

De acordo com Nahapiet e Ghoshal (1998) o Capital Social é a soma de recursos reais e potenciais derivados da estrutura social tida por indivíduos ou organizações sociais. Ou seja, pessoas ou empresas agregam recursos importantes a partir de suas relações externas para alcançar seus objetivos. Outros autores explicam a composição dessa representação.

A estrutura social potencializa o Capital Social e contribui para consecução dos objetivos de indivíduos e organizações sociais envolvidos. As organizações são estruturas sociais produto das ações de indivíduos imersos em relacionamentos (NOOTEBOOM, 2007; BORGATTI; HALGIN, 2011; ITURRIOZ; ARAGÓN; NARVAIZA, 2015; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017).

Os indivíduos por meio de suas ações acessam e utilizam o Capital Social contido na estrutura social ou rede de relacionamentos. A ação eficaz de um indivíduo depende mais da posição na rede dos indivíduos aos quais ele está ligado do que da sua própria posição. Então, quanto melhor forem as ligações de um indivíduo na rede, maiores serão suas chances de acessar e utilizar o Capital Social - este enfoque sociocêntrico baseia-se em uma das principais escolas da teoria do Capital Social (SON; LIN, 2008; STOECKICHT; SOARES, 2010).

As organizações sociais desenvolvem mais ou menos Capital Social com recursos de outras organizações participantes de sua rede. Esses recursos aumentam suas chances de sucesso. Explorar os elementos e processos que facilitem a obtenção e manutenção desses recursos que resultam em Capital Social é importante para o sucesso organizacional (BORGES, 2011; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017; CECI; MASCIARELLI; POLEDRINI, 2020).

Franco, Câmara e Parente (2017) e Ceci, Masciarelli e Poledrini (2020) ressaltam em seus estudos que as empresas precisam ter uma estratégia bem definida que as conduza até os resultados de inovação esperados. Para isso, é importante que as empresas construam múltiplos e sólidos relacionamentos externos, pois empresas dependem de outras empresas que controlam recursos críticos.

De acordo com Câmara et al. (2018), a quantidade de estudos sobre estratégias de relacionamento coletivo, que abordam aspectos como visões relacionais e confiança, é grande. Os autores ressaltam a importância estratégica desses aspectos sobre as relações entre os participantes de uma rede interorganizacional. Eles explicam que as relações podem depender, por exemplo, da existência de confiança entre participantes, que por sua vez influencia a decisão dos indivíduos de cooperar ou não - assim; tornando as referidas relações ou Capital Social fundamentais para produção de inovação nas empresas.

É ampla a literatura que demonstra que o Capital Social é um ativo essencial para gestão e produção de inovações ao nível da empresa e expõem que suas dimensões estrutural, relacional e cognitiva influenciam diferentemente a capacidade de gestão e inovação, que por sua vez determinam a evolução tecnológica da empresa (TIDD; BESSANT, 2015; CAMPS; MARQUES, 2014; ITURRIOZ; ARAGÓN; NARVAIZA, 2015; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017; CECI; MASCIARELLI; POLEDRINI, 2020; CÂMARA et al., 2018; YAN; GUAN, 2018; DUODU; ROWLINSON, 2019).

Para Tidd e Bessant (2015) as empresas precisam criar e desenvolver eficiente processo de inovação que as ajude a evoluir tecnologicamente e gere vantagem competitiva. Para isso, é necessário trocar e combinar conhecimentos novos e existentes para fortalecer as suas capacidades de inovação. Os conhecimentos podem ser acessados e usados dentro e fora da

empresa, assim como dentro e fora da rede de relacionamento da empresa. Todos esses espaços sociais no qual as possibilidades de diferentes inovações existem potencializam o Capital Social.

Camps e Marques (2014) explicam que gerenciar um processo de inovação, muitas vezes complexo e arriscado, é um desafio para empresas jovens e MPEs - sendo o Capital Social um recurso importante para lidar com os problemas e dificuldades desse processo de forma eficiente e eficaz. As autoras ressaltam a importância do Capital Social intraorganizacional na inovação, apesar de homogêneo na qualidade se faz necessário. Os laços fortes e o compartilhamento de conhecimento dentro da empresa influencia sua capacidade de gestão e de inovação, uma vez que torna os indivíduos mais acessíveis e dispostos a ser úteis, apoia a criatividade e inspira novos conhecimentos e ideias. Para elas, uma compreensão mais detalhada de como e por que o Capital Social impacta a inovação ao nível da firma e dentro dela é fundamental, se os gestores desejam promover o Capital Social para gerenciar melhor os processos de inovação.

Iturrioz, Aragón e Narvaiza (2015) elaboram estudo com intuito de compreender como as dinâmicas de inovação compartilhada e sustentável são promovidas na realidade da rede específica de relacionamentos de PMEs. Elas explicam que o Capital Social existentes nessas redes é um valioso ativo para criação de estratégias de cooperação inter-firmas que possibilite o desenvolvimento tecnológico compartilhado e sustentável. O Capital Social capturados na rede, além de contribuir para ação eficiente (reduz custos de supervisão de processos e transações), aumenta a combinação e troca de conhecimentos - necessários para a inovação. Dessa forma, as autoras sugerem que o Capital Social pode reduzir os custos da cooperação e favorecer o intercâmbio de informações, que por sua vez pode fomentar a inovação compartilhada na rede de PMEs - estratégico para empresas que precisam evoluir tecnologicamente.

Duodu e Rowlinson (2019) afirmam que para inovar as empresas precisam de Capital Social dentro de seus limites e de Capital Social fora de seus limites. Em sua pesquisa, eles expõem que o Capital Social interno é um importante mecanismo de circulação, transferência e modificação de conhecimentos e que só ele não é suficiente para empresa, precisando ainda de Capital Social fora de seus limites como fonte de conhecimentos externo necessários para o seu desenvolvimento tecnológico. Em seguida, os autores argumentam: primeiro, que o Capital Social interno aumenta a comunicação interpessoal de uma empresa por meio da criação de laços fortes, o que permite a aquisição e integração eficiente de conhecimento para melhorar os processos inovativos, reduzindo custo de inovação de forma mais sustentável; e segundo, que o Capital Social externo permite à empresa o acesso a recursos de conhecimento novos, diversos e atualizados de outros ambientes de trabalho, facilitando a heterogeneidade e a geração de novas combinações de métodos de gestão e desenvolvimento de inovações.

Yan e Guan (2018) analisam o efeito do Capital Social multidimensional ao nível do pesquisador sobre os diferentes tipos de inovação. O Capital Social multidimensional é composto pelos capitais estrutural, relacional e cognitivo todos diferentes e complementares entre si. As inovações podem ser do tipo exploratory e exploitative. Os autores apresentam um quadro analítico que explica e testa empiricamente como dois tipos de inovação informados variam nas dimensões do capital social (relacional, estrutural e cognitivo) em que se baseiam. Eles apontam resultados que constataam efeitos positivos e riscos nas diferentes relações testadas.

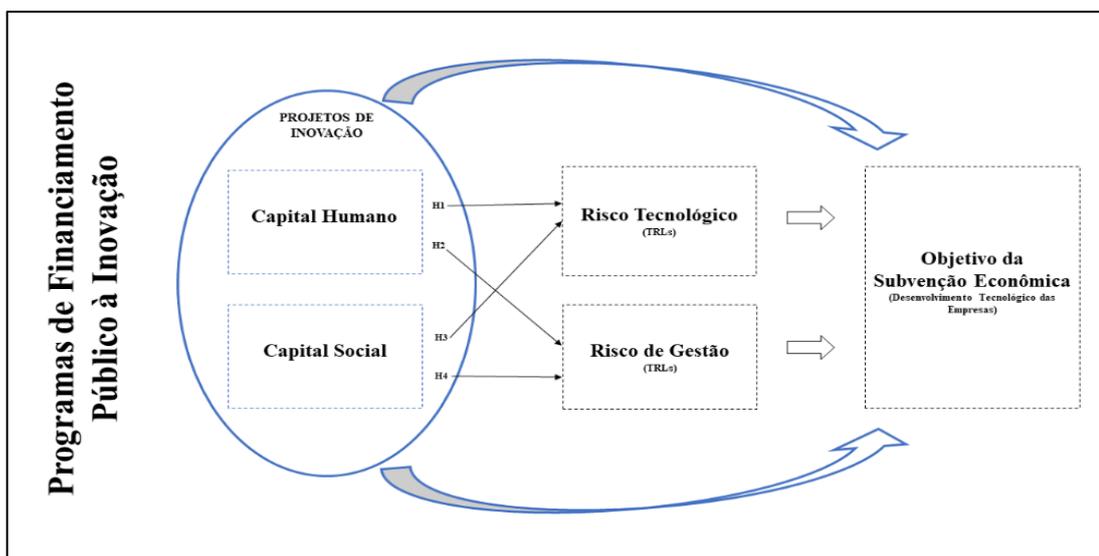
Uma vez abordado que o Capital Social determina em grande parte diferentes riscos ao financiamento público - subvenção, e considerando os argumentos apresentados nesta subseção que explicam a relevância do Capital Social para o desenvolvimento tecnológico e eficiente das empresas donas de projetos subsidiados; assume-se as duas últimas hipóteses do estudo:

- Hipótese 3 - O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados; e
- Hipótese 4 - O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados.

2.3.3 Modelo de Análise e Hipóteses da Pesquisa

O modelo de análise (teórico) do trabalho é representado pela Figura 4, exibindo os construtos e como eles se relacionam, como também as hipóteses até agora formuladas.

Figura 4 - Modelo de Análise



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os programas de financiamento público à inovação estimulam empresas proprietárias de projetos inovativos por meio da concessão de recurso financeiro não-reembolsável - a subvenção econômica (DE NEGRI; MORAIS, 2017; OECD, 2018; TORRES; BOTELHO, 2018; GORDON; CASSIOLATO, 2019). Os projetos de inovação beneficiados possuem níveis de capital humano e capital social importantes para o desenvolvimento tecnológico das empresas - objetivo da subvenção econômica (MCGUIRK; LENIHAN; HART, 2015; CARRERAS; BLANCO; ARROYO, 2020; SON; LIN, 2008; YAN; GUAN, 2018; PROTOGEROU; CALOGHIROU; VONORTAS, 2017; AUDRETSCH; LINK, 2018; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2018; CUNNINGHAM; GÖK; LAREDO, 2017; ARAÚJO et al., 2012).

Além do papel no processo de desenvolvimento tecnológico das empresas subvencionadas, os capitais humano e social também determinam em grande parte o risco tecnológico e o risco de gestão que as empresas proprietárias apresentam para os programas ao financiá-las (VIDIGAL et al., 2013; SOUZA; BRUNO-FARIA, 2013; D'ESTE; RENTOCCHINI; VEGA-JURADO, 2014; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020). Esses diferentes riscos explicados pelo capital humano e capital social podem ser medidos pela escala dos TRLs adaptada (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014; TOWERY; MACHEK; THOMAS, 2017; BELZ et al., 2019).

Isto posto, com base na exposição visual e escrita do modelo de análise, formulou-se as quatro hipóteses básicas do estudo, conforme Quadro 5.

Quadro 5: Hipóteses do Estudo

Hipóteses	Descrição
H1	O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados
H2	O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados
H3	O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados
H4	O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Pesquisa é um procedimento reflexivo e sistemático que requer, por meio de um controle crítico, um tratamento científico e se compõe como parte essencial no caminho para não só conhecer realidades ou encontrar verdades parciais, mas sim buscar respostas para questões propostas utilizando métodos científicos (MARCONI; LAKATOS, 2014).

Esta seção primária objetiva demonstrar o conjunto de meios utilizados para alcance dos objetivos do trabalho. Nas seções secundárias a seguir, são abordadas as principais questões metodológicas imprescindíveis para a execução do trabalho, como: classificação e tipologia da pesquisa; universo e amostra considerados; tratamento e registro dos dados e operacionalização das variáveis; e, por fim, análise dos dados.

3.1 Classificação e Tipologia da Pesquisa

Do ponto de vista da natureza, trata-se de pesquisa classificada como aplicada, pois propõe-se a analisar atividades de fomento à inovação e os riscos associados para então desenvolver artefato para solução de problema de interessados locais. A pesquisa aplicada busca adquirir e gerar novos conhecimentos para uma aplicação prática objetivando a solução de problemas específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para atender aos objetivos do presente estudo, realizou-se pesquisa do tipo quantitativa-descritiva. A abordagem quantitativa foca em analisar as relações entre variáveis. Para medição de tais variáveis, geralmente utiliza-se ferramentas que possibilitem que os dados numéricos sejam analisados por métodos estatísticos (CRESWELL, 2010). Uma tipologia descritiva consiste em delinear características de sujeitos e de fenômenos - e quando descreve-os qualitativamente, permite o emprego de métodos que os quantifique (MARKONI; LAKATOS, 2014; 2017).

Neste trabalho, como procedimentos metodológicos iniciais, realizou-se um levantamento da bibliografia relacionada com os construtos componentes da questão norteadora para embasar a redação do referencial teórico. Essa atividade basicamente ocorreu da seguinte forma: primeiro, utilizou-se a plataforma Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES (este último por meio do acesso CAFe⁹) para pesquisa dos trabalhos; e segundo, optou-se por selecionar artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais com classificação

⁹A CAPES disponibiliza em seu portal de periódicos conteúdo assinado com as principais editoras científicas. Para acesso é necessário estar credenciado na Comunidade Acadêmica Federal - CAFe.

Qualis/Capes nos principais estratos A e B - quadriênio avaliativo 2013/2016, ou com H-Index SCImago Ranking Journal - SRJ, preferencialmente, igual ou acima de 50 pontos. Quando não na forma de artigos, considerou-se alguns estudos acadêmicos, obras importantes (livros e capítulo de livros em handbooks) de autores consagrados na literatura responsáveis por iniciar um conceito ou ideia - seminais, assim como relatórios técnicos/executivos publicados por entidades nacionais ou estrangeiras consideradas autoridades em matéria de incentivo à inovação.

Isto feito, seguiu-se com os procedimentos metodológicos intermediários, quando desenvolveu-se uma base com dados históricos coletados dos editais de fomento à inovação da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Funcap. O objetivo deste momento foi tratar a referida base de dados de modo a definir uma amostra e estabelecer métricas para as variáveis do estudo. Além dos dados originais componentes da base adquirida da Funcap, foram incluídos outros dados, também secundários, que passaram por tratamento a fim de criar novas variáveis e constar no mesmo tamanho da amostra definida.

Por fim, o momento final dos procedimentos metodológicos, foi gerado um conjunto de modelos paramétricos, a partir da relação das variáveis do estudo, compatíveis com os objetivos específicos do presente trabalho. Esses modelos foram pré-analisados e testados, com o uso de ferramentas computacionais, utilizando-se de técnicas de estatística descritiva e estatística paramétrica multivariada. Uma vez isto concluído, realizou-se a análise dos resultados obtidos e a redação das considerações finais do trabalho.

3.2 Universo e Amostra

A base de dados da Funcap representa o conjunto de elementos e suas características a serem analisados. Tal base contempla 14 editais, 648 empresas e 1.169 projetos submetidos - decorrentes de processos de seleção ocorridos entre 2008 e 2018. Ainda, do total de projetos submetidos, 284 deles foram contratados - sendo este grupo a unidade de análise principal do presente estudo. Marconi e Lakatos (2017) explicam que o delineamento do universo ou população consiste em explicitar que elementos (empresas, projetos, etc.) serão pesquisados, enumerando suas características comuns.

É preciso informar que a base de dados supramencionada, além de não requerer tratamento estatístico prévio para determinação do seu tamanho amostral, foi disponibilizada pela equipe de pesquisa do programa Cientista Chefe de estímulo à inovação pública, vinculado à Funcap; ou seja, a amostra caracteriza-se como não probabilística por acessibilidade. Para

Marconi e Lakatos (2017) a amostra pode ser entendida como uma parcela, convenientemente selecionada da população; em outras palavras, é um subconjunto da população escolhido segundo algum critério de representatividade. De acordo com Vergara (2016) existem dois tipos de amostra: probabilística, com base em procedimentos estatísticos, e não probabilística - que se desdobra em selecionadas por acessibilidade e por tipicidade. A amostra não probabilística por acessibilidade não exige qualquer procedimento estatístico, pois seleciona os elementos pela facilidade de acesso aos mesmos.

3.3 Tratamento de Dados e Variáveis do Estudo

Conforme descrito na subseção anterior, os dados principais do estudo foram obtidos de fonte secundária - base de dados da Funcap. Além desses, outros dados foram levantados, também de fonte secundária, e depois introduzidos na referida base. Tais outros dados foram obtidos por meio de contato direto com pesquisadores, possuidores de arquivo particular com registros extraídos do Lattes. Esses registros relacionam informações sobre a formação acadêmica e os laços reais e potenciais dos integrantes das equipes dos projetos contratados, constantes na base de dados da Funcap.

Para a obtenção de dados, Marconi e Lakatos (2017) apresentam dois procedimentos: pesquisa documental e contatos diretos. As autoras destacam a importante atitude do pesquisador de, antes de iniciar sua pesquisa de campo, analisar cuidadosamente as fontes de dados documentais que sirvam de suporte à pesquisa projetada. Para elas, são duas as fontes de dados: primária e secundária. O outro procedimento de obtenção de dados é o contato direto com indivíduos ou organizações que podem fornecer dados, ou sugerir possíveis fontes de informações úteis. Esses dois meios, apresentados pelas autoras, podem ocorrer de forma concomitante em um estudo.

De posse de todo material coletado, procedeu-se com seu tratamento, por procedimento estatístico e não estatístico, juntamente, utilizando-se do Microsoft Excel, que colaborou com a sistematização da base de dados pelo: (1) processo de seleção - verificação crítica a fim de eliminar excessos e corrigir erros ou falhas que pudessem prejudicar a pesquisa, por exemplo, remoção de indicadores pouco representativos e substituições de missing values e eliminação de outliers dos indicadores mantidos [este último é importante realizar antes da aplicação das técnicas de análise multivariada]; (2) codificação - transformação dos valores não-quantificáveis em quantificáveis; (3) formulação e categorização - estabelecimento de métricas para criação das variáveis inputs do estudo mais categorização em grupos ou

classificações daquelas que seriam avaliadas ou outputs; e (4) tabulação manual e proposição de modelos - representação gráfica e numérica dos valores para posterior análise estatística descritiva e construção de modelos de relação multivariada a serem testados.

Conforme Gil (2008), os procedimentos estatísticos são baseados na aplicação da teoria estatística da probabilidade e são um meio auxiliar importante da pesquisa em ciências sociais aplicadas. O procedimento estatístico caracteriza-se por significativa precisão, o que o torna amplamente aceito por pesquisadores com problemas quantitativos.

Tratando-se de procedimentos estatísticos, mais especificamente na etapa de tratamento de dados, Vergara (2016) explica que os dados podem ser tratados em um estudo de três formas diferentes: i) por procedimentos estatísticos (ex.: quando paramétricos, usando análise discriminante e regressão; e quando não paramétricos, usando mann-whitney e kruskall-wallis); ii) por procedimentos não estatísticos (ex.: selecionando-os, codificando-os, estruturando-os e analisando-os); e iii) utilizando os dois meios anteriores no mesmo estudo (ex.: usando estatística descritiva para apoiar uma interpretação subjetiva).

Vários autores apoiam o uso de ferramentas computacionais nas diversas tarefas que compreendem os procedimentos de coleta e de análise de dados, sejam eles com fins estatísticos ou não (GIL, 2008; VERGARA, 2016; AMARO; SILVESTRE; FERNANDES, 2009; COOPER; SCHINDLER, 2014; HAIR et al., 2009; CORRAR; PAULO; FILHO, 2014).

3.3.1 Variáveis do Estudo - operacionalização e medição

As variáveis deste estudo foram concebidas tomando como base a literatura que reúne os construtos Capital Humano e Capital Social - importante para o desenvolvimento tecnológico das empresas (MCGUIRK; LENIHAN; HART, 2015; CARRERAS; BLANCO; ARROYO, 2020; SON; LIN, 2008; YAN; GUAN, 2018; PROTOGEROU; CALOGHIROU; VONORTAS, 2017; AUDRETSCH; LINK, 2018; VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2018) e determinantes dos diferentes riscos que tais empresas apresentam para o financiamento público à inovação (VIDIGAL et al., 2013; SOUZA; BRUNO-FARIA, 2013; D'ESTE; RENTOCCHINI; VEGA-JURADO, 2014; STOECKICHT; SOARES, 2010; MOLINA; MARTINEZ, 2010) e o construto TRL - como classificador dos riscos tecnológicos e de gestão ao desenvolvimento tecnológico das empresas subvencionadas (GIL; ANDRADE; COSTA, 2014; TOWERY; MACHEK; THOMAS, 2017; BELZ et al., 2019).

A subseção a seguir é aberta apresentando o Quadro 6 que sumariza as propriedades básicas das variáveis e sua operacionalização. Demonstra-se em seguida a medição das

variáveis a partir dos construtos, apresentadas pelas equações 1, 2, 3 (variáveis independentes, manipuladas ou preditoras - inputs) e 4, 5, e 6 (variáveis dependentes, avaliadas ou de previsão - outputs).

3.3.1.1 Operacionalização das Variáveis

Quadro 6 - Propriedades básicas das Variáveis

Nome	Categorias	Tipo	Classificação	Função do excel	Descrição da Formulação
Capital Humano	-	Independente /Inputs	Quantitativa - Contínua	= soma ()	Efetuada a soma dos valores dos atributos formação acadêmica de cada membro componente das equipes dos projetos.
Capital Social Hole	-	Independente /Inputs	Quantitativa - Discreta	= soma ()	Efetuada a soma dos valores dos atributos CSh de cada membro das equipes dos projetos.
Capital Social Clustering	-	Independente /Inputs	Quantitativa - Contínua	= soma ()	Efetuada a soma dos valores dos atributos CSC de cada membro das equipes dos projetos.
DTRL	-	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Discreta	= (TRL Final - TRL Inicial)	Calculado a diferença entre os valores de TRL Final e TRL inicial dos projetos.
Níveis da DTRL (03 grupos)	1 - Baixo Risco Tecnológico; 2 - Médio Risco Tecnológico; 3 - Alto Risco Tecnológico.	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Categórica	= quartis (); = SES (N < o primeiro quartil do DTRL; 3; N < o segundo quartil do DTRL; 2; N ≥ o segundo quartil do DTRL; 1)	Primeiramente foi calculado o primeiro e segundo quartis do conjunto de valores da amostra, que resultou respectivamente nos valores 2 e 4. Após isso, agrupou-se os dados em três grupos distintos, de uma forma que o "grupo 3" reuniu todos projetos com valores menores que 2, o "grupo 2" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 2 e menores que 4, o "grupo 1" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 4.
MTRL	-	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Contínua	= (TRL Final * 1/9)	Efetuada a multiplicação dos valores da TRL Final dos projetos pela razão de 1/9.
Níveis da MTRL (03 grupos)	1 - Baixo Risco Tecnológico; 2 - Médio Risco Tecnológico; 3 - Alto Risco Tecnológico.	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Categórica	= quartis (); = SES (N < o primeiro quartil do MTRL; 3; N < o segundo quartil do MTRL; 2; N ≥ o segundo quartil do MTRL; 1)	Primeiramente foi calculado o primeiro e segundo quartis do conjunto de valores da amostra, que resultou respectivamente nos valores 0,56 e 0,78. Após isso, agrupou-se os dados em três grupos distintos, de uma forma que o "grupo 3" reuniu todos projetos com valores menores que 2, o "grupo 2" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 2 e menores que 4, o "grupo 1" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 4.
ETRL	-	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Contínua	= [1/(Subvenção econômica / DTRL) * 100000]	Calculo realizado a partir da relação custo benefício entre o valor subvencionado da tecnologia pela variação do grau de prontidão da tecnologia.
Níveis do ETRL (03 grupos)	1 - Baixo Risco de Gestão; 2 - Médio Risco de Gestão; 3 - Alto Risco de Gestão.	Dependente/ Outputs	Quantitativa - Categórica	= quartis (); = SES (N < o primeiro quartil do ETRL; 3; N < o segundo quartil do ETRL; 2; N ≥ o segundo quartil do ETRL; 1)	Primeiramente foi calculado o primeiro e segundo quartis do conjunto de valores da amostra, que resultou respectivamente nos valores 1,25 e 2,29. Após isso, agrupou-se os dados em três grupos distintos, de uma forma que o "grupo 3" reuniu todos projetos com valores menores que 2, o "grupo 2" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 2 e menores que 4, o "grupo 1" reuniu todos projetos com valores iguais e maiores que 4.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Richardson et al. (2012) explicam as características básicas aplicadas na

operacionalização de variáveis e aponta os tipos de variáveis mais comuns. É dever do pesquisador, antes de tornar pronto uma variável, observar se ela possui duas características fundamentais: i) são aspectos mensuráveis de um fenômeno; e ii) possuem variações em relação ao mesmo fenômeno e em relação a outros fenômenos. Os tipos de variáveis podem ser nominais (não podem ser ordenadas), ordinais (podem ser ordenadas), discretas (não podem ser fracionadas, pois entre dois pontos de uma escala existem número finito de valores) e contínuas (podem ser fracionadas, pois entre dois pontos de uma escala existem número infinito de valores). Os dois primeiros tipos não se associam à valores numéricos e os outros dois associam-se à valores numéricos.

Além do exposto, Richardson et al. (2012) explicam como as variáveis se relacionam. Existem relações em que as variáveis mudam conjuntamente (covariação), existem relações em que as variáveis podem mudar conjuntamente, mas as mudanças em uma não produzem necessariamente mudanças na outra (associação), e ainda existem as relações mais comumente estudadas, quais sejam:

- a) relação de dependência - são aquelas que dependem de outra variável para mudar. Destacam as variáveis que estão sendo avaliadas ou previstas, que são conhecidas como variáveis dependentes/as que são determinadas ou recebem influência/testes ou respostas/outputs;
- b) relação de causalidade - são aquelas que a mudança em uma variável produz mudança na outra variável. Destacam as variáveis que estão sendo manipuladas ou preditoras, que são conhecidas como variáveis independentes/as que determinam ou influenciam/inputs.

3.3.1.2 Medição das Variáveis

Capitais determinantes do desenvolvimento tecnológico e dos diferentes riscos associados (eq. 1, 2, e 3):

$$CH = \frac{\sum H_{ij} \cdot P_i}{V} \quad (\text{eq. 1})$$

CH é um índice de Capital Humano das equipes dos projetos, que procura medir o nível de formação educacional das equipes dos projetos beneficiados. Segundo Bertolami et al.

(2018), capital humano de uma equipe é formado pelo background de seus membros: formação educacional, capacitações e treinamentos, qualificações, habilidades, disciplina, experiência, entre outros. Este conjunto de qualidades individuais são exemplos de dimensões do capital humano suscetíveis à diferentes análises. Bertolami et al. (2018) analisam o efeito da dimensão formação educacional de indivíduos sobre a taxa de sobrevivência de organizações. Analogamente, este estudo analisa o impacto da referida dimensão do Capital Humano sobre os riscos tecnológicos e de gestão. Assim, desenvolveu-se a Equação 1, pela qual observa-se a descrição matemática do Capital Humano, onde: H_{ij} expressa o valor atribuído ao último nível da j -ésima formação do i -ésimo componente da equipe do projeto subvencionados; P_i denota o peso atribuído à j -ésima, sendo peso 1 para menor formação educacional e peso 6 para maior formação educacional (é válido explicar que as formações educacionais mencionadas são: nível de ensino médio, nível de graduação, nível de especialização, nível de mestrado, nível de doutorado e nível de pós-doutorado); e V o valor dado pela empresa como contrapartida financeira, utilizado aqui como controle do possível efeito tamanho da firma.

$$CSh = 2 - \sum_j (P_{ij} + \sum_{q,q \neq i,q \neq j} P_{iq}P_{qj})^2 \quad (\text{eq. 2})$$

CSh é um índice de Capital Social Hole das equipes dos projetos, o qual procura medir o capital social em sua dimensão estrutural que estabelece o grau em que a vizinhança local do nó é rica em “buracos estruturais”. De acordo com Yan e Guan (2018), os buracos estruturais são vantagens a alcançar, pois representam oportunidades de intermediação do fluxo de informações entre diferentes atores, além de colocar um pesquisador, por exemplo, em um ponto de convergência de domínios sociais diferentes com grande diversidade de recursos e conhecimentos. Para medir CSh das equipes de projetos subvencionados, aceitamos a orientação de Yan e Guan (2018), que descreve a Equação 2 da seguinte forma: P_{ij} representa a proporção das conexões do i -ésimo componente da equipe atreladas ao seu contato com o j -ésimo ator da rede; o conteúdo da fórmula entre os parênteses expressa a proporção das conexões diretas ou indiretas do i -ésimo componente da equipe atreladas ao seu contato com o j -ésimo ator da rede. Os contatos, ou melhor, ligações foram estabelecidas pela coautoria entre artigos, patentes e trabalhos técnicos entre os atores da rede dos componentes das equipes dos projetos subvencionados.

$$CSc = \frac{I\{e_{ik}: v_j, v_k \in L(i), e_{ik} \in E\}I}{k_i(k_i - 1) / 2} \quad (\text{eq. 3})$$

CSc é um índice de Capital Social Clustering de membros integrantes de projetos subvencionados, que procura medir até que ponto os membros dessas equipes estão socialmente integrados dentro de uma estrutura coesiva fechada. Para este tipo de medida de Capital Social, permanecemos aceitando a orientação de Yan e Guan (2018) onde: $v_j, v_k \in L(i)$ significa que os pesquisadores j e k constituem laços colaborativos com ator i ; $e_{jk} \in E$ indica que j e k também colaboram entre si; e $k_i (k_i - 1) / 2$ mostra o máximo de ligações possíveis entre todos os pesquisadores que mantêm contato com o ator i , ver Equação 3. Os autores ainda ressaltam que equipes de projetos com alto grau de integração entre seus participantes são mais confiantes, mantêm-se por mais tempo juntas e atraem o interesse por participação de novos parceiros.

TRLs classificadores dos riscos ao desenvolvimento tecnológico (eq. 4, 5 e 6):

$$DTRL_p = trl_f - trl_i \quad (\text{eq. 4})$$

DTRL é um índice que mede o quanto o projeto subvencionado evoluiu ao longo do seu processo de desenvolvimento tecnológico, baseado na escala TRL. Assim, quanto maior for a capacidade de variação do projeto, menor é o seu risco tecnológico. A variação da TRL inicial e final do projeto é explicada pela equação 4, onde: trl_f é o nível de maturidade da inovação ao final do projeto subvencionado; e trl_i é o nível de maturidade da inovação no início do mesmo projeto de P,D&I.

$$MTRL_p = trl_f \cdot 1/9 \quad (\text{eq. 5})$$

MTRL é um índice que mede o nível de prontidão da tecnologia em direção ao mercado. Esse índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 for o valor, mais pronta a tecnologia está para comercialização de mercado. Neste caso, 0 representa maior risco tecnológico e 1 representa menor risco tecnológico. Este índice, assim como o índice ETRL (próximo a ser apresentado) também são baseados na escala TRL.

$$ETRL_p = \left(\frac{1}{FP_p / DTRL_p} \right) \cdot 100000 \quad (\text{eq. 6})$$

ETRL é um índice que mede o grau de risco de gestão do projeto subvencionado no processo de desenvolvimento da tecnologia. Quanto melhor aproveitado é o recurso financeiro

aportado em relação a variação tecnológica do projeto (uso eficiente), menor é o risco de gestão envolvido. Basicamente diz respeito à relação custo-benefício do projeto. A equação 6 apresenta os elementos que compõem esse indicador, a saber: FP_p é o valor do financiamento público concedido ao p-ésimo projeto e $DTRL_p$ é a variação do projeto ao longo da escala dos TRLs.

3.4 Técnicas de Análise de Dados

Inicialmente, realizou-se a análise de dados com emprego da técnica de análise estatística descritiva da média, mediana mais observação da frequência de ocorrências - histograma, das variáveis DTRL, MTRL e ETRL, todas construídas com base na TRL de entrada e de saída dos 77 projetos subvencionados, na busca de descrever os diferentes riscos do programa de subvenção econômica - ainda sem a influência dos capitais humano e social.

De acordo com Vergara (2008), Amaro, Silvestre e Fernandes (2009) e Hair et al., (2009) a técnica de análise estatística descritiva é muito utilizada para apoiar pesquisadores em interpretações subjetivas de determinados fenômenos. Geralmente ela envolve a análise de medidas de tendência central e dispersão suportados por algum tipo de gráfico, que sistematiza os dados da variável ligada ao fenômeno. É importante que o tipo de gráfico transmita o essencial. O histograma, a depender do objetivo da pesquisa, é um tipo ideal para expressar de forma simples e clara a distribuição ou evolução de um conjunto de dados.

Uma vez concluída a análise estatística descritiva, procedeu-se com a análise discriminante múltipla e análise por regressão logística das variáveis medidas buscando alcançar os demais objetivos específicos do trabalho. As análises discriminante múltipla e por regressão logística são as técnicas estatísticas apropriadas quando a variável dependente é não-métrica (nominal ou categórica) e as variáveis independentes são métricas. Ambas encontram ampla aplicação quando, por exemplo, direcionadas para identificar a categoria de risco tecnológico e/ou de gestão ao qual um projeto financiado pertence e prever se um projeto proponente de uma chamada futura de subvenção econômica possa apresentar maior ou menor risco para o programa concedente (HAIR et al., 2009).

A análise discriminante múltipla (MDA - do inglês Multiple Discriminant Analysis) gera funções discriminantes que são constituídas a partir da combinação linear de variáveis independentes que melhor distinguem elementos entre grupos predefinidos - identificando as características de cada grupo, assim como as diferenças significativas que possam existir entre eles. A MDA caracteriza-se como uma técnica de classificação que permite ao pesquisador a possibilidade de elaborar previsões a respeito de a qual grupo certo elemento observado

pertenceria. Esta técnica é determinada a partir de uma equação que assume a seguinte forma: “ $Z = a + (b_1 \cdot x_1) + (b_2 \cdot x_2) + (b_3 \cdot x_3)$ ”, onde “Z” é o escore discriminante; “a” é a constante; “ b_1 , b_2 e b_3 ” são os coeficientes ou pesos discriminante para as variáveis preditoras (neste caso, são três: CH, CSh e CSc); e “ x_1 , x_2 e x_3 ” representam, respectivamente, as três variáveis preditoras. Muitos pesquisadores, em diferentes áreas do conhecimento, utilizam esta equação para desenvolver modelos destinados à previsão de risco (HAIR et al., 2009; CORRAR; PAULO; FILHO, 2014).

Corrar, Paulo e Filho (2014) alertam para a observação de alguns pressupostos antes de iniciar uma análise discriminante: ausência de outliers, normalidade na distribuição dos dados e ausência de multicolineariedade - sendo a última premissa considerada a mais importante, visto ser ela a que mais afeta os resultados desta técnica de classificação e previsão. Os autores ainda explicam que, no caso de amostras relativamente grandes, pode-se relaxar o pressuposto de normalidade sem a preocupação de perda de consistência e eficiência das variáveis preditoras.

Estudos como de Rausch e Kelley (2009), que comparam diferentes abordagens de análise discriminante sob não normalidade, concordam com a explicação dos autores supracitados. Para Rausch e Kelley (2009), os efeitos de uma violação do pressuposto de normalidade sobre a previsão dos resultados podem não impactar significativamente o poder discriminante do método linear de Fisher - sobretudo quando a amostra de dados da variável preditora é relativamente grande.

A regressão logística tem como objetivos primeiro identificar a que grupos certos elementos pertencem e prever a probabilidade de que eles possam se enquadrar neste ou naquele grupo. A equação logística, que serve como base para predição da probabilidade dos modelos logit, assume o seguinte formato: “ $p(\text{evento}) = 1 / (1 + e^{-(b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3)})$ ”. Um importante diferencial desta técnica no processo de construção de modelos, devido sua robustez, é que ela é pouco afetada quando seus pressupostos não são atendidos. A análise logit, como também é conhecida, é uma excelente técnica de previsão muito empregada nas áreas de negócios e em pesquisas acadêmicas (HAIR et al., 2009; CORRAR; PAULO; FILHO, 2014).

Fávero e Belfiore (2017) expõem que os modelos logit são bastante úteis quando o interesse do pesquisador é avaliar a probabilidade de ocorrência de um determinado fenômeno, com base em suas características. Em outras palavras, a análise logit aplica-se quando o pesquisador tem interesse em prever a chance de projetos proponentes de futuras seleções públicas de fomento à inovação em função de suas características de capacidade de inovação.

Os autores ainda explicam que a análise logit pode ser representada por modelos

multinomial e binário. Utiliza-se o primeiro modelo quando a variável dependente que representa o objeto em estudo oferece três possibilidades de resposta (categorias); já o segundo modelo é aplicável quando um fenômeno em estudo apresenta-se por meio de apenas e tão somente duas categorias. Neste trabalho, utilizaremos o modelo multinomial.

Tanto Hair et al. (2009) quanto Corrar, Paulo e Filho (2014) explicam que as técnicas de análise discriminante e análise logit dependem de vários testes estatísticos para avaliar a significância dos modelos em análise. No entanto, somente isto não garante o poder de predição desses modelos. Construir e avaliar matrizes de classificação é fundamental para determinar a eficácia da predição de modelos sob análise.

3.4.1 Modelos das Técnicas de Análise Multivariada

Os modelos propostos com a apresentação da relação de dependência multivariada podem ser observados nas equações 7, 8 e 9 para MDA e 10, 11 e 12 para análise logit, baseado em Hair et al. (2009, p. 33). Para operacionalização de tais modelos, considerou-se as variáveis capital humano e capital social como covariáveis predictoras (métricas) da equação e as variáveis DTRL, MTRL e ETRL como as variáveis previstas (não-métricas) relacionadas.

$$\text{Modelo 1: DTRL} = (a_1 \cdot \text{CH} + b_1 \cdot \text{CSh} + c_1 \cdot \text{CSc}) \quad (\text{eq. 7})$$

$$\text{Modelo 2: MTRL} = (a_2 \cdot \text{CH} + b_2 \cdot \text{CSh} + c_2 \cdot \text{CSc}) \quad (\text{eq. 8})$$

$$\text{Modelo 3: ETRL} = (a_3 \cdot \text{CH} + b_3 \cdot \text{CSh} + c_3 \cdot \text{CSc}) \quad (\text{eq. 9})$$

$$\text{Modelo 4: CH} = (a_1 \cdot \text{DTRL} + b_1 \cdot \text{MTRL} + c_1 \cdot \text{ETRL}) \quad (\text{eq. 10})$$

$$\text{Modelo 5: CSh} = (a_2 \cdot \text{DTRL} + b_2 \cdot \text{MTRL} + c_2 \cdot \text{ETRL}) \quad (\text{eq. 11})$$

$$\text{Modelo 6: CSc} = (a_3 \cdot \text{DTRL} + b_3 \cdot \text{MTRL} + c_3 \cdot \text{ETRL}) \quad (\text{eq. 12})$$

Vale destacar que as variáveis previstas foram agrupadas em três níveis, cada, utilizando como parâmetro de formação dos grupos a medida estatística “tercis” da própria variável: “se $N < \text{o primeiro tercil da amostra, nível 3}$ ”; “se $N \geq \text{o primeiro tercil da amostra e } < \text{o segundo tercil da amostra, nível 2}$ ”; e “se $N \geq \text{o segundo tercil da amostra, nível 1}$ ”. Assim, cada variável prevista ficou categorizada da seguinte forma:

- DTRL: **Nível 1** (baixo risco tecnológico), **Nível 2** (médio risco tecnológico) e **Nível 3** (alto risco tecnológico);
- MTRL: **Nível 1** (baixo risco tecnológico), **Nível 2** (médio risco tecnológico) e

Nível 3 (alto risco tecnológico);

- ETRL: **Nível 1** (baixo risco de gestão), **Nível 2** (médio risco de gestão) e **Nível 3** (alto risco de gestão).

Adiante, exibe-se, no Quadro 7, os nove grupos das três variáveis previstas gerados a partir dos três níveis de riscos acima destacados - cada variável prevista possui três grupos, sendo um de alto risco, um de médio risco e outro de baixo risco.

Quadro 7 - Grupos dos níveis de risco das variáveis de previsão

Níveis de Risco	Grupos das Variáveis de Previsão		
	DTRL	MTRL	ETRL
1	Grupo 1 (G1)	Grupo 4 (G4)	Grupo 7 (G7)
2	Grupo 2 (G2)	Grupo 5 (G5)	Grupo 8 (G8)
3	Grupo 3 (G3)	Grupo 6 (G6)	Grupo 9 (G9)

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

E, por fim, explica-se no Quadro 8 a formulação das Sub-hipóteses (Sh) metodológicas do trabalho, com base nas nomenclaturas dos grupos das variáveis previstas exibidos acima, de uma forma que os resultados esperados sejam:

Quadro 8 - Proposição matemática das Sub-hipóteses metodológicas do estudo

Sub-hipóteses da H1	Sub-hipóteses da H2	Sub-hipóteses da H3	Sub-hipóteses da H4
1.1:CH→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G2$)	5.1:CH→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G8$)	7.1:CSh→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G2$)	15.1:CSh→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G8$)
1.2:CH→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G3$)	5.2:CH→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G9$)	7.2:CSh→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G3$)	15.2:CSh→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G9$)
1.3:CH→DTRL($\bar{x}G2 \neq \bar{x}G3$)	5.3:CH→ETRL($\bar{x}G8 \neq \bar{x}G9$)	7.3:CSh→DTRL($\bar{x}G2 \neq \bar{x}G3$)	15.3:CSh→ETRL($\bar{x}G8 \neq \bar{x}G9$)
2.1:CH→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G5$)	6:CH($\beta_{CH} \neq 0$)→ETRL	8.1:CSh→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G5$)	16.1:CSc→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G8$)
2.2:CH→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G6$)		8.2:CSh→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G6$)	16.2:CSc→ETRL($\bar{x}G7 \neq \bar{x}G9$)
2.3:CH→MTRL($\bar{x}G5 \neq \bar{x}G6$)		8.3:CSh→MTRL($\bar{x}G5 \neq \bar{x}G6$)	16.3:CSc→ETRL($\bar{x}G8 \neq \bar{x}G9$)
3:CH($\beta_{CH} \neq 0$)→DTRL		9:CSh($\beta_{CSh} \neq 0$)→DTRL	17:CSh($\beta_{CSh} \neq 0$)→ETRL
4:CH($\beta_{CH} \neq 0$)→MTRL		10:CSh($\beta_{CSh} \neq 0$)→MTRL	18:CSc($\beta_{CSc} \neq 0$)→ETRL
		11.1:CSc→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G2$)	
		11.2:CSc→DTRL($\bar{x}G1 \neq \bar{x}G3$)	
		11.3:CSc→DTRL($\bar{x}G2 \neq \bar{x}G3$)	
		12.1:CSc→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G5$)	
		12.2:CSc→MTRL($\bar{x}G4 \neq \bar{x}G6$)	
		12.3:CSc→MTRL($\bar{x}G5 \neq \bar{x}G6$)	
		13:CSc($\beta_{CSc} \neq 0$)→DTRL	
		14:CSc($\beta_{CSc} \neq 0$)→MTRL	

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

É válido explicar que as sub-hipóteses metodológicas expostas no quadro acima associam-se as hipóteses básicas apresentadas no Quadro 5, seção terciária “2.3.3 Modelo de Análise e Hipóteses da Pesquisa”.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção aborda principalmente a análise dos resultados alcançados em consonância com os objetivos específicos elaborados. Inicialmente, procedeu-se com a análise dos resultados estatísticos descritivos, cujo objetivo é descrever os diferentes riscos do programa de subvenção econômica - ainda sem a influência dos capitais inovativos. Em seguida, foram apresentados e discutidos os principais resultados gerados a partir dos processos de desenvolvimento dos modelos de classificação e previsão propostos neste estudo.

4.1 Análise Estatística Descritiva

A Tabela 1 traz os valores de média, mediana e desvio-padrão dos indicadores de riscos tecnológicos e de gestão da amostra. Percebe-se de imediato, ao analisar o DTRL, que os projetos beneficiados amadureceram aproximadamente em média 4 níveis suas tecnologias (média DTRL = 3,84) em uma escala dos TRLs que varia de 1 a 9. Em outras palavras, os projetos evoluíram em média 42,67% do total dos níveis da escala, o que indica que os projetos alcançaram desempenho positivo, conseqüentemente, representam baixo risco tecnológico para o programa. Ora, se os mesmos iniciassem com nível de TRL 5 [estágio de maturidade um pouco acima do ponto médio da escala dos TRLs], alcançariam o estágio de adoção da tecnologia pelo mercado; nível 9.

A respeito do indicador MTRL, que varia de 0 a 1 (onde, 0 representa maior risco tecnológico e 1 representa menor risco tecnológico), observou-se que a média foi de 0,75, o que permite dizer que em média as tecnologias dos projetos beneficiados se aproximam em 75% do mercado, caracterizando-se como de baixo risco tecnológico. Ademais, ao observar as medianas dos indicadores de medição de risco tecnológico (DTRL e MTRL), notou-se, respectivamente, que 42 projetos (54,5% da amostra) evoluíram 4 níveis ou mais e 46 projetos (59,7% da amostra) alcançaram 75% ou mais de proximidade do mercado.

Ainda na Tabela 1, mas agora olhando para o ETRL, pelo que se observa, os valores médios deste indicador, que assume valores de 0 a 10, ficou em 3,25 - em termos percentuais 33,25%. Isto pode sinalizar uma média de aproveitamento dos projetos que indique médio ou alto risco de gestão para o financiador - uma vez que para ETRL, quanto melhor aproveitado é o recurso financeiro aportado em relação a variação tecnológica do projeto (uso eficiente), menor é o risco de gestão envolvido. A mediana do indicador ETRL ainda nos revela que 38 projetos (49,4% do total da amostra) ficaram abaixo de 2,29, ou seja, sequer atingiram 22,9%.

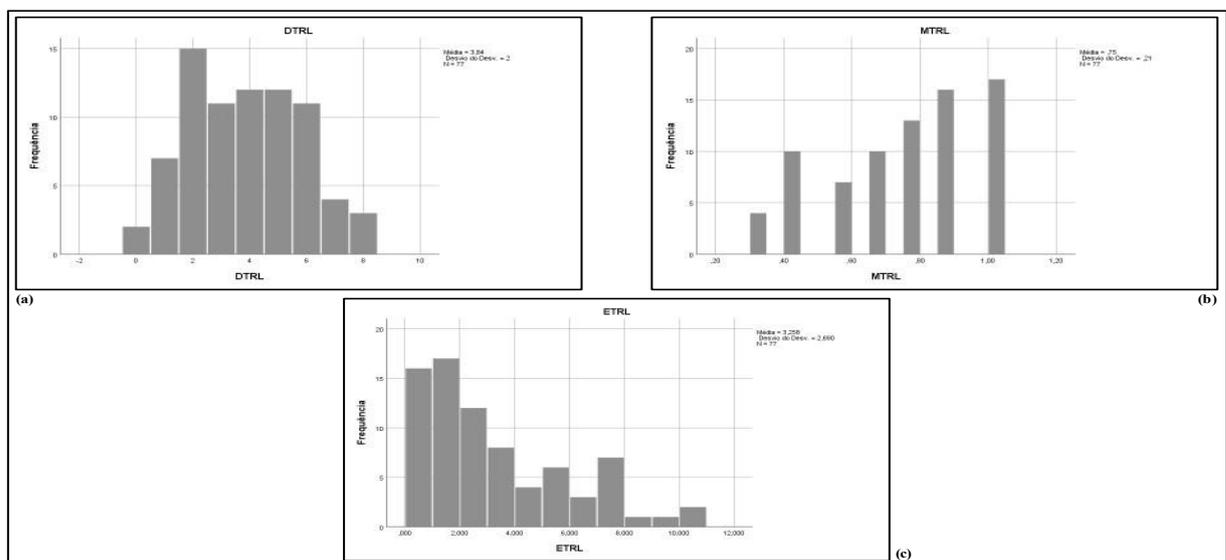
Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis de risco tecnológico e de gestão

Variável	N	Média	Mediana	Desvio-Padrão
DTRL	77	3,84	4,00	2,00
MTRL	77	0,75	0,78	0,21
ETRL	77	3,25	2,29	2,69

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Figura 5, ao observar os histogramas, percebe-se que o MTRL (fig. 5-b) apresenta um acréscimo de frequência com o aumento de número de projetos próximos do mercado. Ou seja, a medida informa projeção das observações na direção de valores mais elevados (próximo de 1), o que indica projetos com baixo risco tecnológico. Vale ressaltar que o fato de haver infinitos valores entre dois pontos de uma escala (dados contínuos) a separação das barras no gráfico acontece, ou seja, é normal.

Em seguida, ao observar a distribuição de frequência dos valores dos projetos beneficiados em relação a variação da maturidade tecnológica, DTRL (fig. 5-a), constata-se equilíbrio com alguns valores menores com muita frequência e alguns valores maiores em níveis razoáveis, mas todos convergindo para próximo do eixo de simetria - o que também sugere projetos com baixo, ou em poucos casos, médio risco tecnológico. Por fim, mas agora observando a medida ETRL (fig. 5-c), nota-se que a frequência de valores menores se destaca, indicado uma proporção superior de projetos beneficiados que não foram importantemente eficientes, quando se entende a eficiência pela relação de valor beneficiado nos projetos e evolução em TRLs de suas tecnologias, denotando médio ou alto risco de gestão envolvido.

Figura 5 – Gráficos de frequência da DTRL, MTRL e ETRL

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

4.2 Observação dos Pressupostos da Análise Multivariada

Realizou-se teste para verificar a distribuição de normalidade (z) ou não dos dados para cada variável preditora. O teste de normalidade assume como hipótese nula (H_0) que a distribuição é normal com valor de P maior que 0,05 ($H_0 = P > 0,05$).

A Tabela 2 apresenta o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) com a correção de Lilliefors, considerando-se 77 graus de liberdade (gl) e significância superior a 0,05. Optou-se pelo uso do teste (K-S) em razão da amostra ter N superior a 30 observações e também por este teste utilizar a correção de significância de Lilliefors, que torna os seus resultados mais precisos. A variável CH apresentou distribuição normal [$Z(77)=0,100$; $P>0$]; no entanto, não foi possível comprovar a normalidade da distribuição de dados para as variáveis CSh e CSc. Dado a robustez das técnicas de análise multivariadas empregadas (MDA e Logit) e em razão de as variáveis preditoras do estudo alcançarem tamanho amostral próximo de 80 observações ($N \cong 80$), referências metodológicas importantes consideram que na maioria dos casos a não normalidade na distribuição dos dados é um aspecto que não chega a preocupar.

Tabela 2 - Teste de normalidade para as variáveis preditoras

Variável	Kolmogorov-Smirnov		
	Estatística	gl	P-Valor
CH	0,100	77	0,056
CSh	0,212	77	0,000
CSc	0,249	77	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ainda em relação à análise dos pressupostos, verificou-se a presença de problemas de multicolinearidade por meio da aplicação dos critérios: i) Índice de Tolerância (IT); e ii) Fator de Inflação de Variância (FIV). Valores com IT abaixo de 0,100 sinalizam problemas de multicolinearidade entre as variáveis. Valores com FIV acima de 10,000 sinalizam presença de variáveis altamente correlacionadas, ou seja, variáveis com multicolinearidade problemática. De acordo com os resultados da Tabela 3, não existe redundância entre as variáveis preditoras, ou seja, não há presença de multicolinearidade entre as variáveis independentes do estudo. Assim, conclui-se que as variáveis preditoras não violam o referido pressuposto.

Tabela 3 - Teste de multicolinearidade para as variáveis preditoras

Variável	Estatística de Colinearidade	
	Índice de Tolerância	Fator de Inflação de Variância
CH	0,998	1,002
CSh	0,550	1,817
CSc	0,551	1,816

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observado os pressupostos, os próximos passos foram de desenvolver os modelos discriminante e logit. A seguir apresenta-se os resultados decorrentes do desenvolvimento dos referidos modelos, que contribuem para o alcance dos objetivos específicos 2 e 3 deste estudo.

4.3 Análise Discriminante Múltipla

Inicialmente, são apresentadas as estatísticas dos grupos componentes das variáveis previstas. Este resultado descreve preliminarmente as médias dos grupos, considerando os efeitos das variáveis de capacidade de inovação e os tamanhos desiguais de suas amostras. Isto é importante, pois permite comparar (mesmo sem confirmação ainda de igualdade ou diferença de média para as variáveis preditoras) os grupos das variáveis DTRL, MTRL e ETRL.

Tabela 4 - Estatística de grupos das variáveis de previsão

Variáveis Preditoras	Estatística de Grupos			
	Grupos		Média	N
CH	DTRL	G1	0,35744	42
		G2	0,42399	26
		G3	0,35645	9
	MTRL	G4	0,38062	46
		G5	0,17306	10
		G6	0,47642	21
	ETRL	G7	0,49561	39
		G8	0,29365	18
		G9	0,23148	20
CSh	DTRL	G1	9,16667	42
		G2	13,96154	26
		G3	11,33333	9
	MTRL	G4	9,36957	46
		G5	13,70000	10
		G6	13,42857	21
	ETRL	G7	12,20513	39
		G8	7,44444	18
		G9	12,00000	20

Tabela 4 - Estatística de grupos das variáveis de previsão

(Conclusão)

Variáveis Predictoras	Estatística de Grupos			
	Grupos		Média	N
CSc	DTRL	G1	1,36529	42
		G2	1,60715	26
		G3	1,59644	9
	MTRL	G4	1,41146	46
		G5	1,44310	10
		G6	1,62562	21
	ETRL	G7	1,45705	39
		G8	1,39433	18
		G9	1,57865	20

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 4, ao observar as médias dos grupos da variável DTRL com efeito da variável CH, constata-se que os projetos do G1 (baixo risco tecnológico) apresentam valor médio menor do que os projetos do G2 (médio risco tecnológico). Comparando os grupos da DTRL em função do CH, nota-se que as médias do G1 e G2 são maiores do que a média do G3 (alto risco tecnológico) - o que parece estranho; mas não é, pois o tamanho amostral do G3 é bem menor do que os demais e esse fato pode influenciar na estatística do grupo.

Em seguida, mostra-se os valores da estatística Lambda de Wilks e os resultados do teste F. O critério estatística Lambda Wilks varia de 0 a 1, onde os valores mais distantes de 1 apontam para presença de diferença de média entre os grupos. O critério teste F baseia-se no valor de P menor que 5% para diferença de média, correspondente ao valor crítico de F maior que 3,840. Ambos os critérios assumem H_0 (médias iguais), que indica variável preditora não significante; no entanto, busca-se rejeitar a H_0 e aceitar a hipótese alternativa - H_1 (médias diferentes), que indica variável preditora significante.

Tabela 5 - Teste de significância de variável preditora - MDA

Modelo	Variável Preditora	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	P-Valor
1 DTRL	CH	0,988	0,445	2	74	0,643
	CSh	0,954	1,765	2	74	0,178
	CSc	0,863	5,889	2	74	0,004
2 MTRL	CH	0,903	3,954	2	74	0,023
	CSh	0,961	1,511	2	74	0,227
	CSc	0,915	3,415	2	74	0,038
3 ETRL	CH	0,830	7,568	2	74	0,001
	CSh	0,963	1,438	2	74	0,244
	CSc	0,957	1,675	2	74	0,194

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados expostos na Tabela 5 revelam que o teste F para valor de P menor que 5% ou 0,05 é estatisticamente significativo para as seguintes variáveis preditoras: i) CSc do modelo 1, onde $[F(2,74)=5,889; P<0,05]$; ii) CH e CSc do modelo 2, onde, respectivamente, $[F(2,74)=3,954; P<0,05]$ e $[F(2,74)=3,415; P<0,05]$; e CH do modelo 3, onde $[F(2,74)=7,568; P<0,05]$. Ainda, percebe-se os menores valores para a estatística Lambda de Wilks: CSc do Modelo 1 - $LW=0,863$; CH e CSc do Modelo 2 - $LW=0,903$ e $LW=0,915$, respectivamente; e CH do Modelo 3 - $LW=0,830$. Pela estatística Lambda de Wilks, são essas as variáveis com maior poder discriminante para o modelo.

Em resumo, isto constata que as variáveis significantes identificadas conseguem distinguir os projetos entre os grupos preestabelecidos das variáveis previstas. Ademais, e como forma de responder ao primeiro teste das hipóteses básicas deste estudo, é possível concluir que somente um risco tecnológico mais o risco de gestão do financiamento à inovação são impactados pelo capital humano dos projetos subsidiados e que somente os riscos tecnológicos, mas não o risco de gestão, são impactados pelo capital social dos projetos subsidiados.

Diversos estudos sinalizam a importância de empresas subvencionadas possuírem níveis de capitais humano e social significantes para seus progressos tecnológicos - objetivo do Financiamento Público à Inovação. Isto porque a ausência ou a insuficiência desses ativos intangíveis, críticos para o desenvolvimento inovativo empresarial, pode implicar em sérios riscos tecnológicos e de gestão para o programa público financiador (PROTOGEROU; CALOGHIROU; VONORTAS, 2017; CAMPS; MARQUES, 2014; CGEE, 2008; CHIARINI; OLIVEIRA; RAPINI, 2020; OLIVEIRA; RODIL-MARZÁBAL, 2019; BORGES; HOFFMANN, 2017).

Para Protogerou, Caloghirou e Vonortas (2017), indivíduos com qualificação acadêmica e experiência de gestão podem contribuir significativamente com o desenvolvimento tecnológico empresarial. Para eles, membros de equipes de projetos inovativos que possuam essas qualidades aumentam a eficiência do processo tecnológico inovativo e a probabilidade de extensão do produto dessa inovação para o mercado. Camps e Marques (2014) afirmam que laços fortes, confiança e o compartilhamento de conhecimento dentro de um grupo de trabalho influencia sua capacidade de inovação, uma vez que estimula os indivíduos e os torna mais acessíveis e dispostos a ser úteis, apoia a criatividade e inspira novos conhecimentos e ideias - imprescindíveis para o desenvolvimento tecnológico. Para elas, uma compreensão detalhada do capital social e de como o mesmo impacta a inovação ao nível da firma e dentro dela é fundamental.

Além de determinar a variável com maior poder discriminante de um modelo -

conforme realizado na terceira coluna da tabela de resultados anterior, a estatística Lambda de Wilks também testa a significância das funções discriminantes para cada modelo. Os resultados desse uso diferente da estatística Lambda de Wilks constam na Tabela 6.

Tabela 6 - Teste de significância de função discriminante

Modelo	Função Discriminante	Lambda de Wilks	gl	P-Valor
1	1 (De 1 a 2)	0,841	6	0,048
	2	0,986	2	0,599
2	1 (De 1 a 2)	0,803	6	0,014
	2	0,951	2	0,157
3	1 (De 1 a 2)	0,745	6	0,001
	2	0,961	2	0,230

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na primeira, terceira e quinta linhas da tabela acima são testadas simultaneamente as duas funções de cada modelo, pelas quais nota-se que as primeiras funções discriminantes de cada modelo são significantes: [LW(6)=0,841; P<0,05]; [LW(6)=0,803; P<0,05]; e [LW(6)=0,745; P<0,05]. Com destaque para função 1 do modelo 3 com alta significância. A estatística Lambda de Wilks mostra também que as primeiras funções de cada modelo são as que têm maior poder discriminante, já que os seus valores estão mais distantes de 1.

A próxima tabela apresenta os coeficientes não padronizados das funções discriminantes, que apresentaram significância, para cada variável preditora. Os coeficientes discriminantes são usados para calcular o escore discriminante (Z), que por sua vez, é usado para classificar os projetos em um dos três grupos de cada variável prevista.

Tabela 7 - Coeficientes das funções discriminantes

Variável Preditora	Função Significante do Modelo 1 (DTRL)	Função Significante do Modelo 2 (MTRL)	Função Significante do Modelo 3 (ETRL)
	Coeficientes não padronizados		
CH (x ₁)	0,757	2,682	3,433
CSh (x ₂)	-0,021	-0,045	0,066
CSc (x ₃)	3,638	2,878	-2,118
Constant (a)	-5,413	-4,770	1,094

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A partir dos resultados da Tabela 7 baseados na equação discriminante “ $Z = a + (b_1 \cdot x_1) + (b_2 \cdot x_2) + (b_3 \cdot x_3)$ ”, são geradas cada função discriminante da seguinte forma:

- $Z_1 = -5,413 + (0,757 \cdot x_1) + (-0,021 \cdot x_2) + (3,638 \cdot x_3)$
- $Z_2 = -4,770 + (2,682 \cdot x_1) + (-0,045 \cdot x_2) + (2,878 \cdot x_3)$
- $Z_3 = 1,094 + (3,433 \cdot x_1) + (0,066 \cdot x_2) + (-2,118 \cdot x_3)$

Uma vez encontrados os escores discriminantes individuais dos projetos, é possível identificar os centroides que são coordenadas que ajudam no estabelecimento da classificação dos projetos nos grupos. A Tabela 8 apresenta os centroides dos grupos de riscos tecnológicos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6) e de risco de gestão (G7, G8 e G9) para cada função discriminante reportada acima.

Tabela 8 - Centroides dos grupos para funções discriminantes

DTRL	Z ₁	MTRL	Z ₂	ETRL	Z ₃
G1	-0,372	G4	-0,103	G7	0,510
G2	0,455	G5	-0,762	G8	-0,363
G3	0,422	G6	0,589	G9	-0,668

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Adiante, as Tabelas 9, 10 e 11 mostram, respectivamente, os resultados das classificações das funções discriminantes por meio de matrizes. A matriz de classificação estrutura-se em dados numerais e percentuais na diagonal, que representam classificações corretas, e dados numerais e percentuais fora da diagonal, que representam classificações incorretas. Aqui, interpreta-se os percentuais corretamente classificados para cada grupo, que revelam o quão bem as funções discriminantes classificam os projetos, e o percentual geral de acertos obtido por cada uma das matrizes de classificações para função discriminante relacionada. Logo em seguida é reportada a medição da capacidade de classificação das matrizes com uso das funções discriminantes.

Tabela 9 - Matriz de classificação para função discriminante (Z₁)

DTRL	Grupo	Classificação Prevista			Total	
		G1	G2	G3		
Classificação Original	Contagem	G1	33	9	0	42
		G2	13	13	0	26
		G3	6	3	0	9
	%	G1	78,57	21,43	00,00	100,00
		G2	50,00	50,00	00,00	100,00
		G3	66,67	33,33	00,00	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Começando pela análise da primeira matriz de classificação (Tabela 9), percebe-se que 78,57% dos projetos do grupo baixo risco tecnológico foram classificados corretamente, ou seja, de acordo com a classificação original do grupo. O grupo de projetos de médio risco tecnológico apresentou percentual de acerto um pouco menor, 50%; mas em termos de significância prática, considerando grupos com tamanhos desiguais, esse percentual pode ser julgado como razoável. Para o grupo de alto risco tecnológico, a função discriminante Z_1 não conseguiu classificar, igualmente ao grupo original, nenhum projeto - sendo 6 classificações previstas como grupo de baixo risco tecnológico e 3 classificações previstas como grupo de médio risco tecnológico.

Tabela 10 - Matriz de classificação para função discriminante (Z_2)

MTRL	Grupo	Classificação Prevista			Total	
		G4	G5	G6		
Classificação Original	Contagem	G4	41	1	4	46
		G5	9	1	0	10
		G6	17	0	4	21
	%	G4	89,13	2,17	8,70	100,00
		G5	90,00	10,00	0,00	100,00
		G6	80,95	0,00	19,05	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na segunda matriz de classificação (Tabela 10), o grupo de projetos de baixo risco tecnológico obteve número de acerto altíssimo: 41 dos 46 projetos do grupo original classificados corretamente - 89,13%, classificação excelente. Por outro lado, o grupo de projetos de médio risco tecnológico só conseguiu classificar corretamente 10 projetos, sendo 90% do total de sua amostra com classificação prevista para o grupo de baixo risco tecnológico. Por fim, o grupo de alto risco tecnológico com percentual de precisão de somente 19,05%.

Tabela 11 - Matriz de classificação para função discriminante (Z_3)

ETRL	Grupo	Classificação Prevista			Total	
		G7	G8	G9		
Classificação Original	Contagem	G7	34	2	3	39
		G8	10	2	6	18
		G9	8	2	10	20
	%	G7	87,18	5,13	7,69	100,00
		G8	55,56	11,11	33,33	100,00
		G9	40,00	10,00	50,00	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A última matriz de classificação (Tabela 11), obteve índices de classificação de grupos aparentemente melhor do que as matrizes de classificação anteriores (Tabelas 9 e 10). O grupo de projetos de baixo risco de gestão alcançou alto índice de acerto - 87,18%; o grupo de médio risco de gestão apresentou baixa classificação correta de 11,11% de seus projetos; e o grupo de alto risco de gestão atingiu índice de acerto razoável de 50% mais percentual de participação prevista de membros de seu grupo para os grupos de médio e baixo risco de gestão de 10% e 40%, respectivamente.

Ao calcular o percentual geral de acertos ou razão de sucesso de cada uma das matrizes de classificações para função discriminante, pode-se constatar que as três classificaram individualmente $\cong 60\%$ dos casos dos grupos originais corretamente. A razão de sucesso é calculada como os números na diagonal da matriz (projetos corretamente classificados) divididos pelo N total da variável, conforme sentenças matemáticas a seguir: i) Matriz de Classificação para $Z_1 = ([(33+13+0)\div 77] \times 100$; ii) Matriz de Classificação para $Z_2 = [(41+1+4)\div 77] \times 100$; e iii) Matriz de Classificação para $Z_3 = [(34+2+10)\div 77] \times 100$. Em outras palavras, as funções discriminantes obtiveram precisão de classificação aceitável.

Ademais, realizou-se teste do poder discriminante das matrizes de classificação para função discriminante quando comparadas a modelos de classificação de chance, ou seja, modelos ao acaso sem uso de função discriminante. O referido teste é conhecido como estatística Q de Press, que considera a matriz de classificação para função discriminante estatisticamente melhor do que um modelo de classificação de chance quando seu resultado, para 1 grau de liberdade, excede o valor crítico de 6,630 (nível de significância a 0,01). A estatística Q pode ser calculada pela equação matemática abaixo, onde: N = tamanho da amostra total; n = número de observações corretamente classificadas; e K = número de grupos.

$$Q \text{ de Press} = \frac{[N-(n.K)]^2}{N.(K-1)} \quad (\text{eq. 13})$$

Os resultados para cada uma das três matrizes de classificação para função discriminante foi igualmente $[Q(1)=96,649; P<0,01]$. Isto evidencia que as classificações foram estatisticamente melhores com uso da função discriminante do que sem ela.

O emprego da função discriminante para fins de classificação de grupos, conforme utilizado anteriormente, é apenas um entre dois possíveis tratamentos da MDA. O segundo tratamento utiliza uma função de classificação, também conhecida como função discriminante de Fisher. No caso da função de discriminante de Fisher, é gerada uma função para cada grupo.

Tabela 12 - Coeficientes das funções discriminantes de Fisher

Variável Preditora	DTRL			MTRL			ETRL		
	G1 z1	G2 z2	G3 z3	G4 z4	G5 z5	G6 z6	G7 z7	G8 z8	G9 z9
CH (x1)	4,058	4,882	4,043	5,593	2,964	6,920	4,707	1,648	0,694
CSh (x2)	-0,343	-0,350	-0,392	-0,364	-0,302	-0,375	-0,306	-0,381	-0,375
CSc (x3)	22,365	25,156	25,938	22,506	21,365	24,965	20,554	21,680	23,402
Constante (a)	-15,028	-19,891	-21,352	-15,755	-15,644	-20,721	-14,951	-15,393	-17,648

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A partir dos resultados da Tabela 12 baseados na equação discriminante “ $Z = a + (b_1 \cdot x_1) + (b_2 \cdot x_2) + (b_3 \cdot x_3)$ ”, são geradas cada função discriminante de Fisher da seguinte forma:

- $Z_1 = -15,028 + (4,058 \cdot x_1) + (-0,343 \cdot x_2) + (22,365 \cdot x_3)$
- $Z_2 = -19,891 + (4,882 \cdot x_1) + (-0,350 \cdot x_2) + (25,156 \cdot x_3)$
- $Z_3 = -21,352 + (4,043 \cdot x_1) + (-0,392 \cdot x_2) + (25,938 \cdot x_3)$

- $Z_4 = -15,755 + (5,593 \cdot x_1) + (-0,364 \cdot x_2) + (22,506 \cdot x_3)$
- $Z_5 = -15,644 + (2,964 \cdot x_1) + (-0,302 \cdot x_2) + (21,365 \cdot x_3)$
- $Z_6 = -20,721 + (6,920 \cdot x_1) + (-0,375 \cdot x_2) + (24,965 \cdot x_3)$

- $Z_7 = -14,951 + (4,707 \cdot x_1) + (-0,306 \cdot x_2) + (20,554 \cdot x_3)$
- $Z_8 = -15,393 + (1,648 \cdot x_1) + (-0,381 \cdot x_2) + (21,680 \cdot x_3)$
- $Z_9 = -17,648 + (0,694 \cdot x_1) + (-0,375 \cdot x_2) + (23,402 \cdot x_3)$

As funções de classificação de Fischer são as regras que permitem prever a qual grupo de uma determinada variável dependente pertenceria um projeto candidato a uma chamada futura de subvenção econômica. Elas podem descrever previamente a influência dos capitais humano e social sobre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica. Para isso, basta “rodar” as equações inserindo dados dos indicadores de capitais inovativos de um projeto proponente. O resultado vai apontar os níveis de riscos tecnológicos e o nível de risco de gestão que o projeto representa para o financiamento.

Com o intuito de melhor explicar o uso das funções de classificação de Fisher desenvolvidas, elaborou-se exercício simulando situação de previsão de riscos. Neste exemplo hipotético, foi considerado as funções discriminantes de Fisher dos modelos DTRL (Z_1 , Z_2 e Z_3), MTRL (Z_4 , Z_5 e Z_6) e ETRL (Z_7 , Z_8 e Z_9) para realizar avaliação de estimação de riscos

tecnológicos e de gestão de projeto participante de seleção pública de programa de subvenção econômica, com os seguintes dados de capitais inovativos: CH = 0,05; CSh = 2; CSc = 0,938.

Tabela 13 - Exercício prático de estimação de risco tecnológico DTRL

Modelo 1	Função Discriminante	Resultado
G1	$Z1: -15,028+(4,058 \cdot 0,05)+(-0,343 \cdot 2)+(22,365 \cdot 0,938)$	5,462
G2	$Z2: -19,891+(4,882 \cdot 0,05)+(-0,350 \cdot 2)+(25,156 \cdot 0,938)$	3,243
G3	$Z3: -21,352+(4,043 \cdot 0,05)+(-0,392 \cdot 2)+(25,938 \cdot 0,938)$	2,391

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com os resultados da Tabela 13, a função discriminante de Fisher correspondente ao grupo G1 do modelo 1 apresentou maior pontuação, Z_1 : 5,462. Isto indica, pela predição discriminante, que o projeto de inovação avaliado pode representar baixo risco tecnológico ao programa de subvenção econômica.

Tabela 14 - Exercício prático de estimação de risco tecnológico MTRL

Modelo 2	Função Discriminante	Resultado
G4	$Z4: -15,755+(5,593 \cdot 0,05)+(-0,364 \cdot 2)+(22,506 \cdot 0,938)$	4,900
G5	$Z5: -15,644+(2,964 \cdot 0,05)+(-0,302 \cdot 2)+(21,365 \cdot 0,938)$	3,937
G6	$Z6: -20,721+(6,920 \cdot 0,05)+(-0,375 \cdot 2)+(24,965 \cdot 0,938)$	2,283

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados da Tabela 14 mostram que a função discriminante de Fisher correspondente ao grupo G4 do modelo 2 apresentou maior pontuação, Z_4 : 4,900. Isto sinaliza, pela predição discriminante, que o projeto de inovação avaliado pode representar baixo risco tecnológico ao programa de subvenção econômica.

Tabela 15 - Exercício prático de estimação de risco de gestão ETRL

Modelo 3	Função Discriminante	Resultado
G7	$Z7: -14,951+(4,707 \cdot 0,05)+(-0,306 \cdot 2)+(20,554 \cdot 0,938)$	3,946
G8	$Z8: -15,393+(1,648 \cdot 0,05)+(-0,381 \cdot 2)+(21,680 \cdot 0,938)$	4,261
G9	$Z9: -17,648+(0,694 \cdot 0,05)+(-0,375 \cdot 2)+(23,402 \cdot 0,938)$	3,587

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com base nos resultados da Tabela 15, a função discriminante de Fisher

correspondente ao grupo G8 do modelo 3 apresentou maior pontuação, Z_8 : 4,261. Assim, é possível concluir que o projeto de inovação sob avaliação representa, de acordo com a predição discriminante, médio risco de gestão ao programa de subvenção econômica.

4.4 Regressão Logística Multinomial

A segunda técnica de análise multivariada empregada desenvolveu três modelos logísticos, cujos resultados foram analisados conjuntamente. Inicialmente, comparou-se o modelo proposto (com variáveis preditoras) com o modelo básico (sem nenhuma variável preditora). A ideia foi avaliar a capacidade de previsão daquele modelo em relação a este modelo, ou seja, a qualidade de previsão entre os modelos - se um é tão bom quanto o outro ou se um é melhor do que o outro. Para isso, recorreu-se ao teste de verossimilhança com base na estatística qui-quadrado para ajuste dos modelos logísticos.

O valor de verossimilhança (-2LL) tem valor mínimo de 0, o que equivale a um ajuste excelente. Quanto menor o valor -2LL, melhor o ajuste do modelo do logístico. A estatística qui-quadrado é útil para avaliar a variação do valor -2LL de um modelo para o outro. Aqui, busca-se rejeitar a H_0 (hipótese assumida pelo teste -2LL) e aceitar a H_1 , que considera valor de P menor que 0,05. Em outras palavras, os resultados estatísticos do teste de verossimilhança para ajuste dos modelos logísticos têm que se mostrar significantes para que os modelos propostos possam ser considerados melhores e mais confiáveis do que os modelos básicos e, assim, utilizados para previsão - veja a seguir.

Tabela 16 - Ajuste geral dos modelos logit

Modelo	Critério de ajuste -2LL	Teste de Verossimilhança		
		Qui-Quadrado	gl	P-Valor
4 Básico	146,011			
Proposto	132,575	13,436	6	0,037
5 Básico	142,789			
Proposto	123,778	19,011	6	0,004
6 Básico	159,306			
Proposto	133,551	25,755	6	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados apresentados na Tabela 16 revelam que, no caso do modelo logístico 4, o valor -2LL caiu (queda de 13,436) do modelo básico em relação ao modelo proposto - o que indica ajuste significativo ao nível de 5%, [$\chi^2(6)=13,436$; $P<0,05$]. O modelo logístico 5 também apresentou diferença entre os valores -2LL de seus modelos (redução de 19,011 do

básico para o proposto), indicando também significância a 5%, [$\chi^2(6)=19,011$; $P<0,05$]. Por fim, o modelo logístico 6 com qui-quadrado de 25,755 (maior redução), correspondendo a um P-Valor de 0,000, [$\chi^2(6)=25,755$; $P<0,05$]; resultado perfeito.

Adiante é possível descobrir se as variáveis preditoras utilizadas nos modelos logísticos são significantes ou não. Os critérios estatísticos usados para medir os efeitos das variáveis preditoras são os mesmo usados para medir o ajuste dos modelos logísticos, a saber: -2LL com base no qui-quadrado. Então, para constatar que as referidas variáveis têm efeito sobre os modelos de previsão de riscos tecnológicos e de gestão, faz-se necessário rejeitar a H_0 (assumida pelo teste de verossimilhança) e aceitar a H_1 , que considera significância a 5%.

Tabela 17 - Teste de significância de variável preditora - Logit

Modelo	Variável Preditora	Critério de ajuste -2LL	Teste de Verossimilhança		
			Qui-Quadrado	gl	P-Valor
4 DTRL	Constant	147,962	15,387	2	0,000
	CH	133,522	0,947	2	0,623
	CSh	133,543	0,968	2	0,616
	CSc	141,478	8,903	2	0,012
5 MTRL	Constant	134,920	11,141	2	0,004
	CH	132,837	9,059	2	0,011
	CSh	125,499	1,721	2	0,423
	CSc	130,133	6,355	2	0,042
6 ETRL	Constant	137,135	3,584	2	0,167
	CH	151,794	18,243	2	0,000
	CSh	139,686	6,135	2	0,047
	CSc	140,292	6,741	2	0,034

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados expostos na Tabela 17 mostram que o teste de verossimilhança para valor de P menor que 0,05 é estatisticamente significativo para as seguintes variáveis preditoras: i) CSc do modelo 4, onde [$\chi^2(2)=8,903$; $P<0,05$]; ii) CH e CSc do modelo 5, onde, respectivamente, [$\chi^2(2)=9,059$; $P<0,05$] e [$\chi^2(2)=6,355$; $P<0,05$]; e CH, CSh e CSc do modelo 6 (melhor relação de dependência), onde, respectivamente, [$\chi^2(2)=18,243$; $P<0,05$]; [$\chi^2(2)=6,135$; $P<0,05$] e [$\chi^2(2)=6,741$; $P<0,05$]. Assim, pode-se constatar que as variáveis preditoras significantes são capazes de identificar a qual grupo dos riscos tecnológicos ou do risco de gestão os projetos pertencem. Além disso, é possível concluir, com base nos resultados do segundo teste das hipóteses básicas deste estudo, que apenas um dos riscos tecnológicos mais o risco de gestão do financiamento à inovação são impactados pelo capital humano dos projetos subsidiados, assim como os dois riscos tecnológicos e o risco de gestão são impactados

pelo capital social dos projetos subsidiados.

Vidigal et al. (2013) e D’Este, Rentocchini e Vega-Jurado. (2014) afirmam que o capital humano reduz importantemente os riscos associados à atividade inovativa e que a sua ausência representa obstáculo para o desempenho inovativo dos projetos subsidiados. Para estes autores, equipes de projetos inovativos com integrantes altamente qualificados estão melhor preparadas para superar ameaças à inovação relacionadas ao risco tecnológico que envolve as fases finais (teste, operação e lançamento comercial da tecnologia) do processo inovativo de uma empresa.

Em complemento, MacGuirk et al. (2015) e Vasconcelos e Oliveira (2018) identificam aspectos de gestão associados ao capital humano que impactam a capacidade de inovação das empresas subvencionadas e que também contribuem para reduzir os riscos associados à atividade inovativa. Eles enxergam a capacidade dos indivíduos de administrar ativos e atividades técnicas buscando a máxima eficiência.

Gutiérrez et al. (2014) e Ganguly, Talukdar e Chatterjee (2019) alertam para a ausência ou baixa incidência de capital social associado à indisponibilidade de capital financeiro. Para eles, isto pode representar obstáculos intransponíveis para o desempenho de uma empresa - afetando negativamente a sua capacidade gestão e de inovação, conseqüentemente, sua evolução tecnológica. Molina e Martínez (2010) analisam os efeitos de fatores específicos do capital social sobre o desempenho inovativo de empresas. Eles explicam que empresas para crescer ou se manterem vivas precisam buscar constantemente novas oportunidades de interação que lhes permitam intensas trocas e combinações de recursos em seus processos de inovação, assim como um intensivo esforço de gestão.

Neste ponto, chega-se a análise dos penúltimos resultados. Aqui, avalia-se a precisão de classificação dos modelos logit. Então, são utilizadas matrizes de classificação parecidas àquelas empregadas na MDA. O papel das matrizes é fornecer os níveis de precisão preditiva atingidos pelos grupos isoladamente e pelos modelos logísticos como todo.

Tabela 18 - Matriz de classificação para o modelo logit 4

DTRL	Grupo	Classificação Prevista			% de Acerto
		G1	G2	G3	
Classificação Original	G1	33	9	0	78,57
	G2	13	13	0	50,00
	G3	6	3	0	0,00
% Geral de Acerto		67,53	32,47	0,00	59,74

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em termos de medidas específicas (grupos), a primeira matriz (Tabela 18) expõe que 78,57% dos projetos componentes do grupo G1 foram classificados corretamente. O grupo G2 mostrou percentual de acerto razoável, 50,00%, e o grupo G3 não classificou corretamente nenhum projeto, ou seja, índice de precisão 0,00%. Já em termos de medidas gerais (modelo logístico), a matriz alcançou percentual de acerto global, em números inteiros, de 60,00% - tendo os grupos de baixo e médio risco tecnológico participação de 67,53% e 32,47%, respectivamente, no cálculo da razão de sucesso do modelo.

Tabela 19 - Matriz de classificação para o modelo logit 5

MTRL	Grupo	Classificação Prevista			% de Acerto	
		G4	G5	G6		
Classificação Original	Contagem	G4	40	1	5	86,96
		G5	9	1	0	10,00
		G6	16	0	5	23,81
	% Geral de Acerto		84,42	2,60	12,99	59,74

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A segunda matriz (Tabela 19) acertou 40 dos 46 projetos do grupo G4, 86,96%. No entanto, a matriz não conseguiu classificar com igual ou próxima precisão os demais grupos de risco tecnológico, G5 com percentual de acerto de 10,00% e G6 com percentual de acerto de 23,81%. De modo geral, a matriz classificou corretamente em torno de 60,00% de seus casos.

Tabela 20 - Matriz de classificação para o modelo logit 6

ETRL	Grupo	Classificação Prevista			% de Acerto	
		G7	G8	G9		
Classificação Original	Contagem	G7	33	3	3	84,62
		G8	9	4	5	22,22
		G9	7	2	11	55,00
	% Geral de Acerto		63,64	11,69	24,68	62,34

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em termos gerais, a razão de sucesso do último modelo logístico (Tabela 20), mostrou-se melhor do que as dos modelos anteriormente examinados. Enquanto a última matriz conseguiu índice global de 62,34% de acertos [melhor precisão global até agora], as outras matrizes alcançaram igualmente índice global \cong 60,00% de acerto. Acerca dos índices específicos de acertos, a matriz de classificação para o modelo logístico 6 classificou corretamente 84,62% dos projetos do grupo G7; 22,22% dos projetos do grupo G8; e 55,00% dos projetos do grupo G9.

Por fim, são analisadas as significâncias estatística dos coeficientes logísticos originais, assim como os coeficientes logísticos exponenciais, quando aqueles são significantes. Para isso, utilizou-se o teste de Wald com o objetivo de aceitar a H_1 do referido teste, que assume que os coeficientes logísticos originais, representados por beta (B), são estatisticamente diferentes de zero. O papel do coeficiente B, quando diferente de zero, é informar se a variável preditora é capaz de explicar a condição dos casos no grupo relacionado. O papel do coeficiente $\text{Exp}(B)$, quando coeficiente B é diferente de zero, é informar a chance aumentada ou diminuída [vai depender da direção/inclinação do coeficiente B] de um caso, na condição do grupo relacionado, passar a assumir a condição do evento de referência.

Tabela 21 - Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 4

Modelo Logístico 4		Estatística de Wald				Exp(B)
Grupo Relacionado	Variável Preditora	B	Valor de Wald	gl	P-Valor	
G2	Constante	-5,225	8,113	1	0,004	
	CH	0,839	0,824	1	0,364	2,315
	CSh	-0,012	0,118	1	0,732	0,989
	CSc	3,036	5,462	1	0,019	20,831
G3	Constante	-6,607	5,727	1	0,017	
	CH	-0,095	0,004	1	0,948	0,909
	CSh	-0,047	0,906	1	0,341	0,954
	CSc	3,745	3,869	1	0,049	42,318

Nota: Evento de referência - G1.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 21, observou-se inicialmente a estatística de Wald para verificar a significância dos coeficientes B das variáveis preditoras do modelo em relação ao grupo G2. Os resultados mostram que a única variável, com valor de B estatisticamente diferente de zero, ou seja, significativa a 5% pela estatística de Wald, é o CSh [$W(1)=5,462$; $P<0,05$]. O coeficiente B da variável CSh é positivo, assim como seu coeficiente $\text{Exp}(B)$ é maior que 1 - significando que, uma variação positiva em tal variável aumenta a chance de um projeto, na condição de médio risco tecnológico, passar a ser considerado um projeto de baixo risco tecnológico. No caso do grupo G3, do mesmo modelo logístico, o coeficiente B da variável CSh foi o único a mostra-se significativamente diferente de zero [$W(1)=3,869$; $P<0,05$]. Quanto à direção, o coeficiente B da variável CSh é positivo e o seu coeficiente $\text{Exp}(B)$ é maior que 1, ou seja, a medida que o CSc aumenta, a chance de um projeto considerado de alto risco tecnológico tornar-se de baixo risco tecnológico, aumenta bastante.

Tabela 22 - Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 5

Modelo Logístico 5		Estatística de Wald				Exp(B)
Grupo Relacionado	Variável Preditora	B	Valor de Wald	gl	P-Valor	
G5	Constante	0,455	0,050	1	0,824	
	CH	-4,257	3,898	1	0,048	0,014
	CSh	0,057	1,261	1	0,261	1,059
	CSc	-1,065	0,390	1	0,532	0,345
G6	Constante	-5,802	7,588	1	0,006	
	CH	1,271	1,694	1	0,193	3,564
	CSh	-0,011	0,099	1	0,754	0,989
	CSc	3,004	4,548	1	0,033	20,175

Nota: Evento de referência - G4.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados da Tabela 22 revelam que a variável CH é a única que consegue explicar os casos do grupo G5 do modelo logístico 5. Isto, devido seu coeficiente B ser significativo, ou seja, com valor estatisticamente diferente de zero [$W(1)=3,898$; $P<0,05$]. Em relação à direção, o coeficiente B da variável CH é negativo e o seu coeficiente Exp(B) é menor que 1, ou seja, a medida que o CH da equipe varia, a chance do projeto de inovação, considerado de médio risco tecnológico tornar-se de baixo risco tecnológico, diminui. Para o grupo G6 do mesmo modelo logístico, observa-se que a variável CSh é a única significativa [$W(1)=4,548$; $P<0,05$]. Esta variável apresenta coeficiente B positivo, assim, sua variação positiva aumenta a chance de um projeto do grupo relacionado G6 torna-se um projeto do grupo de referência G4.

Tabela 23 - Significância estatística dos coeficientes do modelo logit 6

Modelo Logístico 6		Estatística de Wald				Exp(B)
Grupo Relacionado	Variável Preditora	B	Valor de Wald	gl	P-Valor	
G8	Constante	-0,734	0,225	1	0,636	
	CH	-3,324	5,604	1	0,018	0,036
	CSh	-0,105	3,761	1	0,052	0,901
	CSc	1,560	1,443	1	0,230	4,758
G9	Constante	-3,504	3,032	1	0,082	
	CH	-5,438	10,326	1	0,001	0,004
	CSh	-0,083	3,824	1	0,051	0,920
	CSc	3,716	5,695	1	0,017	41,092

Nota: Evento de referência - G7.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Tabela 23 indica que, no caso do grupo G8 - médio risco de gestão, as variáveis CH e CSh podem compor o modelo logístico 6, em razão de conseguirem explicar os projetos

de seu grupo relacionado $[W(1)=5,604; P<0,05]$ e $[W(1)=3,761; P<0,10]$. Os coeficientes B das variáveis CH e CSh são negativos - o que significa que uma variação em tais variáveis não contribui para aumentar a chance de um projeto ser considerado de baixo de risco de gestão. No caso do grupo G9 - alto risco de gestão, todas variáveis preditoras relacionadas podem compor o sexto modelo logístico: CH $[W(1)= 10,326; P<0,05]$; CSh $[W(1)= 3,824; P<0,10]$; e CSc $[W(1)= 5,695; P<0,05]$. As variáveis CH e CSh apresentam coeficientes B negativos e coeficientes $\text{Exp}(B)$ menor que 1, por outro lado, a variável CSc apresenta coeficiente B positivo e coeficientes $\text{Exp}(B)$ maior que 1. Assim, conclui-se que: a última variável aumenta em muito a chance de G9 para G7, ao passo que varia positivamente.

Uma vez verificado a significância dos coeficientes logísticos - o que constatou a aptidão estimativa de algumas variáveis preditoras para cada modelo, a direção ou inclinação desses coeficientes e a razão de chance indicada pelo coeficiente beta exponencial, procede-se a seguir com a montagem das equações para previsão de probabilidade em cada modelo logit, tendo todas boa margem de confiança e sendo todas capazes de descrever a relação existente entre os diferentes riscos (tecnológico e gestão) e as variáveis de capacidade inovativa:

- Modelo 4: $L_1 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(-5,225)+(3,036.CSc]}}$

- Modelo 4: $L_2 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(-6,607)+(3,745.CSc]}}$

- Modelo 5: $L_3 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(0,455)+(-4,257.CH]}}$

- Modelo 5: $L_4 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(-5,802)+(3,004.CSc]}}$

- Modelo 6: $L_5 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(-0,734)+(-3,324.CH)+(-0,105.CSh]}}$

- Modelo 6: $L_6 = P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-[(-3,504)+(-5,438.CH)+(-0,083.CSh)+(3,716.CSc]}}$

Da mesma forma que realizou-se exercício exemplificando o uso das funções discriminantes de Fisher ao final da seção secundária anterior, elaborou-se, nesta seção, exercício simulando previsão de probabilidade de riscos dos modelos com uso de suas equações logit supramencionadas. Neste exemplo hipotético, considerou-se as equações logit L1 e L2,

L3 e L4, L5 e L6 para realizar a predição de probabilidade dos modelos 6, 7 e 8, respectivamente. O objetivo é capturar a probabilidade de um projeto, sob avaliação do fomento à inovação, pertencer a um determinado grupo de risco. O projeto avaliado, neste exercício, apresenta os seguintes dados de Capitais Humano e Social: CH = 0,01; CSh = 6; CSc = 1,625. A constante de Euler (e) é expressa pelo valor = 2,7182.

Tabela 24 - Exercício prático de probabilidade de riscos tecnológicos e de gestão

Modelo 4*		Equação Logit	Resultado
G2		$L1: p = 1/1 + 2,7182^{-[(-5,225) + (3,036 \cdot 1,625)]}$	43%
G3		$L2: p = 1/1 + 2,7182^{-[(-6,607) + (3,745 \cdot 1,625)]}$	37%
Modelo 5**		Equação Logit	Resultado
G5		$L3: p = 1/1 + 2,7182^{-[(0,455) + (- 4,257 \cdot 0,01)]}$	60%
G6		$L4: p = 1/1 + 2,7182^{-[(-5,802) + (3,004 \cdot 1,625)]}$	28%
Modelo 6***		Equação Logit	Resultado
G8		$L5: p = 1/1 + 2,7182^{-[(-0,734) + (- 3,324 \cdot 0,01) + (- 0,105 \cdot 6)]}$	20%
G9		$L6: p = 1/1 + 2,7182^{-[(-3,504) + (- 5,438 \cdot 0,01) + (- 0,083 \cdot 6) + (3,716 \cdot 1,625)]}$	88%

Nota: *Evento de referência - G1; **Evento de referência - G4; ***Evento de referência - G7.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A probabilidade de um projeto proponente, sob avaliação do fomento à inovação, vir a representar baixo risco tecnológico e/ou baixo risco de gestão (eventos de interesse) é dada pelo percentual exibido na coluna “resultado” da Tabela 24.

4.5 Comparação dos modelos das técnicas analíticas

A análise discriminante e análise logit são reconhecidas como excelentes técnicas de dependência multivariadas quando o intuito é identificar o grupo ao qual um objeto pertence (por exemplo, projeto de inovação) - esta afirmação é suportada por referências metodológica importantes, como Joseph Hair (2009) e Luiz Corrar (2014).

Quanto à aplicação, essas duas técnicas apresentam bastante semelhança, mas também diferenças em alguns aspectos importantes, o que pode influenciar a escolha do pesquisador entre uma das duas ou até mesmo as duas de forma complementar. Ambas, apresentam níveis de sensibilidades diferentes - quando o assunto é pressupostos básicos. A análise discriminante requer uma atenção maior aos pressupostos básicos, enquanto, a regressão

logística se diferencia positivamente por não exigir tamanha atenção. Ou seja, a segunda técnica tem a vantagem de ter a classificação e predição menos afetada do que a primeira técnica, quando pressupostos - como normalidade dos dados - não são atendidos.

Uma forma que pode ser bastante útil para comparar a análise discriminante e a regressão logística é avaliar a precisão de classificação de seus modelos através de dois critérios, a saber: índices de acerto por grupo; e/ou índice de acerto global. De acordo com Hair et al. (2009), as matrizes de classificação são fundamentais para determinar a eficácia da predição de modelos sob análise.

Seguindo a orientação acima, observou-se os resultados comparativos das matrizes de classificação dos modelos discriminantes e logit, Tabela 25, e percebeu-se que: i) os modelos DTRL das duas técnicas apresentam índices de acerto por grupo iguais e índices de acerto global também iguais, o que pode indicar, em termos práticos, que o uso de um ou de outro modelo é indiferente, pois ambos apresentam mesma precisão de classificação nos dois critérios; ii) os modelos MTRL, apesar de demonstrarem índices globais iguais, apresentam índices por grupos diferentes - sendo o modelo da MDA mais preciso ao classificar o G4 e o modelo da Logit mais preciso ao classificar o G6; iii) os modelos ETRL apresentam índices diferentes para os dois critérios utilizados para avaliação comparativa, sendo o modelo Logit melhor - quando avaliado pelo critério de índice global, sendo o modelo da Logit melhor ao classificar os grupos G8 e G9 - quando avaliado pelo critério de índice por grupo, e sendo o modelo da MDA melhor ao classificar os grupo G7 - quando avaliado pelo critério de índice por grupo.

Tabela 25 - Comparativo dos modelos pela precisão das matrizes de classificação

	DTRL			MTRL			ETRL	
	MDA	Logit		MDA	Logit		MDA	Logit
G1	78,57%	78,57%	G4	89,13%	86,96%	G7	87,18%	84,62%
G2	50,00%	50,00%	G5	10,00%	10,00%	G8	11,11%	22,22%
G3	0,00%	0,00%	G6	19,05%	23,81%	G9	50,00%	55,00%
Acerto Global	59,74%	59,74%	Acerto Global	59,74%	59,74%	Acerto Global	59,74%	62,34%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os modelos discriminante e logit ainda podem ser comparados analisando a significância estatística e a direção da relação dos coeficientes de suas variáveis preditoras. A Tabela 26 a seguir faz um comparativo dos modelos, considerando esses dois critérios informados. Constata-se que o modelo DTRL desenvolvido pela técnica MDA tem maior poder

de precisão, devido sua significância a 1% e relação positiva, que reflete as mudanças na variável prevista (DTRL) para cada grupo associadas com as mudanças na variável preditora (CSc). Quanto à comparação dos modelos MTRL, constata-se que o modelo desenvolvido pela MDA mostra-se mais preciso. Por fim, o modelo ETRL desenvolvido pela Logit parece mais preciso por apresentar maior número de variáveis preditoras significantes a 10%, 5% e 1% - apesar das mesmas apresentarem na grande maioria relações negativas.

Tabela 26 - Comparativo dos modelos pela precisão preditiva dos coeficientes das variáveis preditoras

		MDA			Logit		
	Grupo	Significância Estatística	Direção da Relação	Grupo	Significância Estatística	Direção da Relação	
DTRL	CH	G1	p > 5%	Positivo	G2	p > 5%	Positivo
		G2			G3	p > 5%	Negativo
		G3					
	CSh	G1	p > 5%	Negativo	G2	p > 5%	Negativo
		G2			G3	p > 5%	Negativo
		G3					
	CSc	G1	P < 1%	Positivo	G2	P < 5%	Positivo
		G2			G3	P < 5%	Positivo
		G3					
MTRL	CH	G4	P < 5%	Positivo	G5	P < 5%	Negativo
		G5			G6	p > 5%	Positivo
		G6					
	CSh	G4	p > 5%	Negativo	G5	p > 5%	Positivo
		G5			G6	p > 5%	Negativo
		G6					
	CSc	G4	P < 5%	Positivo	G5	p > 5%	Negativo
		G5			G6	P < 5%	Positivo
		G6					
ETRL	CH	G7	P < 1%	Positivo	G8	P < 5%	Negativo
		G8			G9	P < 1%	Negativo
		G9					
	CSh	G7	p > 5%	Negativo	G8	P < 10%	Negativo
		G8			G9	P < 10%	Negativo
		G9					
	CSc	G7	p > 5%	Positivo	G8	p > 5%	Positivo
		G8			G9	P < 5%	Positivo
		G9					

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Outra forma importante de comparação das duas técnicas envolve sua resposta à previsão dos objetos. A análise discriminante é bastante categórica ao prever os objetos, por

outro lado, a regressão logística utiliza-se da probabilidade para prever os objetos. Por exemplo, enquanto a análise discriminante informa taxativamente o grupo de risco que um certo projeto proponente ao financiamento à inovação possa vir a pertencer, a regressão logística informa a probabilidade que um projeto possui de pertencer a um determinado grupo de interesse. Em termos práticos, essa diferença pode ser considerada de grande importância para gerência escolher a técnica mais adequada para suportar sua tomada de decisão.

A sugerir os melhores modelos a se empregar, dado os resultados comparativos utilizando os critérios índices de acerto por grupo, índice de acerto global, significância estatística e direção da relação dos coeficientes, criou-se o Quadro 10 - que compara de forma geral os modelos das técnicas analíticas. Todos os modelos discriminante e logit desenvolvidos tiveram desempenho satisfatório na classificação e previsão de riscos, em pelo menos um dos critérios avaliados. Esta observação pode constatar certa superioridade da análise discriminante em relação a análise logit em dois dos três modelos avaliados.

Quadro 9 - Comparativo geral dos modelos das técnicas analíticas

Modelo	Critério	MDA	Logit
DTRL	Acerto por Grupo	✓	✓
	Acerto Global	✓	✓
	Significância Estatística	✓	X
	Direção da Relação	✓	✓
MTRL	Acerto por Grupo	✓	✓
	Acerto Global	✓	✓
	Significância Estatística	✓	✓
	Direção da Relação	✓	X
ETRL	Acerto por Grupo	X	✓
	Acerto Global	X	✓
	Significância Estatística	X	✓
	Direção da Relação	✓	X

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.6 Convergência dos Objetivos com os Resultados

Esta subseção tem a finalidade única de convergir os objetivos específicos do estudo com os resultados alcançados por meio de uma exposição visual resumida, conforme Quadro 9. Logo em seguida, na última seção deste estudo, são realizadas considerações finais a respeito dos resultados de cada objetivo específico.

Quadro 10 - Convergência dos objetivos com os resultados

Objetivo Específico	Método de Análise	Hipótese Teórica	Sub-hipótese Metodológica	Resultado	
1 - Descrever os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica	Análise Estatística Descritiva	-	-	Alcançado	
2 - Determinar os efeitos dos capitais humano e social dos projetos subsidiados sobre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica	MDA	H1: O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados	Sh1.1:CH→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G2$) Sh1.2:CH→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G3$) Sh1.3:CH→DTRL($\bar{X}G2 \neq \bar{X}G3$)	Rejeitada	
			Sh2.1:CH→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G5$) Sh2.2:CH→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G6$) Sh2.3:CH→MTRL($\bar{X}G5 \neq \bar{X}G6$)	Aceita	
		H2: O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados	Sh5.1:CH→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G8$) Sh5.2:CH→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G9$) Sh5.3:CH→ETRL($\bar{X}G8 \neq \bar{X}G9$)	Aceita	
			H3: O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados	Sh7.1:CSh→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G2$) Sh7.2:CSh→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G3$) Sh7.3:CSh→DTRL($\bar{X}G2 \neq \bar{X}G3$)	Rejeitada
				Sh8.1:CSh→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G5$) Sh8.2:CSh→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G6$) Sh8.3:CSh→MTRL($\bar{X}G5 \neq \bar{X}G6$)	Rejeitada
		Sh11.1:CSc→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G2$) Sh11.2:CSc→DTRL($\bar{X}G1 \neq \bar{X}G3$) Sh11.3:CSc→DTRL($\bar{X}G2 \neq \bar{X}G3$)		Aceita	
		H4: O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados	Sh12.1:CSc→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G5$) Sh12.2:CSc→MTRL($\bar{X}G4 \neq \bar{X}G6$) Sh12.3:CSc→MTRL($\bar{X}G5 \neq \bar{X}G6$)	Aceita	
			Sh15.1:CSh→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G8$) Sh15.2:CSh→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G9$) Sh15.3:CSh→ETRL($\bar{X}G8 \neq \bar{X}G9$)	Rejeitada	
			Sh16.1:CSc→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G8$) Sh16.2:CSc→ETRL($\bar{X}G7 \neq \bar{X}G9$) Sh16.3:CSc→ETRL($\bar{X}G8 \neq \bar{X}G9$)	Rejeitada	

Quadro 10 - Convergência dos objetivos com os resultados

(Conclusão)

Objetivo Específico	Método de Análise	Hipótese Teórica	Sub-hipótese Metodológica	Resultado
	Análise Logit	H1: O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados	Sh3: $CH(\beta_{CH} \neq 0) \rightarrow DTRL$	Rejeitada
			Sh4: $CH(\beta_{CH} \neq 0) \rightarrow MTRL$	Aceita
		H2: O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital humano dos projetos subsidiados	Sh5: $CH(\beta_{CH} \neq 0) \rightarrow ETRL$	Aceita
			H3: O risco tecnológico do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados	Sh9: $CSh(\beta_{CSh} \neq 0) \rightarrow DTRL$
		Sh10: $CSh(\beta_{CSh} \neq 0) \rightarrow MTRL$		Rejeitada
		Sh13: $CSc(\beta_{CSc} \neq 0) \rightarrow DTRL$		Aceita
		Sh14: $CSc(\beta_{CSc} \neq 0) \rightarrow MTRL$		Aceita
		H4: O risco de gestão do financiamento à inovação é impactado pelo capital social dos projetos subsidiados	Sh17: $CSh(\beta_{CSh} \neq 0) \rightarrow ETRL$	Aceita
			Sh18: $CSc(\beta_{CSc} \neq 0) \rightarrow ETRL$	Aceita
		3 - Descrever a relação de influência entre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica e os capitais humano e social dos projetos subsidiados	MDA e Análise Logit	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se propôs a desenvolver modelo avaliativo para auxílio na previsão dos riscos tecnológicos e de gestão do financiamento à inovação, como contribuição prática para programa local de subvenção econômica.

Para isso, visitou-se a literatura para conhecer diferentes construtos que abordam ensinamentos a respeito de Políticas Públicas; Financiamento à Inovação - com foco na modalidade Subvenção Econômica; Riscos associados ao Financiamento à Inovação, como também Capitais Inovativos (capitais humano e social) reconhecidos como impulsionadores críticos do processo inovativo. Ainda, foi construído modelo de análise (teórico) que pudesse mostrar de forma clara e objetiva os principais construtos e como eles se relacionam, e também que pudesse dar suporte as quatro hipóteses básicas formuladas.

Para além do embasamento teórico e criação do modelo analítico, desenvolveu-se pesquisa do tipo quantitativa-descritiva com considerável esforço de pesquisa, que realizou (simultaneamente) procedimentos estatísticos paramétricos e não paramétricos - recorrendo à técnicas robustas de análise multivariada e de análise estatística descritiva - com o propósito de alcançar os objetivos específicos componentes do objetivo geral do estudo.

Acerca do primeiro objetivo específico, considera-se alcançado, pois realizou-se descrição do comportamento das variáveis de riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica. O DTRL apresentou variação média do desenvolvimento tecnológico dos projetos satisfatória, o que indica estatisticamente baixo risco tecnológico para o programa. O MTRL revelou que os projetos de inovação estão em média posicionados no último quarto da escala dos TRLs para se chegar ao mercado, o que indica também baixo risco tecnológico para o programa. Por fim, o ETRL apresentou aproveitamento médio dos projetos de inovação abaixo do desejável, o que pode apontar médio ou alto risco de gestão para o programa.

O segundo objetivo específico, que consiste em determinar os efeitos dos capitais humano e social dos projetos subsidiados sobre os riscos tecnológicos e de gestão do programa de subvenção econômica, pode-se considerar alcançado mas com descobertas diferentes.

O capital humano dos projetos apresentou efeito parcial sobre o risco tecnológico do programa - não tendo efeito quando relacionado com o risco tecnológico que envolve a possibilidade de o projeto não amadurecer significativamente sua tecnologia - risco DTRL; mas tendo efeito quando relacionado com o risco tecnológico que envolve a possibilidade de o projeto não levar sua tecnologia para o mercado - risco MTRL. Quando relacionado o capital humano dos projetos com o risco de gestão do programa - risco ETRL, o mesmo apresentou

efeito significativo. Interessa reportar que tais resultados foram iguais tanto quando medidos pela MDA como quando medidos pela análise logit.

O capital social, ao analisar separadamente suas duas dimensões - hole e clustering, apresentou diferentes resultados quanto ao seu efeito sobre os riscos tecnológicos e de gestão do programa. A dimensão hole não apresentou efeito significativo sobre nenhum dos dois tipos de riscos tecnológicos; no entanto, a dimensão clustering mostrou que consegue impactar tanto o risco tecnológico DTRL quanto o risco tecnológico MTRL do programa de subvenção econômica. Da mesma forma anterior, estes resultados foram iguais tanto utilizando a MDA como utilizando a análise logit. No caso da análise dos efeitos dos capitais sociais hole e clustering sobre o risco de gestão do programa - ETRL, surgiram resultados diferentes para duas técnicas paramétricas empregadas. A primeira análise, utilizando a MDA, constatou que nem a dimensão hole e nem a clustering conseguem impactar significativamente o risco de gestão ETRL. A segunda análise, utilizando a análise logit, constatou que tanto a dimensão hole quanto a clustering conseguem impactar significativamente o risco de gestão do programa.

De modo geral, evidencia-se que, quanto mais as equipes dos projetos beneficiados dispõem de alta qualificação acadêmica - capital humano e quanto mais essas mesmas equipes são socialmente integradas dentro de uma estrutura coesiva fechada - capital social clustering; maiores são suas qualidades inovativas e menores são os níveis de risco tecnológico e de gestão associados ao programa de subvenção econômica. Esta conclusão está de acordo com a literatura que defende que os capitais humanos e social determinam em grande parte o risco tecnológico e o risco de gestão que empresas proprietárias de projetos apresentam para os programas ao financiá-las (VIDIGAL et al., 2013; SOUZA; BRUNO-FARIA, 2013; D'ESTE; RENTOCCHINI; VEGA-JURADO, 2014; STOECKICHT; SOARES, 2010).

Quanto ao terceiro e último objetivo específico, também considera-se alcançado; uma vez que, verificado a qualidade preditiva dos modelos propostos, das variáveis utilizadas e dos coeficientes discriminantes e logísticos - conforme avaliação de diferentes parâmetros estatísticos, montou-se equações matemáticas como regras capazes não só de descrever a relação de influência existente entre os diferentes riscos do programa de subvenção econômica e os capitais inovativos dos projetos subsidiados, mas também de prever o nível de risco que um projeto candidato a uma futura chamada pública de fomento à inovação pode apresentar.

Dito isto, com base nos resultados alcançados referentes aos objetivos específicos, considera-se atendido o objetivo geral e respondida a questão de pesquisa do estudo - ao desenvolver modelo de previsão como meio avaliativo de riscos do financiamento à inovação para programa local de subvenção econômica.

Quanto às contribuições teóricas do estudo, tem-se a verificação que os riscos tecnológicos e de gestão (que empresas iniciantes ou MPEs apresentam ao programa de subvenção econômica ao financiá-las) dependem do quanto as empresas possuem de capital humano e de capital social e que esses diferentes riscos podem ser medidos pela escala dos TRLs adaptada para o determinado fim. Em outras palavras, tem-se um modelo teórico relacional de dependência com uso de escala de medição adaptada, que a pesquisa acadêmica demonstrou não terem sido simultaneamente aplicados anteriormente.

Como contribuição prática, este estudo mostra que um instrumento de previsão de riscos pode contribuir com o programa de subvenção econômica local, ao sinalizar a necessidade da tomada de ações na fase de seleção dos projetos proponentes ao financiamento. Esta avaliação a priori pode aumentar a chance de sucesso dos projetos de inovação apoiados, o que pode resultar na ampliação da população local de empresas inovadoras e o aumento o desempenho daquelas que já inovam. Ademais, tal suporte gerencial confere maior legitimidade para a FAP gestora do programa local e lhe dá maior visibilidade, inclusive, entre as outras FAP's; pois a apoia em uma melhor alocação dos recursos financeiros - essencial; visto às frequentes restrições orçamentárias devido às recorrentes oscilações da economia nacional.

As três limitações consideradas realmente impactantes neste estudo referem-se: ao tamanho das amostras de projetos testadas em relação ao tamanho da amostra de projetos contratados - foram testados 77 dos 284 projetos contratados analisados, equivalente a 27,11% do total possível; e ao uso da escala dos TRLs como medidora dos riscos estudados, visto seu ineditismo para tal, que implicou em algumas restrições ao adaptá-la (por exemplo, seu caráter técnico que não considera aspectos de gestão necessários para o desenvolvimento tecnológico).

Como oportunidade para pesquisas futuras, sugere-se o uso de amostras com número maior de observações que possuam dados de TRLs declarados no início e no fim do apoio; se não possuir este último, uma alternativa são dados declarando uma expectativa de TRL ao fim do apoio. Uma segunda oportunidade de pesquisa é incluir no modelo relacional teórico outras variáveis independentes com boa razão teórica, o que pode melhorar a precisão de modelos de classificação e previsão de riscos.

Ainda, uma última sugestão de avanço no tema abordado aqui, seria estender a avaliação de riscos do financiamento à inovação para além do risco tecnológico (relacionado ao aspecto resultado do projeto de inovação) e do risco de gestão (relacionado ao aspecto esforço do projeto de inovação) - adicionando um terceiro risco relacionado ao aspecto impacto do projeto de inovação na sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16290: Sistemas espaciais - definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/normalizacao/normas-publicadas>. Acesso em: 09 de nov. de 2021.
- AGOSTINI, M. R. et al. Uma Visão Geral Sobre a Pesquisa em Inovação Social: Guia Para Estudos Futuros. **BBR - Brazilian Business Review**, v. 14, p. 385-402, 2017.
- AGUM, R.; RISCADO, P.; MENEZES, M. Políticas Públicas: Conceitos e Análise em Revisão. **Revista Agenda Política**, v. 3, n. 2, p. 12-42, jul./dez. 2015.
- AMANKWAH-AMOAHA, J. The evolution of science, technology and innovation policies: A review of the Ghanaian experience. **Technological Forecasting and Social Change**, n. 110, p. 134–142, 2016.
- AMARO, A.; SILVESTRE, C.; FERNANDES, L. **Estatística Descritiva: o segredo dos dados**, 1. ed., Lulu.com, 2009.
- ARAÚJO, B. C. et al. Impacto dos fundos setoriais nas empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. esp., p. 85-112, jul. 2012.
- ARAÚJO, B. C. **Políticas de apoio à inovação no Brasil: uma análise de sua evolução recente**. Brasília: Ipea, ago. 2012 (Texto para Discussão 1759).
- ARAÚJO, L.; RODRIGUES, M. L. Modelos de análise das políticas públicas. **Sociologia, Problemas e Práticas**, n. 83, p. 11-35, 2017.
- ARMBRUSTER, H. et al. Organizational innovation: The challenge of measuring non-technical innovation in large-scale surveys. **Technovation**, n. 28, p. 644-657, 2008.
- ASSUMPÇÃO, F. C. V. P. M.; GOULART, J. Reflexões sobre a policy making e avaliação em política pública. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, v. 21, n. 1, p. 47-63, 2017.
- AUDRETSCH, D. B.; LINK, A. N. Innovation capital. **The Journal of Technology Transfer**, n. 43, p. 1760–1767, 2018.
- AZAR, G.; CIABUSCHI, F. Organizational innovation, technological innovation, and export performance: The effects of innovation radicalness and extensiveness. **International Business Review**, n. 26, p. 324–336, 2017.
- BAKKE, K. **Technology readiness levels use and understanding**. University College South-East: Norway, 2017.
- BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. 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, 2012.

- BELOTTI, V. N.; SANTOS, D. F. L. Análise dos investimentos na capacidade de inovar nos indicadores de risco das empresas brasileiras. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, p. 01-16, jan./dez. 2020.
- BELZ, A. et al. “Technology Maturity in NASA’s Small Business Innovation Research Program”. In: ADAMS, S.; BELING, P. A.; LAMBERT, J. H.; SCHERER, W. T.; FLEMING, C. H. (Eds.). **Systems Engineering in Context: Proceedings of the 16th Annual Conference on Systems Engineering Research**. Springer, Cham, 2019.
- BERTOLAMI, M. et al. Sobrevivência de Empresas Nascentes: Influência do Capital Humano, Social, Práticas Gerenciais e Gênero. **Revista de Administração Contemporânea - RAC**, v. 22, n. 3, p. 311-335, mai./jun. 2018.
- BITTENCOURT, P. F.; RAUEN, A. T. “Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação”. In: RAPINI, M. S.; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. (Eds.). **Economia da ciência, tecnologia e inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. Belo Horizonte: Cedeplar, 2021.
- BORGATTI, S. P.; HALGIN, D. S. On network theory. **Organization Science**, v. 22, n. 5, p. 1168-1181, 2011.
- BORGES, C. O papel do capital social do empreendedor na criação de empresas tecnológicas. **Revista de Administração e Inovação**, v. 8, n. 3, p. 162-181, 2011.
- BORGES, D. B.; HOFFMANN, M. G. A subvenção econômica como instrumento de fomento à inovação: análise sobre a perspectiva de empresas de TIC da grande Florianópolis. **Brazilian Journal of Management & Innovation**, v. 5, n.1, set./dez. 2017.
- BOWERS, J.; KHORAKIAN, A. Integrating risk management in the innovation project. **European Journal of Innovation Management**, v. 17, n. 1, p. 25-40, 2014.
- BRASIL. **Guia prático da Lei do Bem**: Lei 11.196/2005 MCTI - Versão 2020. Brasília: MCTI, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2020/12/mcti-lanca-versao-atualizada-do-guia-pratico-da-lei-do-bem>. Acesso em: 18 de nov. de 2021.
- BUAINAIN, A. M.; JUNIOR, I. S. L.; CORDER, S. “Desafios do financiamento à inovação no Brasil”. In: COUTINHO, D. R.; FOSS, M. C.; MOUALLEM, P. S. B. **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais**. São Paulo: Blucher, 2017.
- CÂMARA, S. F.; BRASIL, A. A coevolução entre políticas públicas/instituições e o desenvolvimento tecnológico: o caso da Petrobras Biocombustível. **Revista de Administração Pública**, v. 49, p. 1453-1478, 2015.
- CÂMARA, S. F. et al. Management of Innovation Networks: a choice for collaboration considering the game theory. **Business and Management Studies**, v. 4, p. 24-34, 2018.
- CÂMARA, S. F.; GONZALEZ, R. K.; PIANA, J. Velocidade da Acumulação de Capacidades Tecnológicas em Economias Emergentes: Evidências de Empresas do Brasil. **Revista de**

Administração e Inovação, São Paulo, v. 10, n.1, p.163-188, 2013.

CAMPS, S.; MARQUES, P. Exploring how social capital facilitates innovation: The role of innovation enablers. **Technological Forecasting and Social Change**, n. 88, p. 325–348, 2014.

CARRERAS, A. B. L.; BLANCO, J. E. E.; ARROYO, J. C. Efecto del desempeño del capital humano em la capacidade de innovación tecnológica de las pymes. **Innovar**, v. 30, n. 76, p. 25-36 , 2020.

CARRIJO, M. C.; BOTELHO, M. R. A. Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresa. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 12, n. 2, 2013.

CASTRO, A. C. **Financiamento Público à Inovação em MPES Brasileiras**: Análise da Subvenção Econômica por meio do Programa Tecnova. 2019. 182 f. Dissertação (Mestrado em Administração - linha de pesquisa Inovação e Tecnologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

CECI, F.; MASCIARELLI, F.; POLEDRINI, S. How social capital affects innovation in a cultural network: exploring the role of bonding and bridging social capital. **European Journal of Innovation Management**, v. 23, n. 5, p. 895-918, 2020.

CGEE. **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação**: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/estudoscgee>. Acesso em: 03 de nov. de 2021.

CGEE. **Descentralização do fomento à ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/estudoscgee>. Acesso em: 03 de nov. de 2021.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O Financiamento da Inovação no Regime Global de Acumulação Dominado pelo Capital Financeiro. In: LASTRES, H. M. M. et al. (eds.). **Conhecimento, Sistemas de Inovação e de Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ e Contraponto, 2005.

CHIARINI, T.; OLIVEIRA, V. C. P.; RAPINI, M. S. Obstáculos à inovação e porte das empresas industriais no Brasil: rumo a políticas públicas de incentivo à inovação mais assertivas. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 56, p. 42-71, out./dez. 2020.

CIRANI, C. B. S. et al. O Papel das Agências Públicas de Fomento à Inovação no Brasil. **BBR - Brazilian Business Review**, v. 13, n. 6, p. 217 - 238, 2016.

COOMBS, J. E.; BIERLY III, P. E. Measuring technological capability and performance. **R&D Management**, v. 36, n. 4, p. 421-438, 2006.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Business Research Methods**. 12. ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

- CORDER, S.; SALLES-FILHO, S. Aspectos Conceituais do Financiamento à Inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 1, 2006.
- CORRAR, L. J.; PAULO, E.; FILHO, J. M. D. (Coord.). **Análise multivariada**: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. 1. ed., 5. reimpr., São Paulo: Atlas, 2014.
- COSTA, A. B. Teoria econômica e política de inovação. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 20, n. 2, p. 281-307, 2016.
- COSTA, A. C. **Política de Inovação Brasileira**: análise dos novos instrumentos operados pela Finep. 2013. 246 f. Tese (Doutorado em Economia, com concentração em Indústria e Inovação) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- COSTA, R. S.; PUFFAL, C. W.; PUFFAL, D. P. A influência do financiamento público não reembolsável na estratégia de inovação: um estudo de caso em uma empresa do setor de componentes para calçados no Vale do Sinos-RS. **Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 21, pp. 76-98, jan./jun. 2015.
- COUTINHO, D. R.; FOSS, M. C.; MOUALLEN, P. S. B. (Orgs.). **Inovação no Brasil**: avanços e desafios jurídicos e institucionais. São Paulo: Blucher, 2017.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo e quantitativo. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CUNNINGHAM, P.; GÖK, A.; LAREDO, P. The impact of direct support to R&D and innovation in firms. In: EDLER, J. et al. (Eds.). **Handbook of innovation policy impact**. Edward Elgar Publishing, 2017.
- DAVIS, C. R. Calculated risk: A framework for evaluating product development. **MIT Sloan Management Review**, v. 43, n. 4, p. 71, 2002.
- D'ESTE, P.; RENTOCCHINI, F.; VEGA-JURADO, J. **The Role of Human Capital in Lowering the Barriers to Engaging in Innovation**: Evidence from the Spanish Innovation Survey. *Industry and Innovation*, v.21, n.1, p. 1-19, feb. 2014.
- DE NEGRI, J. A.; MORAIS, J. M. Análise da evolução das ações e programas da Finep no apoio à inovação empresarial (2003-2014). In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. (Orgs.). **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: Ipea, 2017.
- DUODU, B.; ROWLINSON, S. The effect of social capital on exploratory and exploitative innovation: Modelling the mediating role of absorptive capability. **European Journal of Innovation Management**, v. 23, n. 4, p. 649-674, 2019.
- EDLER, J. et al. (Eds.). **Handbook of innovation policy impact**. Edward Elgar Publishing, 2016.
- EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation policy: what, why, and how. **Oxford Review of**

Economic Policy, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017.

ELOLA, A. et al. Public policies and cluster life cycles: insights from the Basque Country experience. **European Planning Studies**, v. 25, n. 3, p. 539-556, 2017.

FARAH, M. F. S. Abordagens teóricas no campo de política pública no Brasil e no exterior: do fato à complexidade. **Revista do Serviço Público**, v. 69, p. 53-84, 2018.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FELDENS, M. A.; MACCARI, E. A.; GARCEZ, M. P. Barreiras para a inovação em produtos nas pequenas e médias empresas de tecnologia no Brasil. **BBR - Brazilian Business Review**, v. 9, n. 3, p. 1-24, 2012.

FERNANDES, J. et al. O estado da arte da produção acadêmica sobre o financiamento à inovação na modalidade da subvenção econômica no Brasil. **RINTERPAP - Revista Interdisciplinar de Pesquisas Aplicadas**, v. 2, n. 1, p. 41-52, 2021.

FIATKOSKI, A. R. F. S. A regulamentação sobre subsídios na Organização Mundial de Comércio. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 13, n. 2, p. 103-112, set. 2012.

FONSECA, T.; FARIA, P.; LIMA, F. Human capital and innovation: the importance of the optimal organizational task structure. **Research Policy**, v. 48, n. 3, p. 616-627, 2019.

FRANCO, C.; CÂMARA, S. F.; PARENTE, R. C. Networks, R&D projects and subsidiary behavior in a host country. **BAR-Brazilian Administration Review**, v. 14, n. 1, 2017.

FREEMAN, C.; SOETE, A. **Economia da inovação industrial**. Campinas: Editora Unicamp, 2008.

GANGULY, A.; TALUKDAR, A.; CHATTERJEE, D. Evaluating the role of social capital, tacit knowledge sharing, knowledge quality and reciprocity in determining innovation capability of an organization. **Journal of Knowledge Management**, v. 23, n. 6, p. 1105-1135, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, L.; ANDRADE, M. H.; COSTA, M. C. Os TRL (Technology Readiness Levels) como ferramenta na avaliação tecnológica. **Revista Ingenium**, p. 94-96, 2014.

GORDON, J. L.; CASSIOLATO, J. E. O papel do estado na política de inovação a partir dos seus instrumentos: uma análise do plano inova empresa. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 23, n. 3, p. 1-26, 2019.

GUTIÉRREZ, B. O. et al. Políticas públicas y cooperación con agentes externos en procesos de innovación: estudio comparado de PYMES industriales en tres sistemas regionales. **Revista de Dirección y Administración de Empresas**, n. 21, p. 1-20, 2014.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HOLANDA, F. C. S.; MOURA, T. G. Z.; MAHL, A. A. Fomento às inovações nas micro e pequenas empresas - avaliação das empresas baianas sobre editais de subvenção econômica. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 5, n. 1, 2015.

ITURRIOZ, C.; ARAGÓN, C.; NARVAIZA, L. How to foster shared innovation within SMEs' networks: Social capital and the role of intermediaries. **European Management Journal**, v. 33, n. 2, p. 104-115, 2015.

JORDÃO, R. V. D. et al. Capital Intelectual & Inovação em Micro, Pequenas e Médias Empresas Brasileiras. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 6, n. 3, p. 553-583, 2017.

JÚNIOR, S. K.; SHIMADA, E.; DE NEGRI, F. Efetividade da Lei do Bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 46, n. 3, p. 111-145, dez. 2016.

JÚNIOR, S. K.; PRINCE, D. Restrição financeira e financiamento público à inovação no Brasil: uma análise com base em microdados da PINTEC. **Nova Economia**, v. 25, n.3, p. 553-574, set./dez. 2015.

LEAL, E. A. S. **Avaliação de impactos do programa de apoio à pesquisa em empresas (PAPPE) subvenção econômica à inovação**. 2018. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção, na área de concentração Sistemas de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

LEAL, E. A. S. et al. Avaliação de impactos do programa de apoio à pesquisa em empresas (PAPPE) subvenção econômica à inovação no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 38., 2018, Maceió. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2018. p. 1-22. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_265_520_35223.pdf. Acesso em: 09 de jul. de 2021.

LEAL, E. A. S. et al. Proposta de indicadores para avaliar impactos de programas públicos de inovação. **Espacios**, v. 37, n. 15, 2016.

LERNER, J. The Government as Venture Capitalist: the long-run impact of the SBIR program. **The Journal of Business**, v. 72, n. 3, p. 285-318, 1999.

LIMA, B. B. et al. A influência das redes de relacionamento no aprendizado e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas. **Revista Debates Sobre Innovación**, v. 2, n. 1, p. 105-118, 2019.

LIMA, L. L.; D'ASCENZI, L. **Políticas públicas, gestão urbana e desenvolvimento local**. Porto Alegre: Metamorfose, 2018.

LUNDEVALL, B. A.; BORRÁS, S. "Science, technology and innovation policy". In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. New York: Oxford University Press, 2006.

- MAMEDE, M. et al. Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 6, n. 4, p. 6-25, 2016.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatórios, publicações e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- MARDONES, C.; ZAPATA, A. Factors explaining firms' receipt of public funding for innovation: the case of Chilean small and medium-sized enterprises. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 13, n. 2, p. 12-22, 2018.
- MATIAS-PEREIRA, J. Uma avaliação das políticas públicas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil: A Lei do Bem. **Parcerias Estratégicas**, v. 8, n. 6, p. 221-250, jan./jun. 2013.
- MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: a Lei de Inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industriais e tecnológica do Brasil. **Revista de Administração de Empresas - RAE**, v. 4, n. 2, jul./dez. 2005.
- MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. Setor privado. Tradução de Elvira Serapicos. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.
- MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. **The Brazilian Innovation System**: A Mission-Oriented Policy Proposal. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.
- MCGUIRK, H.; LENIHAN, H.; HART, M. Measuring the impact of innovative human capital on small firms' propensity to innovate. **Research Policy**, v. 44, n. 4, p. 965-976, 2015.
- MELO, T. M.; FUCIDJI, J. R.; POSSAS, M. L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. esp., p. 11-36, jul. 2015.
- MENNA, A.; WALSH, P. R.; EKHTARI, H. Identifying enablers of innovation in developed economies: A National Innovation Systems approach. **Journal of Innovation Management**, v. 7, n. 1, p. 108-128, 2019.
- MINA, A. et al. Public funding of innovation: exploring applications and allocations of the European SME Instrument. **Research Policy**, v. 50, n. 1, p. 104-131, 2021.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES. **Institucional**. [2021?]. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/paginaInstitucional.html>. Acesso em: 13 de out. de 2021.
- MOLINA-MORALES, F. X.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, M. T. Social networks: effects of social capital on firm innovation. **Journal of Small Business Management**, v. 48, n. 2, p. 258-279, 2010.

NAHAPIET, J.; GHOSHAL, S. Social capital, intellectual capital and the organizational advantage. **Academy of Management Review**, v. 23, n. 2, p. 242-266, 1998.

NOGAMI, V. K. C. Destruição criativa, inovação disruptiva e economia compartilhada: uma análise evolucionista e comparativa. **Suma de Negócios**, v. 10, n. 21, p. 9-16, 2019.

NOOTEBOOM, B. Social Capital, Institutions and Trust. **Review of Social Economy**, v. 65, n. 1, p. 29-53, 2007.

NSF. NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. About NSF. About Funding. Special Programs. **Programs for Small Businesses - Grants**. [2020?]. Disponível em: <https://www.nsf.gov/funding/smallbusiness.jsp>. Acesso em: 10 de jul. de 2021.

OECD. **Oslo Manual**: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4. ed. Luxemburgo: Paris/Eurostat, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>. Acesso em: 09 de jul. de 2021.

OECD. **Oslo Manual**: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. 3. ed. European Commission: OECD, 2005. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Manuais/Manuais.html>. Acesso em: 18 de nov. de 2021.

OLECHOWSKI, A. L. et al. Technology readiness levels: Shortcomings and improvement opportunities. **Systems Engineering**, v. 23, n. 4, p. 395-408, 2020.

OLIVEIRA, F.; RODIL-MARZÁBAL, O. Structural characteristics and organizational determinants as obstacles to innovation in small developing countries. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 140, p. 306-314, 2019.

PAIVA, M. S. et al. Inovação e os efeitos sobre a dinâmica de mercado: uma síntese teórica de Smith e Schumpeter. **Interações**, v. 19, p. 155-170, 2018.

PATANAKUL, P.; PINTO, J. K. Examining the roles of government policy on innovation. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 25, n. 2, p. 97-107, 2014.

PINHEIRO, L.; RAPINI, M. S.; PARANHOS, J. Subvenção à Inovação no Setor Farmacêutico Brasileiro: Uma Análise a partir do Nível de Incerteza. **RASI - Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 7, n. 1, p. 104-123, jan./abr. 2021.

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos Avançados**, v. 31, p. 107-126, 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.

PROTOGEROU, A.; CALOGHIROU, Y.; VONORTAS, N. S. Determinants of young firms' innovative performance: Empirical evidence from Europe. **Research Policy**, v. 46, n. 7, p. 1312-1326, 2017.

PUTNAM, R. D. **Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

RAMOS; A.; ZILBER; S. N. O impacto do investimento na capacidade inovadora da empresa. **Revista de Administração e Inovação**, v. 12, n. 1, p. 303-325, 2015.

RAMOS; M. P.; SCHABBACH, L. M. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 5, p. 271-294, set./out. 2012.

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

RAUEN, A. T. (Org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017.

RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-Empresa?. **Radar**, v. 43, p. 21-35, fev. 2016.

RAUEN, C. V.; TURCHI, L. M. Apoio à inovação por institutos públicos de pesquisa: limites e possibilidades legais da interação ICT-Empresa. In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. (Orgs.). **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: Ipea, 2017.

RAUSCH, J. R.; KELLEY, K. A comparison of linear and mixture models for discriminant analysis under nonnormality. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 1, p. 85-98, 2009.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed., 14. reimpressão, São Paulo: Atlas, 2012.

RODRIGUES, L. C.; CIUPAK, C.; RISCAROLLI, V. Inovação digital disruptiva: um conceito paradoxal à teoria da inovação disruptiva?. In: Simpósio internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. 6., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade Nove de Julho (UNINOVE/SINGEP).

SANTANA, J. R. et al. Financiamento público à inovação de empresas no Nordeste: Uma análise setorial à luz dos objetivos das políticas industrial e de inovação. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 51, n. 1, p. 161-179, 2020.

SECCHI, L. **Políticas Públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SILVA, G.; DI SERIO, L. C.; BEZERRA, E. D. Public policies on innovation and small businesses in a swinging economy. **BAR-Brazilian Administration Review**, v. 16, 2019.

SILVA, G.; DI SERIO, L. C. Antecedentes de inovação na pequena empresa. In: Encontro da ANPAD. 43., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade Mackenzie.

SILVEIRA, A. D. et al. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na

perspectiva das políticas públicas brasileiras. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 14, p. 506-526, 2016.

SLAUS, I.; JACOBS, G. Human capital and sustainability. **Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 97-154, 2011.

SON, J.; LIN, N. Social capital and civic action: A network-based approach. **Social Science Research**, v. 37, n. 1, p. 330-349, 2008.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, n. 16, p. 20-45, 2006.

SOUZA, J. C.; BRUNO-FARIA, M. F. Processo de inovação no contexto organizacional: uma análise de facilitadores e dificultadores. **BBR - Brazilian Business Review**, v. 10, n. 3, p. 113-136, 2013.

SOUZA, Y. H.; SECCHI, L. Extinção de políticas públicas. Síntese teórica sobre a fase esquecida do policy cycle. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 20, n. 66, 2015.

STOECKICHT, I. P.; SOARES, C. A. P. A importância da gestão do capital social para o desenvolvimento da capacidade de inovar em empresas brasileiras. **INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 10, 2010.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2015.

TORRES, P. H.; BOTELHO, M. R. A. Financiamento à inovação e interação entre atividades científicas e tecnológicas: uma análise do Pape. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 17, n. 1, p. 89-118, jan./jun. 2018.

TOWERY, N. D.; MACHEK, E.; THOMAS, A. **Technology Readiness Level Guidebook**. United States. Federal Highway Administration, 2017.

UNGER, J. M. et al. Human capital and entrepreneurial success: A meta-analytical review. **Journal of Business Venturing**, v. 26, n. 3, p. 341-358, 2011.

VASCONCELOS, R. B. B.; OLIVEIRA, M. R. G. Determinantes da inovação em micro e pequenas empresas: uma abordagem gerencial. **Revista de Administração de Empresas - RAE**, v. 58, n. 4, p. 349-364, 2018.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

VIDIGAL, P. R. et al. A importância da capacitação do capital humano para a inovação tecnológica na visão dos empreendedores. In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. 2., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade Nove de Julho (UNINOVE/SINGEP).

WANG, Y.; LI, J.; FURMAN, J. L. Firm performance and state innovation funding: Evidence from China's Innofund program. **Research Policy**, v. 46, n. 6, p. 1142-1161, 2017.

YAN, Y.; GUAN, J. Social capital, exploitative and exploratory innovations: The mediating roles of ego-network dynamics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 126, p. 244-258, 2018.