

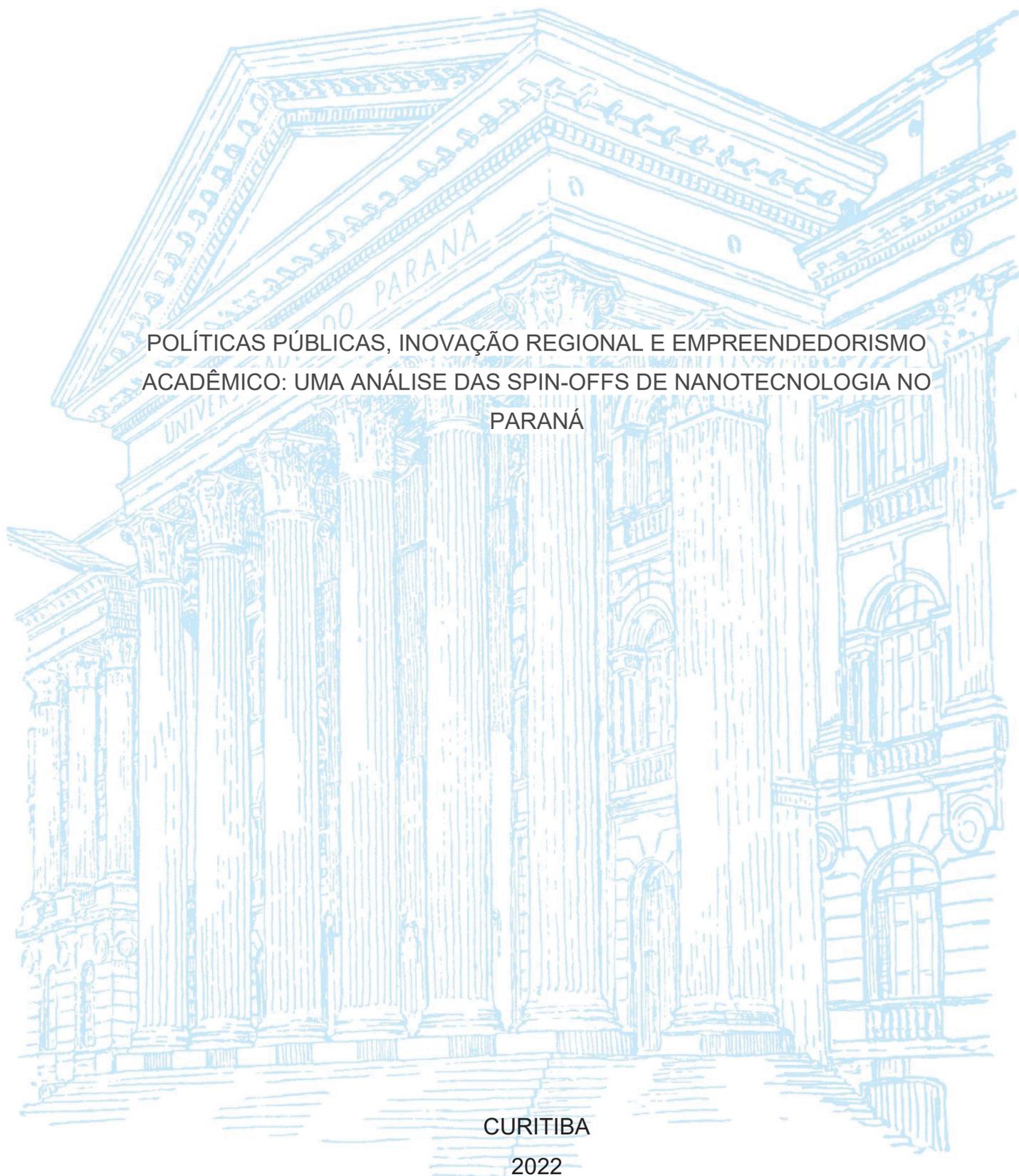
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS ALBERTO RAMOS TORRES

POLÍTICAS PÚBLICAS, INOVAÇÃO REGIONAL E EMPREENDEDORISMO
ACADÊMICO: UMA ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DE NANOTECNOLOGIA NO
PARANÁ

CURITIBA

2022



CARLOS ALBERTO RAMOS TORRES

POLÍTICAS PÚBLICAS, INOVAÇÃO REGIONAL E EMPREENDEDORISMO
ACADÊMICO: UMA ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DE NANOTECNOLOGIA NO
PARANÁ

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas.

Orientador(a): Profa. Dra. Noela Invernizzi Castillo

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

Torres, Carlos Alberto Ramos

Políticas públicas, inovação regional e empreendedorismo acadêmico : uma análise das spin-offs de nanotecnologia no Paraná / Carlos Alberto Ramos Torres. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas.

Orientadora: Profa. Dra. Noela Invernizzi Castillo

1. Políticas públicas. 2. Nanotecnologia. 3. Spin-offs acadêmico. 4. Empreendedorismo. I. Castillo, Noela Invernizzi. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. III. Título.

Bibliotecária: Maria Lidiane Herculano Graciosa CRB-9/2008



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO POLÍTICAS PÚBLICAS -
40001016076P0

ATA Nº57

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE MESTRADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM POLÍTICAS PÚBLICAS

No dia trinta de maio de dois mil e vinte e dois às 14:00 horas, na sala virtual plataforma zoom, online, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação do mestrando **CARLOS ALBERTO RAMOS TORRES**, intitulada: **POLÍTICAS PÚBLICAS, INOVAÇÃO REGIONAL E EMPREENDEDORISMO ACADÊMICO: UMA ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DE NANOTECNOLOGIA NO PARANÁ**, sob orientação da Profa. Dra. NOELA INVERNIZZI CASTILLO. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação POLÍTICAS PÚBLICAS da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: NOELA INVERNIZZI CASTILLO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), WALTER TADAHIRO SHIMA (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), ANDRÉ LUIZ SICA DE CAMPOS (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, NOELA INVERNIZZI CASTILLO, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 30 de Maio de 2022.

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 12:08:39.0

NOELA INVERNIZZI CASTILLO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 11:58:42.0

WALTER TADAHIRO SHIMA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 12:05:31.0

ANDRÉ LUIZ SICA DE CAMPOS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS)

Avenida Prefeito Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4354 - E-mail: politicaspublicas@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 189719

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 189719



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO POLÍTICAS PÚBLICAS -
40001016076P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação POLÍTICAS PÚBLICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **CARLOS ALBERTO RAMOS TORRES** intitulada: **POLÍTICAS PÚBLICAS, INOVAÇÃO REGIONAL E EMPREENDEDORISMO ACADÊMICO: UMA ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DE NANOTECNOLOGIA NO PARANÁ**, sob orientação da Profa. Dra. NOELA INVERNIZZI CASTILLO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Maio de 2022.

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 12:08:39.0

NOELA INVERNIZZI CASTILLO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 11:58:42.0

WALTER TADAHIRO SHIMA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/06/2022 12:05:31.0

ANDRÉ LUIZ SICA DE CAMPOS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS)

Avenida Prefeito Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4354 - E-mail: politicaspUBLICAS@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 189719

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 189719

AGRADECIMENTOS

A toda minha família e amigos da Venezuela. Especialmente, agradeço às minhas duas matriarcas, mães-solo e lutadoras incansáveis da vida, vocês sempre serão meu grande exemplo de superação e dignidade. À minha mãe, que viabilizou minha existência e sobrevivência nos anos mais difíceis da vida. E, ao meu pai, por ter me alfabetizado em casa e ter me ensinado a importância do estudo para aquilo que se vislumbrava como o futuro século XXI, que hoje já é meu presente. Ao meu irmão e minhas irmãs, por todo o carinho e apoio mesmo nesta distância física que vivemos há alguns anos. Ao restante da minha família (numerosa por sinal), sempre enviando mensagens de carinho e força desde diversos lugares do mundo.

Aos trabalhadores e trabalhadoras do povo brasileiro, pela acolhida neste país, e pela sua contribuição material permanente com todo o sistema público, incluindo nossas instituições de ensino superior. Cada dia fica mais claro que o nosso comprometimento como intelectuais deve ser com vocês e pelas suas causas. Fico na esperança de que melhores tempos virão para o nosso Brasil.

À CAPES e Programa 4P da UFPR, pela grande oportunidade de participar e contribuir com pensamento social brasileiro. À minha orientadora, Prof. Noela Invernizzi, não apenas pela excelente condução da minha trajetória com objetividade, mas pela sua solidariedade e humanismo. Aos professores do 4P, especialmente à Prof. Carolina e ao Prof. Shogun Shima, de quem obtive aprendizados muito significativos. Agradeço também ao Prof. André da UNICAMP, por ter aceito o convite para participar da banca e contribuir na construção deste trabalho. A todos meus colegas da turma “Covidiana” do 4P, pois chegamos com o mesmo sonho e lutamos juntos por isso, mesmo afrontando um dos piores pesadelos da humanidade.

Aos meus amigos de trabalho, principalmente a William da MOW e Isabella da Honda, pelo apoio sincero. Ao Marcos, Alejandra e María Lúcia da UNILA, meus ex-professores e agora grandes amigos. Aos meus grandes amigos de Foz do Iguaçu: “los arrebatados”, especialmente ao meu irmão acadêmico Raime, testemunha desta trajetória de luta. À dona Lourdes e a família Lazzeris, minha família do Brasil.

À minha amada Renata, companheira de vida nesta caminhada em Curitiba. Coincidir com você foi uma das melhores coisas que me aconteceu na vida.

Por fim, obrigado a todos e todas que de alguma forma contribuíram neste trajeto, pois certamente somos o resultado de inúmeras interações que moldam nosso destino e a lista de pessoas para agradecer seria praticamente interminável.

*Como sei pouco, e sou pouco,
faço o pouco que me cabe
me dando inteiro.
Sabendo que não vou ver
o homem que quero ser.*

*Já sofri o suficiente
para não enganar a ninguém:
principalmente aos que sofrem
na própria vida, a garra
da opressão, e nem sabem.*

*Não tenho o sol escondido
no meu bolso de palavras.
Sou simplesmente um homem
para quem já a primeira
e desolada pessoa
do singular – foi deixando,
devagar, sofredamente
de ser, para transformar-se
– muito mais sofredamente –*

*na primeira e profunda pessoa
do plural.*

*Não importa que doa: é tempo
de avançar de mão dada
com quem vai no mesmo rumo,
mesmo que longe ainda esteja
de aprender a conjugar
o verbo amar.*

*É tempo sobretudo
de deixar de ser apenas
a solitária vanguarda
de nós mesmos.
Se trata de ir ao encontro.
(Dura no peito, arde a límpida
verdade dos nossos erros).
Se trata de abrir o rumo.*

*Os que virão, serão povo,
e saber serão, lutando.*

*Para os que virão,
(T. DE MELLO, 1945).*

“My life has been the result of accidents, not of goals and principles. My intellectual work forms only an insignificant part of it. Love and personal understanding are much more important. Leading intellectuals with their zeal for objectivity kill these personal elements. They are criminals, not the liberators of mankind”.

*Who's who in America,
(P. FEYERABEND, 1991).*

RESUMO

A nanotecnologia é considerada uma das tecnologias emergentes mais promissoras pelo seu potencial catalisador de retornos econômicos e solução de problemas sociais. Em vista disso, desde o início do século, governos do mundo têm implementado estratégias e políticas de fomento para desenvolver o setor e atingir resultados inovativos no contexto da ciência e tecnologia. Por sua vez, as spin-offs universitárias vêm sendo apontadas como uma forma de organização empresarial que permite canalizar efetivamente no mercado os conhecimentos e tecnologias geradas em universidades e instituições de pesquisa, especialmente no contexto de tecnologias emergentes. Nesse quadro, o principal intuito desta pesquisa foi desenvolver uma análise da política pública de inovação regional no estado do Paraná, com foco no seu instrumento Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação de Nanotecnologia (NAPI-Nano). Especificamente, buscou-se indagar sobre o contexto das spin-offs acadêmicas do NAPI-Nano Paraná, assim como sobre o perfil empreendedor e percepção dos seus participantes a respeito de fatores que impactam na criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs acadêmicas de nanotecnologia no estado. A pesquisa foi pautada em três momentos principais. O primeiro consistiu em uma revisão sistemática de literatura, para retratar o estado da arte no estudo de spin-offs universitárias e seus determinantes. O segundo momento foi pautado por uma revisão teórica e documental da trajetória das iniciativas nacionais de nanotecnologia nos países BRICS para contextualizar as características e alcances de tais políticas em países emergentes com considerável desenvolvimento científico, porém mais limitada trajetória inovativa. No terceiro momento, estruturado em duas fases, foi realizada uma análise da política regional de inovação e seus instrumentos de fomento à nanotecnologia utilizando a perspectiva retórica das políticas públicas e a teoria do programa; e uma última fase empírica, operacionalizada mediante uma estratégia de métodos mistos, com a aplicação de um *survey* e de entrevistas semiestruturadas, ambos a atores chaves do NAPI-Nano, no intuito de descrever o *status quo* e capacidades inovativas no contexto de spin-offs de nanotecnologia no arranjo. Os principais resultados da pesquisa apontaram: i)- diversidade de linhas explicativas teórico-metodológicas para o fenômeno de spin-offs; ii)- no caso dos BRICS, os países apresentam forte protagonismo estatal no desenvolvimento da nanotecnologia, ainda que com certa heterogeneidade institucional nas estratégias de formulação e implementação das iniciativas; iii)- o principal instrumento de política regional para fomento à nanotecnologia no estado do Paraná pode ser considerado um programa de caráter retórico, ao apresentar argumentações discursivas sem contrapartida material suficiente para a efetiva implementação da política e seus objetivos; iv)- há pouca atividade de spin-offs acadêmicas dentro do arranjo NAPI-Nano, e os participantes do programa são, na sua maioria, inexperientes no empreendedorismo de base científica no contexto acadêmico; v)- a visão dos participantes (professores, pesquisadores, empreendedores) sobre fatores institucionais/ambientais que afetam a criação e desenvolvimento de spin-offs condiz com algumas evidências presentes na literatura internacional, entretanto, a região apresenta algumas particularidades. Em linhas gerais, a pesquisa mostrou o quadro atual da política de inovação regional no contexto paranaense e seu instrumento de fomento à nanotecnologia, caracterizada com um programa de caráter retórico, além da limitada geração de spin-offs acadêmicas dentro do NAPI-Nano num contexto de baixa propensão ao empreendedorismo acadêmico comercial e fracos investimentos públicos.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Políticas Públicas. Inovação regional. Empreendedorismo acadêmico. Spin-offs acadêmicas.

ABSTRACT

Nanotechnology is considered one of the most promising emerging technologies due to its potential to catalyze economic returns and solve social problems. In view of this, since the beginning of the century, governments around the world have implemented development strategies and policies to expand the sector and achieve innovative results in the context of science and technology. In turn, university spin-offs have been pointed out as a form of business organization that allows the knowledge and technologies generated in universities and research institutions to be effectively commercialized and valued in the market, especially in the context of emerging technologies. In this sense, the main purpose of this research was to develop an analysis of regional innovation public policy in the state of Paraná, focusing on its instrument New Arrangement for Nanotechnology Research and Innovation (NAPI-Nano). Specifically, we sought to investigate the context of the academic spin-offs of NAPI-Nano Paraná, as well as the entrepreneurial profile and perception of its participants concerning factors that impact the creation, development and dissemination of nanotechnology academic spin-offs in the state. The research was based on three main stages. The first consisted of a systematic literature review, to portray the state of the art in the study of university spin-offs and their determinants. The second moment was guided by a theoretical and documental review of the trajectory of national nanotechnology initiatives in the BRICS countries to contextualize the characteristics and scope of such policies in emerging countries with considerable scientific development, but with a more limited innovative trajectory. In the third phase, structured in two stages, an analysis of regional innovation policy and its instruments for promoting nanotechnology was conducted using the rhetorical perspective of public policies and program theory; and a final empirical stage, operationalized through a mixed methods strategy, with the application of a survey and semi-structured interviews, both to key players in the NAPI-Nano, in order to describe the status quo and innovative capabilities in the context of nanotechnology spin-offs in the arrangement. The main results of the research pointed out: (i)- diversity of theoretical-methodological explanatory lines for the phenomenon of spin-offs; (ii)- in the case of the BRICS, countries present strong state protagonism in the development of nanotechnology, although with certain institutional heterogeneity in the strategies for formulation and implementation of initiatives; (iii)- the main regional policy instrument for fostering nanotechnology in the state of Paraná can be considered a program of rhetorical character, by presenting discursive arguments without sufficient material support for the effective implementation of the policy and its objectives; iv)- there is little activity of academic spin-offs within the NAPI-Nano arrangement, and program participants are mostly inexperienced in science-based entrepreneurship in the academic context; v)- the participants' (professors, researchers, entrepreneurs) view on institutional/environmental factors that affect the creation and development of spin-offs matches some evidence present in the international literature, however, the region presents some particularities. In general lines, the research showed the current picture of regional innovation policy in the Paraná context and its instrument to foster nanotechnology, characterized with a program of rhetorical character, besides the limited generation of academic spin-offs within NAPI-Nano in a context of low propensity to commercial academic entrepreneurship and weak public investments.

Keywords: Nanotechnology. Public Policies. Regional innovation. Academic entrepreneurship. Academic spin-offs.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR ANO CLASSIFICADOS POR ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	22
FIGURA 2 – NÚMERO DE PUBLICAÇÕES LEVANTADAS POR PAÍS ENTRE 2016 E 2020.....	23
FIGURA 3 – PROPORÇÃO DAS PUBLICAÇÕES SEGUNDO SEU NÍVEL DE ANÁLISE.....	24
FIGURA 4 – ELEMENTOS ANALÍTICOS A PARTIR DOS ESTUDOS QUALITATIVOS	40
FIGURA 5 – PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL NA ÁREA DE NANOTECNOLOGIA	58
FIGURA 6 – MAPEAMENTO DO IA DOS PAÍSES BRICS (2000-2019).....	60
FIGURA 7 – O NAPI COMO UMA SOLUÇÃO SOCIOTÉCNICA PARA AS MACRO DIRETRIZES DA LEI-PR	73
FIGURA 8 – DINÂMICAS INOVATIVAS ATENDIDAS PELOS NAPIS - PARANÁ....	74
FIGURA 9 – OVERVIEW DO PERFIL DOS PARTICIPANTES DO NAPI-NANO PARANÁ	83
FIGURA 10 – PERFIL POR INSTITUIÇÃO E ROL	84
FIGURA 11 – PERCEPÇÃO DOS FATORES INIBIDORES DOS PARTICIPANTES DE PERFIL “INTERMEDIÁRIO”	89
FIGURA 12 – AS PRIORIDADES DA POLÍTICA PÚBLICA DE INOVAÇÃO NA PERCEPÇÃO DOS PARTICIPANTES	90

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ETAPAS DA ESCOLHA E CLASSIFICAÇÃO INICIAL	20
QUADRO 2 – PRINCIPAIS INSIGHTS DAS PESQUISAS QUALITATIVAS EM SPIN-OFFS LEVANTADAS	39
QUADRO 3 – PRINCIPAIS INSTRUMENTOS QUE SUSTENTAM A POLÍTICA REGIONAL DE NANOTECNOLOGIA.....	77
QUADRO 4 – SÍNTESE DAS EVIDÊNCIAS QUE CONFIGURAM O NAPI-NANO COMO UM PROGRAMA DE INOVAÇÃO DE CARÁTER RETÓRICO	79
QUADRO 5 – MATRIZ DAS SPIN-OFFS DETECTADAS	84
QUADRO 6 – PERCEPÇÃO DE INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NO OLHAR DO EMPREENDEDOR	102
QUADRO 7 – SÍNTESE DA DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E POSICIONAMENTO DA LITERATURA	114

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ARTIGOS DO NÍVEL INSTITUCIONAL/ECOSSISTEMA POR ANO, ESTRATÉGIA METODOLÓGICA E BASE	25
TABELA 2 – ARTIGOS QUANTITATIVOS.....	27
TABELA 3 – PERCEPÇÃO DOS EXPERTS SOBRE FATORES QUE INFLUENCIAM AS SPIN-OFFS ACADÊMICAS.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AGI – Agência de Inovação
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul
C&T – Ciência e Tecnologia
CAM – Academia Chinesa de Ciências
CTI – Ciência, Tecnologia e Inovação
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
DST – *Department of Science and Technology*
E1 – Entrevistado 1
E2 – Entrevistado 2
EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
ENDN – Estratégia Nacional de Desenvolvimento da Nanotecnologia
FA – Fundação Araucária
IA – Índice de Atividade
IBN – Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia
ICT – Instituições de Ciência e Tecnologia
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
LEI-Pr – Lei Estadual de Inovação do Paraná
MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações
MLCTI – Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação
NAPI – Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação
NAPI-Nano – Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia
NSTI – *Nanoscience and Technology Initiative*
NSTM – *Nano Science and Technology Mission*
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PACTI – Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação
PDP – Política de Desenvolvimento Produtivo
PFD – Programa Federal Direcionado de Ciência e Tecnologia
PIB – Produto Interno Bruto
PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

PLACTS – Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade

PLOA – Projeto de Lei Orçamentária Anual

PPA – Plano Plurianual

PPN – Programa Nacional de Nanotecnologia

PSD – Partido Social Democrático

PUC-PR – Pontifícia Universidade do Paraná

RUSNANO – Corporação Estatal de Nanotecnologia da Rússia

SANI – *South African Nanotechnology Initiative*

SEI – Subvenção Econômica para a Inovação

SISNANO – Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia

SNI – Sistemas Nacionais de Inovação

SPIN – Superintendência de Parcerias e Inovação

SRI – Sistema Regional de Inovação

TRE-PR – Tribunal Regional Eleitoral do Paraná

TT – Transferência Tecnológica

UEL – Universidade Estadual de Londrina

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

WOS – Web of Science

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	13
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA	14
2 SPIN-OFFS E SEUS DETERMINANTES EXÓGENOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA RECENTE	17
2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO	18
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
2.2.1 Análise geral	21
2.2.2 Análise específica da literatura	25
2.2.2.1 Artigos de natureza quantitativa	25
2.2.2.2 Principais resultados dos estudos quantitativos	28
2.2.2.3 Artigos de natureza qualitativos	31
2.2.2.4 Artigos de natureza mista	40
2.3 PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA REVISÃO SISTEMÁTICA:	41
3 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NOS BRICS: BREVE REVISÃO DA TRAJETÓRIA	45
3.1 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL	46
3.2 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA RÚSSIA	49
3.3 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA ÍNDIA	51
3.4 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA CHINA	54
3.5 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA ÁFRICA DO SUL	56
3.6 A PRODUÇÃO RECENTE EM NANOTECNOLOGIA DOS BRICS: BREVES CONSIDERAÇÕES	57
4 A POLÍTICA DE INOVAÇÃO REGIONAL DO PARANÁ E A CONSTRUÇÃO DE UM PROGRAMA RETÓRICO EM NANOTECNOLOGIA	62
4.1 A PERSPECTIVA RETÓRICA E A TEORIA DO PROGRAMA NA ANÁLISE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS	62
4.2 A POLÍTICA DE INOVAÇÃO REGIONAL DO PARANÁ: A RETÓRICA DOS CÍCLOS VIRTUOSOS DA INOVAÇÃO	65
4.3 UMA RADIOGRAFIA DOS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE INOVAÇÃO NO PARANÁ: A LEI-PR E OS ARRANJOS NAPI	68

4.3.1 A perspectiva retórica da Lei Estadual de Inovação do Paraná (LEI-Pr) N° 20.541/2021	69
4.3.2 Os Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI): uma solução “socio-técnica”?.....	71
4.3.3 O arranjo NAPI-Nano PR: o desenvolvimento de um programa retórico em nanotecnologia	75
5 ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DO NAPI-NANO: PESQUISA SURVEY	81
5.1 RESULTADOS DA PESQUISA SURVEY COM PARTICIPANTES DO NAPI-NANO: 82	
5.1.1 O perfil dos participantes experientes	85
5.1.2 A percepção dos participantes experientes.....	85
5.1.3 O perfil profissional dos participantes no nível intermediário de expertise	87
5.1.4 A percepção dos participantes com conhecimentos intermediários	87
5.1.5 A percepção sobre a prioridade da política pública.....	89
5.1.6 O perfil profissional dos participantes com pouco o nulo conhecimento em spin-offs.....	90
5.2 LEVANTAMENTO DE DADOS QUALITATIVOS: ENTREVISTAS COM ATORES	91
5.2.1 Entrevista 1: o <i>status quo</i> das spin-offs acadêmicas na SPIn-UFPR	92
5.2.2 Entrevista 2: a percepção desde um ator empreendedor que forma parte do arranjo NAPI-Nano	95
5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS À LUZ DA LITERATURA	104
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS.....	124
ANEXOS	142
ANEXO 1: ESTRUTURA DETALHADA DO SURVEY	142

1 INTRODUÇÃO

Nas modernas economias de mercado bastante tem sido falado sobre a inovação, o papel do conhecimento nesse processo e a necessidade de padrões de desenvolvimento econômico intensivos em tecnologia. Na literatura empírica internacional, a relevância da inovação para o crescimento econômico é um assunto relativamente consolidado (DAVIDSON; SEGERSTROM, 1998; ULKU, 2004; MARADANA et al., 2017). Nesse sentido, é comum observar que em diversas recomendações de política pública oriundas de organizações internacionais, a inovação ocupe um lugar quase “messiânico”, onde a ciência e a produção de conhecimento aparecem como protagonistas de eventuais ciclos virtuosos de crescimento sustentado baseado em tecnologia (OCDE, 2011; BANCO MUNDIAL, 2010).

Esse processo, que consiste na criação, avanço e difusão de inovações tecnológicas, longe de ser estático, é o resultado de dinâmicas interações entre recursos e atores (FREEMAN; SOETE, 2008) e acontece no âmbito de complexos sistemas institucionais¹ ou Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)². Estes sistemas são influenciados, em maior ou menor grau, pelo ambiente nacional (FREEMAN; SOETE, 2008; FREEMAN, 1995) e tendem a ser variados na forma e estrutura de funcionamento entre países (AMABLE, 2000). Ou seja, desde uma perspectiva dinâmica, o processo inovativo é mediado por interações sociais e coletivas, e seu desempenho pode ser influenciado pelo comportamento dos diversos atores e instituições do SNI, incluindo o governo, via política pública.

No cerne desses sistemas, as instituições dedicadas à produção de conhecimento ocupam um papel central na geração de tecnologia e transferência de conhecimento para a sociedade (HOWELLS, 2005; LAMBOOY, 2004; ARNOLD et al., 2007; BRUNDENIUS; LUNDVALL; SUTZ, 2009). Entretanto, nem todo esse conhecimento produzido resulta “economicamente útil” (CARLSSON et al., 2009). Inclusive, existem evidências sobre políticas e investimentos públicos de fomento à

¹ Neste trabalho, entende-se como “instituições” o conjunto de construções sociais constituídas de organizações e sistemas de regras destinados a fornecer aos agentes os recursos intangíveis, bem como alguns dos recursos tangíveis básicos necessários para coordenar suas ações individuais e coletivas (CORIAT; WEINSTEIN, 2004).

² Apesar da discussão na literatura (D'AURIA, 2016) sobre a definição de Sistemas de Inovação vs Ecosistemas de Inovação, neste trabalho ambos os conceitos são considerados como sinônimo.

ciência e tecnologia (C&T), assim como ao estímulo de atividades de pesquisa e desenvolvimento³ (P&D) que, sobre certas circunstâncias, não geraram os resultados econômicos/inovativos esperados⁴ (HALL, 1993; BOZEMAN; SAREWITZ, 2005; ŠVARC, 2006; BAGATOLLI; DAGNINO, 2013; HAAPANEN; LENIHAN; MARIANI, 2014; CARVALHO, 2017).

Especificamente, no caso de universidades, a discussão passa pela reorientação do papel social da academia para a chamada “Terceira Missão” universitária: a ideia de uma universidade empreendedora⁵ (LAREDO, 2007; AUDRETSCH, 2014). Em resumo, essa proposta é focada na transferência de tecnologia e capacidades criadas pelas universidades mediante uma reconfiguração da pesquisa (guiada pelo modelo de produção intensivo em tecnologia) e do ensino (forte interação com a indústria e mercado para gerar as capacidades necessárias que viabilizam maiores saltos de produtividade) (WRIGHT; BIRLEY; MOSEY, 2004). Essa reorientação também implica em repensar a forma de construir as capacidades para que os acadêmicos, como atores centrais, consigam transferir efetivamente conhecimento para a indústria, o que resulta fundamental para que as universidades alcancem sua missão e ambição empreendedora (MILLER et al., 2018). Com essa visão de universidade, foram erguidos modelos como o da “Hélice Tríplice”, que preconiza a forte interação da academia com a indústria e o governo, para promover a junção entre inovação e empreendedorismo, resultando em impactos positivos para o desenvolvimento econômico das nações (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995; ETZKOWITZ, 2003).

Nesse contexto, e com o potencial de catalisar retornos econômicos para as atividades de P&D em universidades e instituições de pesquisa, aparecem as spin-offs⁶ acadêmicas ou universitárias. Em linhas gerais, este tipo de organizações pode

³ Refere-se a investigação científica básica (criação do conhecimento) e aplicada, bem como o desenvolvimento de tecnologias passíveis de serem comercializadas (SCHENATO, 2002).

⁴ Freeman e Soete (2008) mencionam o exemplo da União Soviética, um caso paradigmático de pesados investimentos em P&D com limitados resultados em inovação.

⁵ É importante salientar que parte da literatura internacional se mostra cética e questiona a superestimação da “terceira missão” e do espírito empreendedor no contexto acadêmico / universitário (HARRISON; LEITCH, 2008), da mesma forma que alguns autores denunciam uma “colonização” e eventual “mercantilização” da academia pelo mercado (MAUTNER, 2012).

⁶ Um caso frequentemente citado pela literatura é o das Spin-offs geradas no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (O’SHEA et al., 2008). Incluindo startups, spin-offs e outros empreendimentos acadêmicos, até 2015 estima-se que o MIT tinha 30.200 empresas ativas, empregando 4.6 milhões de pessoas e gerando aproximadamente 1.9 trilhões de dólares em receitas anuais (COHAN, 2018).

ser definido como empreendimentos que comercializam resultados de pesquisa e conhecimento científico criados por Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT)⁷ (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019; O'SHEA; CHUGH; ALLEN, 2008). Isto é, as spin-offs universitárias, potencialmente, são capazes de viabilizar a geração e o aproveitamento de conhecimento economicamente útil.

Entretanto, é possível observar que uma grande parte das iniciativas de spin-off universitárias acabam perecendo no chamado “vale da morte”⁸ (MARKHAN, 2002; SON; CHUNG; YOONG, 2020; STEFANELLI; BOSCIA; TOMA, 2020). Basicamente, esse estágio é aquela fase que separa a descoberta tecnológica da comercialização. Outrossim, para que uma spin-off seja bem-sucedida esta deve atingir um estágio posterior à comercialização, ou seja, a fase de sustentabilidade do negócio que demanda, entre outras coisas, habilidades e orientação empreendedora⁹ dos pesquisadores e atores-chave dos projetos (IACOBUCCI, et al., 2011).

Como programa de pesquisa, o estudo de spin-offs universitárias tem aproximadamente quatro décadas (FINI; GRIMALDI; MEOLI, 2020). Trata-se assim, de um paradigma relativamente recente que transita diversas disciplinas, desde a lente dos estudos organizacionais da administração até a ótica microeconômica da teoria da firma (RIKAP, 2012). Cabe salientar que grande parte dos estudos analisa, principalmente, casos de países desenvolvidos e com foco analítico na fase ou estágio de criação e surgimento das spin-offs acadêmicas (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019).

Além disso, conforme Mathisen e Rasmussen (2019), é comum encontrar pelo menos três níveis analíticos na literatura especializada: o individual, que aborda essencialmente os determinantes internos das spin-offs; o nível de firmas ou de mercados, que se relaciona com os determinantes comerciais das spin-offs; e, por último, o nível institucional ou de ecossistema, que aborda aspectos de carácter

⁷ No Brasil, segundo a Lei Nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, uma ICT é um órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no País, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos.

⁸ A metáfora faz referência a um vale desértico no leste da Califórnia, que durante finais do século XIX, em plena corrida do ouro, acabou impedindo a chegada de muitos pioneiros que se dirigiam para a Costa-Oeste do Estados Unidos na procura do mineral (WILLIAMS, 2004).

⁹ Tomando o exemplo do já conhecido Vale de Silício, O'Mara (2020) mostra que, quando uma empresa de base tecnológica está em seus primórdios e estágios iniciais, os investidores geralmente se concentram “nas pessoas e nas ideias”, em vez de buscar tecnologias sólidas.

exógeno (como o ambiente, a geografia, o suporte de políticas e instituições, etc.) que impactam a trajetória das spin-offs acadêmicas.

Por outro lado, a influência de dimensões relacionadas com a intervenção política e o ambiente institucional das spin-offs universitárias não está totalmente claro na literatura, nem tem gerado conclusões generalizáveis acerca de como e em quais circunstâncias as intervenções públicas podem ser eficazes para promover o empreendedorismo acadêmico e a inovação (FINI; GRIMALDI; MEOLI, 2020). Nesse contexto, surge o interesse no presente estudo de compreender quais fatores exógenos, especificamente: institucionais, ambientais e de política pública, impactam e interagem na criação e desempenho de spin-offs universitárias, focalizando o contexto de países emergentes com certo grau de industrialização.

Particularmente interessa tratar o caso do Brasil, um país emergente que, em relação aos seus pares latino-americanos, apresenta melhores indicadores de investimentos em P&D (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2019). Porém, em se tratando de um país periférico, o Brasil é permeado por problemas de heterogeneidade estrutural¹⁰ (GRAMKOW; GORDON, 2018), uma condição que, do ponto de vista teórico-metodológico, demanda alguns cuidados com caracterizações e tipificações que abordem todo o contexto nacional. De fato, em alguns estudos da literatura brasileira sobre inovação tem-se adotado uma perspectiva regional, que acaba frisando a existência e influência de assimetrias regionais nos resultados inovativos do país (ROESE, 2000; CASALI; SILVA; CARVALHO, 2010; JACOSKI et al., 2014; GONÇALVES; FAJARDO, 2011; ITO; DE CAMPOS, 2020).

Dito isso, como recorte regional da pesquisa, foi escolhido o estado do Paraná. Trata-se de uma região relativamente próspera no Brasil, que aporta aproximadamente 6.4% ao Produto Interno Bruto (PIB) nacional¹¹, sendo classificada como o quarto melhor estado para se fazer negócios no Brasil (BANCO MUNDIAL, 2021). Recentemente, o estado tem sido apontado pela OCDE como “um exemplo

¹⁰ Se bem existe todo um debate histórico e teórico-metodológico sobre a concepção “dual e heterogênea” da economia brasileira (que pode ser vasculhado nas clássicas discussões do estruturalismo latino-americano), para fins deste estudo essa condição será entendida como decorrente das acentuadas brechas internas de produtividade do trabalho existente entre regiões, setores econômicos e empresariais, que se mostram bastante além das brechas observadas em países desenvolvidos (GRAMKOW; GORDON, 2018).

¹¹ Dados de 2018, do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), disponíveis em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Parana-em-Numeros>

mundial de desenvolvimento sustentável”, e, particularmente, Curitiba¹² (capital do estado), tem sido descrita como uma cidade inteligente e com alto potencial inovativo (OCDE, 2021). Sendo assim, poderia se antecipar que atualmente o estado parece ser solo fértil para a emergência de atividades de empreendimento e inovação e a construção de novos sistemas regionais de inovação.

Cabe salientar que o Paraná conta com instrumentos de política pública voltados ao fomento da inovação, como é o caso da recém estabelecida Lei Estadual de Inovação do Paraná (LEI-Pr) Nº 20.541/2021, sancionada em abril de 2021. Além disso, como parte de uma “onda inovativa” que parece ter encontrado espaço na agenda política local¹³, surgiram os Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI) no estado do Paraná. Esses arranjos, promovidos pela Fundação Araucária, principal órgão de fomento em CTI na região, foram concebidos como um instrumento alinhado com a proposta política de inovação para o estado, atuando em diversas áreas de tecnologias estratégicas. Nesse contexto, surge o Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (NAPI-Nano), lançado oficialmente em maio de 2020, trata-se de um instrumento de política regional que busca “a partir da integração entre instituições de ensino e de pesquisa, avançar na utilização do potencial humano, de materiais, novos processos e percepções inovadoras [de nanotecnologia] no Paraná” (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020). Segundo a FA, a iniciativa do NAPI-Nano foi uma petição direta do atual governador, Carlos Ratinho Jr., para tornar o Paraná o “estado mais inovador do país”.

No contexto da inovação tecnológica, tem-se o segundo recorte da pesquisa que será situado no âmbito das atividades em nanociência e nanotecnologia. Como tecnologia emergente, o potencial “revolucionário” da nanotecnologia vem sendo projetado desde há algumas décadas e sua incorporação intensiva nas agendas de política de C&T de diversos países ocorreu com maior intensidade no começo da primeira década de 2000 (INVERNIZZI; FOLADORI; MACLURCAN, 2008; LANE; KALIL, 2005; SHAPIRA; YOUTIE, 2014). No contexto de países emergentes, o Brasil

¹² Literatura recente mostra aspectos relacionados com o padrão inovativo da cidade, destacando aspectos como a existência de uma “mentalidade positiva e favorável” para a inovação (SPINOSA; COSTA, 2020).

¹³ Do ponto de vista das políticas públicas, as ideias e crenças ocupam um papel importante na priorização de pautas na Agenda por parte dos tomadores de decisão (KINGDON, 2014; BAUMGARTNER; JONES, 2010). No caso paranaense, *a priori*, é possível detectar no Plano de Governo 2019-22, e em algumas declarações do governador do estado, a visão “quase messiânica” sobre a inovação. Isso será discutido com detalhe nas próximas seções.

adotou desde cedo (e em sincronia com os principais países desenvolvidos) uma política de incentivo para nanotecnologia que, apesar do intensivo impulso inicial, foi perdendo força (principalmente no que diz respeito à dotação orçamentária) no decorrer do tempo (INVERNIZZI; FOLADORI; DE QUEVEDO, 2019; BARBOSA; BAGATTOLLI; INVERNIZZI, 2018). Apesar disso, esta tecnologia ainda aparece na lista de prioridades dos investimentos em projetos de P&D para novas tecnologias e inovação, tanto para o Governo Federal conforme a Portaria Nº 1.122, lançada em março de 2020 pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), quanto no *Plano de Governo 2019-2022* proposto pela gestão estadual paranaense.

Neste sentido, é possível perceber evidências de diretrizes de políticas nacionais vigentes em nanotecnologia que junto com os mecanismos regionais de fomento à inovação, suportam a conformação do NAPI-Nano do Paraná. O fato de o arranjo envolver instituições públicas e dotação orçamentária acaba exigindo certa racionalidade burocrática, ainda que no cerne da proposta parece haver mais envolvimento do tipo informal com a formação de núcleos e grupos de pesquisadores que se juntam para compartilhar experiências e informações sobre a tecnologia.

Sendo assim, a pesquisa buscará realizar uma análise exploratória elencando os elementos acima descritos -inovação, no contexto de países emergentes com certo grau de industrialização; empreendedorismo acadêmico¹⁴ mediante spin-offs; e, aspectos da política pública e âmbito institucional,- no intuito de descrever o vigente quadro de inovação regional em nanotecnologia no contexto paranaense, focalizando, como objeto de análise específico, as spin-offs do NAPI-Nano Paraná, assim como o perfil empreendedor e percepção dos seus participantes sobre fatores que impactam na criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs universitárias.

A estratégia da pesquisa está pautada em três momentos principais, plasmados como capítulos, além desta introdução: primeiro, uma revisão sistemática da literatura no intuito de retratar o estado da arte no estudo de spin-offs universitárias, e detectar quais são os principais fatores exógenos ou institucionais/ambientais que

¹⁴ Existe uma distinção apontada por Milller et al. (2018) sobre as denominações empreendedor acadêmico e acadêmico empreendedor. No caso da primeira, trata-se de indivíduos mais orientados para spin-offs, spin-outs, patenteamento, licenças, e diversas formas de transferência de tecnologia e engajamento com o mercado que permita a comercialização dos resultados de pesquisa. No caso do segundo, remete a indivíduos mais alinhados com publicações de periódicos científicos, organização de redes e eventos internacionais, orientação de pesquisa de alunos, pesquisa colaborativa, etc.

determinam o surgimento e desenvolvimento dessas organizações. O segundo momento, uma breve discussão e revisão teórica sobre a trajetória das iniciativas de nanotecnologia dos países BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) para contextualizar as características e alcances de tais políticas em países emergentes com considerável desenvolvimento de suas bases científicas, porém mais limitada trajetória em inovação.

E o terceiro momento, plasmado em dois capítulos de carácter mais empírico, está estruturado em três fases: i) uma análise da política regional de inovação no Paraná, com ênfase no instrumento NAPI-Nano. Neste ponto há uma discussão visando demonstrar o carácter retórico da política; ii) uma análise exploratória do perfil e percepção dos participantes do arranjo Napi-Nano, visando descrever o *status quo* das capacidades empreendedoras em spin-offs acadêmicas, assim como os fatores institucionais/ambientais que influenciam nesse contexto; e, iii) uma análise qualitativa a partir da visão de atores do arranjo para aprofundar o entendimento sobre a situação atual e experiência das spin-offs acadêmicas, procurando identificar fatores determinantes que propiciam ou dificultam a criação e desenvolvimento deste tipo de organizações no Paraná. Por último são apresentadas as considerações finais da dissertação.

1.1 JUSTIFICATIVA

A primeira justificativa desta pesquisa é a escassez de estudos empiricamente orientados dedicados a analisar o fenômeno das spin-offs acadêmicas no contexto de países emergentes com certo grau de industrialização ou tratando especificamente o caso brasileiro (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019; COSTA; TORKOMIAN, 2008; FREITAS et al., 2011). Além disso, combinar a ótica analítica macro desde as políticas públicas conjugada com a percepção específica dos atores (micro) permitirá compreender desde diversos ângulos os potenciais e desafios que afronta a iniciativa analisada.

O segundo ponto é pela relevância do empreendedorismo de base tecnológica e seus potenciais impactos positivos para dinamizar as economias regionais (LAMBAIS, 2010; RIBEIRO et al., 2016; SILUK et al., 2018), e a necessidade de contribuir com uma agenda de pesquisa visando compreender melhor o fenômeno no contexto da economia e sociedade brasileira (MOCELIN; AZAMBUJA, 2017). O

terceiro ponto é no intuito de contribuir metodologicamente com os estudos sobre spin-offs ao propor uma metodologia que evite um excessivo nível de agregação analítica, evitando negligenciar o problema da heterogeneidade estrutural do Brasil e retratando realidades e particularidades regionais.

O quarto ponto é pela forte vinculação regional da proposta com o contexto de atuação e funcionamento do Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas da UFPR, em vista que ademais de trazer um retrato de realidades locais, o desenvolvimento das ideias desta dissertação de mestrado poderá auxiliar na formulação de políticas públicas de inovação e empreendedorismo acadêmico regionais, além de poder ser facilmente apresentadas de forma legível para a cidadania paranaense no geral.

Por último, por contribuir com um debate muito relevante no contexto atual que envolve as instâncias de comunidades científicas e também à sociedade civil, na procura constante de maior transparência e *accountability*, a saber: mediante quais mecanismos as universidades contribuem com o desenvolvimento? Entende-se aqui, que o estudo das spin-offs acadêmicas contribui na procura por respostas a essa interrogante.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma análise da política pública de inovação regional no estado do Paraná, com foco no instrumento do Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação de Nanotecnologia (NAPI-Nano). Especificamente, interessa indagar sobre o contexto das spin-offs acadêmicas do NAPI-Nano Paraná, assim como sobre o perfil empreendedor e percepção dos seus participantes a respeito de fatores que impactam na criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs acadêmicas em nanotecnologia no estado. Por meio da análise será possível responder as seguintes questões de pesquisa:

- Sobre a política pública de inovação regional paranaense e seu instrumento NAPI-Nano: qual objetivo persegue? Quais são seus principais potenciais e limitações?
- Qual é o *status quo* no que diz respeito a spin-offs acadêmicas de nanotecnologia e seu contexto institucional no estado do Paraná?
- Qual é o perfil profissional e nível de *expertise* dos participantes do NAPI-Nano?

- Na percepção de diversos atores do NAPI-Nano: cientistas, empreendedores e gestores de AGI, quais são os principais indutores e barreiras à criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas em nanotecnologia?

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo ao seu alcance, a pesquisa pode ser classificada pelo seu caráter exploratório, por abordar problemas e objetos de pesquisa pouco estudados e “preparar o terreno” para novos estudos correlatos (HERNÁNDEZ-SAMPIERI; BAPTISTA; FERNANDEZ, 2014). Na mesma ótica, a pesquisa pode ser considerada descritiva, pelo fato de pretender detalhar propriedades e características do objeto e fenômenos submetidos à análise, sem necessariamente aprofundar em relações causais (GIL, 1994; HERNANDEZ-SAMPIERI; BAPTISTA; FERNANDEZ, 2014). O fenômeno das spin-offs universitárias parece ser um assunto pouco explorado na literatura de países emergentes, e essa brecha é ainda maior quando se consideram níveis analíticos regionais.

De acordo com seu enfoque e estratégia, a pesquisa como um todo pode ser definida como pesquisa de métodos mistos (*mixed methods research*)¹⁵, uma vez que combina diferentes tipos de análises (qualitativos e quantitativos) para oferecer uma compreensão mais detalhada do fenômeno analisado e seu contexto (JOHNSON; ONWUEGBUZIE; TURNER, 2007). A estratégia adotada é definida pela literatura como transformativa-sequencial, com uma fase inicial (qualitativa ou quantitativa) seguida de uma segunda fase (qualitativa ou quantitativa) que se desenvolve sobre a anterior (CRESWELL; CLARK, 2015). Este tipo de abordagem mostra-se adequada no estudo de spin-offs acadêmicas por se tratar de um campo essencialmente interdisciplinar e em consolidação (principalmente no contexto de países emergentes), o que abre espaço para a adoção do pluralismo metodológico.

A continuação, se descreve em traços gerais a estratégia metodológica adotada em cada seção ou capítulo específico da pesquisa. No segundo capítulo, é utilizada a revisão sistemática de literatura, que visa reunir de forma organizada e

¹⁵ A adoção desta estratégia metodológica também pode ser justificada pela falta de estudos com métodos mistos e recomendação de novos estudos utilizando essa abordagem apontada na revisão de literatura de Mathisen, e Rasmussen (2019).

crítica as principais evidências disponíveis sobre o assunto da pesquisa (FINK, 2010; MANTEROLA *et al.*, 2013). Conforme à literatura foram extraídas as principais variáveis analíticas para estudar os determinantes exógenos ou institucionais da criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs acadêmicas.

No terceiro capítulo, a abordagem foi essencialmente de pesquisa bibliográfica e documental, que consiste em posicionar o objeto de análise frente a outros estudos correlatos (GIL, 1994). Para tal foi feito um levantamento bibliográfico, consultando artigos, teses, monografias e relatórios de organizações internacionais para retratar as principais tendências de política de fomento a CTI em nanotecnologia nos países BRICS. O intuito da seção foi apresentar a trajetória histórica desses países na construção das suas iniciativas nacionais de nanotecnologia, destacando o papel do Estado nesse processo e as principais estruturas institucionais adotadas. Adicionalmente, foram incorporados dados secundários com indicadores relevantes para sustentar a discussão.

O quarto capítulo incorpora a análise da política regional de inovação no estado do Paraná, a partir da legislação vigente e dos instrumentos e diretrizes de política destinadas ao fomento da inovação e o empreendedorismo regional. Uma das hipóteses centrais da análise foi a possível caracterização da política inovativa paranaense e seu instrumento Napi-Nano como programas retóricos. A análise realizada é de caráter *ex-ante*, guiada por categorias selecionadas da literatura especializada em análise e avaliação de políticas desde a perspectiva da retórica em políticas públicas (ASEN, 2010; CANO, 2010; DEUBEL, 2008; MAJONE, 1992; MAJONE, 1989; FORERO-PORTELA; HURTADO-PRADO, 2013; MULLER, 2006; MULLER; SUREL, 2002) e complementada com elementos analíticos da teoria do programa (WEISS, 1998; ROGERS, *et al.*, 2000; BROUSSELLE; CHAMPAGNE, 2011; CHEN, 2005; WHOLEY, 2004; ROSSI; FREEMAN; LIPSEY, 1998). A técnica adotada consistiu predominantemente em análise de conteúdo, um procedimento qualitativo clássico que consiste na análise organizada de textos¹⁶ para a construção de categorias analíticas (BARDIN, 1991).

¹⁶ Para esta etapa foram levantados materiais e documentos relacionados com a política regional de inovação, incluindo decretos, leis, diretrizes de política, relatórios governamentais, reportagens da imprensa e discursos. Todos relevantes para a compreensão substantiva do fenômeno.

Em seguida, no quinto capítulo, de caráter mais empírico, foi utilizada uma estratégia metodológica mista (quantitativa-qualitativa). Primeiro, mediante uma abordagem metodológica de tipo *survey* que consiste na obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário (FREITAS, et. al, 2000). O instrumento de colheita dos dados foi de corte-transversal, ou seja, aplicado em um intervalo de tempo específico, retratando o estado das variáveis no momento da análise (HERNÁNDEZ-SAMPIERI; BAPTISTA; FERNANDEZ, 2014).

Da mesma forma, o tipo de amostragem adotado é do tipo não-probabilístico, quer dizer que não se esperaram resultados generalizáveis, mas específicos da população e objeto estudados, e também por conveniência, que se refere à incorporação apenas de respondentes disponíveis e acessíveis para o pesquisador em determinado momento (BICKMAN; ROG; HEDRICK, 1997). Este tipo de amostragem é ideal quando existem restrições orçamentárias ou quando o fator “facilidade operacional” é demandado pela pesquisa (AAKER, et al., 2013).

As principais técnicas analíticas quantitativas foram permeadas pela estatística descritiva: medidas de frequência, distribuição, posição e dispersão. Por último, a seção incorpora uma abordagem de tipo qualitativa, baseada na condução de entrevistas semi-estruturadas¹⁷ a um gestor da Agência de Inovação da UFPR (instituição com maior presença de spin-offs na região), e uma profissional com *expertise* ou projetos de spin-offs em nanotecnologia, que foi identificada como empreendedora acadêmica. Desta forma, se configura efetivamente a estratégia metodológica mista “transformativa-sequencial” anteriormente mencionada.

¹⁷ Na programação original da pesquisa, foi previsto aumentar o número de entrevistas a gestores e diretores de Agências de Inovação (AGI) e Escritórios de Transferência Tecnológica. Contudo, em decorrência das limitações impostas pela pandemia de COVID-19 e da atual crise institucional no contexto de CTI das Universidades e demais instituições públicas dedicadas à pesquisa, isso se tornou inviável. Por exemplo, nas diversas tentativas de contato com a AGI da Universidade Estadual de Maringá (UEM), importante ator no contexto regional de nanotecnologia, obteve-se a resposta de que “em função da falta de recursos a equipe foi reduzida a um único colaborador”, sendo inviável atender nossa demanda de informação apesar das várias tentativas de contato. Situação semelhante ocorreu no caso da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Federal Tecnológica do Paraná, das quais não houve nenhum retorno aos diversos e-mails de contato.

2 SPIN-OFFS E SEUS DETERMINANTES EXÓGENOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA RECENTE

No contexto da chamada “economia do conhecimento” as universidades e instituições científicas ocupam um rol cada vez mais importante, na medida em que suas atividades de produção e transferência de conhecimentos podem contribuir não somente com o processo inovativo, mas com a geração direta de empregos e riqueza (ETZKOWITZ, 1998; BRADLEY; HAYTER; LINK, 2013; SANDSTRÖM *et al*, 2016). Nesse sentido, encontram-se as spin-offs acadêmicas, muitas vezes consideradas como uma forma de organização muito efetiva para operacionalizar a relação entre universidade, sociedade e mercado (SPIJKER; WAMMES, 2005; BROWN, 2016), principalmente pelo seu potencial catalisador de retornos econômicos para os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) a nível universitário.

É comum listar um conjunto de dimensões para caracterizar e definir uma spin-off acadêmica, tais como: a origem institucional, o patrocinador, a forma de conhecimento, e o principal ator empreendedor (MUSTAR *et al.*, 2006; BATHELT; KOGLER; MUNRO, 2010). Com base, principalmente, nas definições de Mathisen e Rasmussen (2019) e O’Shea, Chugh e Allen (2008), neste estudo entende-se por spin-off acadêmica (e universitária) àqueles empreendimentos que comercializam resultados de pesquisa e conhecimento científico criados por ICTs. Trata-se de uma definição ampla e que inclui diversos atores, assim como diversos produtos e formas de financiamento.

Segundo Fini, Grimaldi e Meoli (2020), o estudo deste tipo de organizações, e também do seu contexto interno e externo, tem aproximadamente quatro décadas de pesquisa. Contudo, os mesmos autores sugerem que até a atualidade as dimensões relacionadas com a intervenção política e o ambiente institucional não têm gerado conclusões generalizáveis sobre quando e em que circunstâncias as intervenções podem ser eficazes para promover o empreendedorismo acadêmico ou de base científica. Além disso, as pesquisas sobre spin-offs acadêmicas tendem a priorizar o enfoque micro, negligenciando as dimensões ambientais relacionadas ao ecossistema de inovação na qual se inserem (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019).

Por outro lado, Mascarenhas, Ferreira e Marques (2018) apontam que a maioria de estudos que abordam o contexto da inovação e as relações universidade-indústria-mercado, estão concentrados em países desenvolvidos e se orientam quase

que exclusivamente por abordagens quantitativas. Ademais, os estudos sobre spin-offs acadêmicas em países emergentes são relativamente escassos (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019), o que se reflete na pouca produção científica em língua portuguesa e no contexto brasileiro (FREITAS *et al.*, 2011).

A presente revisão de literatura procura contribuir, direta ou indiretamente, com essa situação acima descrita, principalmente contribuir com novos estudos direcionados para países emergentes com certo grau de industrialização, onde o programa de pesquisa em spin-offs parece estar ainda em estágios iniciais. Assim, o objetivo principal da revisão é analisar a evolução recente dos estudos que abordam as spin-offs universitárias focalizando, especificamente, naqueles que adotam uma dimensão explicativa orientada pelos fatores exógenos ou ambientais/institucionais que afetam a criação, disseminação e desempenho de spin-offs. Adicionalmente, espera-se identificar elementos explicativos que subsidiem futuras pesquisas e brechas na literatura para novos trabalhos direcionados a países emergentes.

2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO

A presente seção está pautada pela revisão sistemática de literatura, que não é mais do que um método para identificar, sintetizar e avaliar criticamente a produção de conhecimentos científicos em determinada área do conhecimento, de forma a construir um procedimento organizado e sistemático que pode ser replicado em outras pesquisas (FINK, 2010). A revisão sistemática de literatura também pode ser entendida como a síntese da evidência disponível (MANTEROLA *et al.*, 2013). Nesse sentido, a pesquisa se propõe apreender o “estado da arte” nos estudos sobre spin-offs universitárias, no contexto internacional.

A revisão foi realizada em pelo menos seis etapas, a saber. Em primeiro lugar, buscou-se definir com clareza quais são as palavras-chave e termos de busca específicos necessários para localizar artigos científicos relacionados com a temática desejada. Neste caso, foram definidos os termos: “spin-offs”, “USOs”, “University Spin-offs”, “Spin-off”, sendo conjugados na busca. A escolha específica desses termos justifica-se pelo fato de ser os principais *keywords* utilizados em artigos levantados em revisões de literatura recentes (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019; ALMEIDA, 2018). Em seguida, foram definidas as bases de dados indexadoras com possível relevância internacional: Scopus, ScienceDirect, Web of Science e por último, SciELO.

A escolha metodológica de incluir essa última base foi tomada *a posteriori*, durante a execução das consultas, no intuito de mitigar o viés ou orientação das pesquisas sobre spin-offs universitárias para quase exclusivamente os países desenvolvidos.

No terceiro momento, depois do levantamento geral, foram selecionados os artigos em base a três critérios principais: i. a presença no título, resumo ou palavras-chaves de, como mínimo, um dos termos de busca estabelecidos; ii. um recorte temporal limitando o levantamento de artigos publicados especificamente nos últimos 5 anos, ou seja, o intervalo do ano 2016 a 2020; iii. a exclusão de artigos por causa de ambiguidades ou imprecisões conceituais, por exemplo, no caso de spin-offs corporativas e ou qualquer outra forma que não se refere especificamente a spin-offs universitárias; e por último, iv. a exclusão de artigos duplicados, pois muitas vezes a mesma pesquisa pode estar indexada em diversas bases. Cabe salientar que o horizonte temporal atende um período não abordado por outras revisões sistemáticas de literatura publicadas em anos recentes (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019; ALMEIDA, 2018; MIRANDA; CHAMORRO; RUBIO, 2017).

Feito isto, foi desenvolvida uma revisão preliminar e classificação geral do primeiro grupo de artigos. Para tal, se realizou uma revisão no formato *bird's eyes* (HUGE; WAAS, 2011), no intuito de identificar a partir do resumo e metadados os seguintes elementos: i. a base de dados em que se encontra indexado; ii. o ano de publicação; iii. o país de origem do autor principal ou de correspondência (considerando sua filiação institucional); iv. país ou caso analisado (consiste na localização geográfica do objeto de estudo); v. o principal objetivo e resultado da pesquisa; vi. a natureza ou estratégia metodológica da pesquisa, classificando-a em quantitativa, qualitativa ou mista; e, vii. o nível analítico.

Para a classificação dos níveis analíticos das spin-offs, foi seguida a tipologia proposta por Mathisen e Rasmussen (2019) que considera pelo menos três níveis. O primeiro se concentra em indivíduos/equipes e se refere aos determinantes internos tais como: membros, redes, habilidades, composição de capital humano da spin-off, experiência dos membros etc. O segundo, das firmas, está relacionado com a estratégia comercial, o tamanho da firma, etc. E o nível institucional/ecossistema, que consiste no principal interesse para esta pesquisa e aborda os elementos exógenos ou do ambiente que moldam a trajetória das spin-offs universitárias: ambiente e condições de empreendimento, suporte e relação com a universidade, suporte e

relação com o governo, políticas de fomento, localização regional e efeitos *spillovers*, entre outros.

Evidentemente, nem sempre uma única revisão de tipo *bird's eye* sobre resumo e metadados foi suficiente para classificar na tipologia acima descrita. Eventualmente, a revisão e leitura em seções específicas dos artigos foram necessárias. Já definidos esses critérios, se procedeu a construir a segunda amostra de pesquisas, aquelas desenvolvidas no nível institucional/ecossistemas, para uma análise mais profunda. O Quadro 1 oferece um resumo das principais etapas do procedimento de revisão sistemática realizado:

Quadro 1 – Etapas da escolha e classificação inicial

Etapa	Descrição
1 Critérios de busca	Definição das palavras-chave e termos de busca específicos. Definidos os termos: “Spin-offs”; “USOs”; “University Spin-offs”; “Spin-off”.
2 Escolha das bases	A princípio, as bases escolhidas foram Scopus, Web of Science, Science Direct. Adicionalmente foi incorporada na busca a base Scielo.
3 Primeiro recorte	Os artigos foram selecionados pelos seguintes critérios: a- apresentam no mínimo 1 dos termos de busca no título, palavras-chave ou resumo; b- critério temporal: 2016-2020; c- desambiguação: os artigos tratam especificamente de spin-offs universitárias; d- exclusão de artigos duplicados.
4 Classificação preliminar	Mediante uma revisão a “ <i>bird's eye</i> ”, com foco nos metadados e resumo do artigo, se identificou: base de dados; ano; país de origem do autor principal; país/caso analisado; objetivo/propósito; natureza/método; nível analítico. Em alguns casos, foi necessário revisar seções específicas do artigo.
5 Segundo Recorte	Nessa etapa selecionamos os artigos classificados no nível analítico de instituições/ecossistemas.
6 Análise	Análise dos artigos e extração de categorias analíticas, evidências etc.

Fonte: elaboração própria (2022)

O seguinte momento da pesquisa, consistiu na análise dos artigos classificados no nível institucional/ecossistema, todos classificados por sua natureza metodológica em três subseções: quantitativos, qualitativos e mistos. No primeiro grupo, foram identificadas as categorias essenciais de um estudo quantitativo: variáveis dependente e independente para detectar a relação causal presente; a principal teoria ou abordagem epistêmica que embasa o trabalho e o principal procedimento de análise empírico. No final dessa seção, foram comentados os

principais resultados, destacando os aspectos e fatores de natureza institucional/ecossistema e sua relação com o desempenho de spin-offs.

Na seguinte etapa, foram analisados os artigos de natureza qualitativa e mista. No caso dos qualitativos, se destacou o país analisado e a principal contribuição do estudo, destacando as implicações para a literatura e o principal elemento explicativo sobre o contexto das spin-offs. De forma similar, se apresentaram os artigos de natureza mista a partir dos seus principais resultados e elementos explicativos utilizados na discussão. Por último, foi apresentada uma síntese dos “gaps” da literatura e as possíveis novas pesquisas a partir dos estudos analisados.

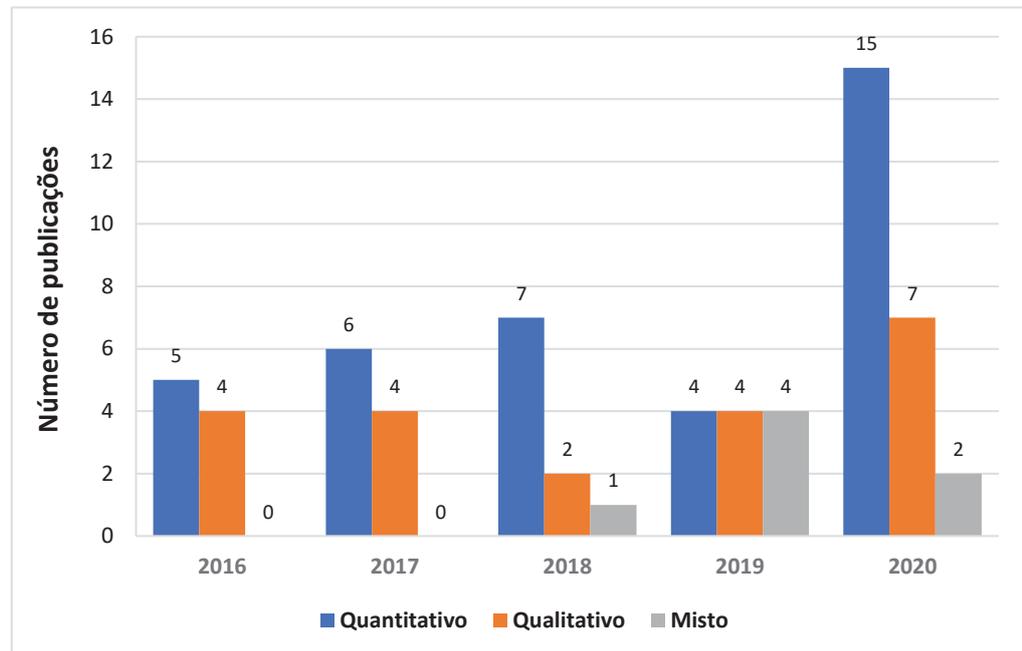
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 Análise geral

Depois de executar as etapas 1 e 2, e organizar os resultados mediante os critérios apontados na etapa 3, se obteve um total de 65 artigos científicos publicados em revistas indexadas entre 2016 e 2020, todas com processo de avaliação por pares. A princípio, os critérios descritos na etapa 3 permitiram excluir artigos que, mesmo incorporando o principal termo de busca: “spin-offs”, não tratavam de empresas relacionadas ao empreendimento universitário. Por outro lado, foi resolvido o problema da duplicidade de dados, sendo comum encontrar o mesmo artigo em diversas bases, principalmente entre as bases WoS e ScienceDirect.

Em linhas gerais, ressalta uma produção científica bastante reduzida sobre a temática. Entretanto, a evolução temporal mostra um aumento no número de produções relacionadas com spin-offs universitárias, passando de 9 artigos publicados em 2016 para 24 em 2020. Da mesma forma, é possível perceber que a maior parte dos artigos estão norteados por estratégias metodológicas de carácter quantitativo, as quais tiveram um aumento expressivo no ano de 2020. Das 65 publicações obtidas, 37 são de carácter quantitativo, o que representa um 57% do total. No caso das pesquisas qualitativas, se observaram 21 publicações no período analisado, representando um 32% do total e mostrando uma trajetória temporal constante, com leve aumento no ano de 2020. Por fim, as publicações detectadas com estratégia metodológica mista (qualitativa e quantitativa) somaram 7, representando apenas 11% do total. A continuação a Figura 1 retrata os resultados descritos:

Figura 1 – Número de publicações por ano classificados por estratégia metodológica



Fonte: elaboração própria (2022)

O aumento no número de pesquisas quantitativas pode estar relacionado com um aumento na disponibilidade de bases de dados sobre spin-offs universitárias. Usualmente, como aponta Korpysa (2019), a obtenção de dados empíricos sobre este tipo de firmas é um desafio, e normalmente os pesquisadores se veem obrigados a recolher dados primários para construir amostras significativas estatisticamente, o que além de ser custoso, pode ser bastante complexo e demorado. Os governos da Espanha, Itália e Reino Unido têm sistematizado algumas bases de dados nacionais e criado alguns portais com dados e informações sobre as spin-offs¹⁸ dos seus ecossistemas de inovação, e a utilização e aproveitamento dos dados e informações tem sido evidenciada em várias das pesquisas oriundas desses países.

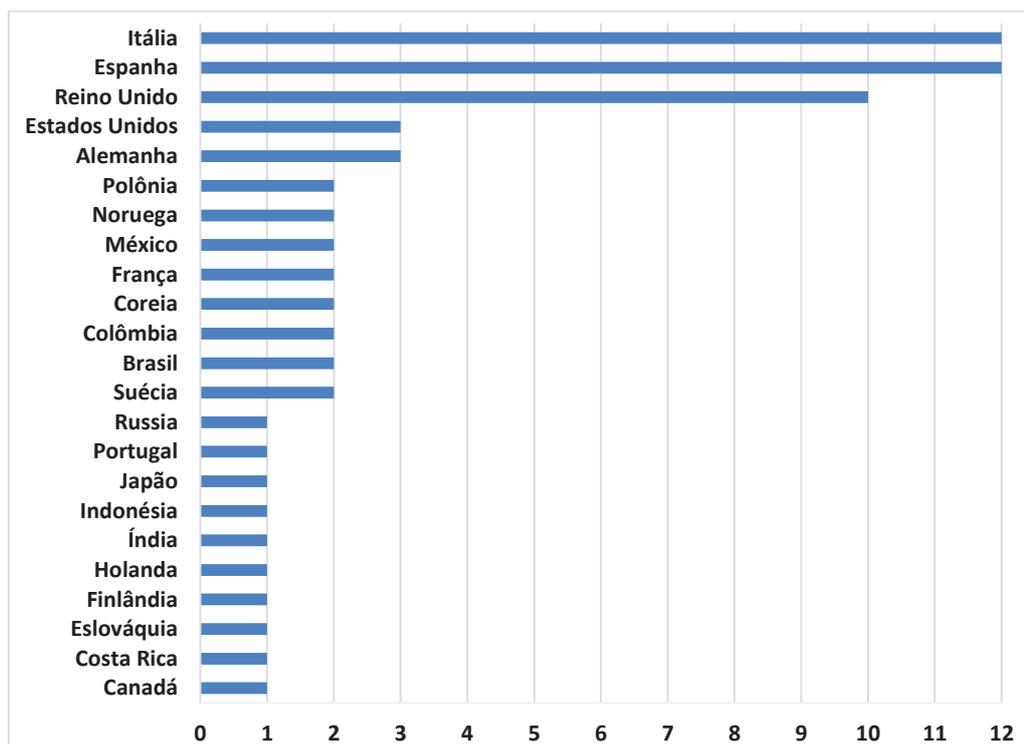
Quando observada a distribuição geográfica da produção¹⁹, resulta relevante destacar a concentração das publicações nos três países mencionados anteriormente,

¹⁸ Algumas fontes de dados primários foram observadas, no caso da Espanha criadas pela Rede de Escritórios de Transferência Tecnológica (RedOTRI): <http://www.redotriuniversidades.net/>, e no caso da Itália, a principal base foi desenvolvida em colaboração de várias universidades: <https://www.spinoffitalia.it/>

¹⁹ Como explicado na metodologia, considera-se como origem geográfica o país da filiação institucional relacionada com o primeiro autor ou autor de correspondência.

com 34 artigos (aproximadamente 52% do total) dos quais 25 são quantitativos, 6 mistos e apenas 3 qualitativos. Neste primeiro recorte, também foi constatada a nítida escassez de publicações oriundas de países em desenvolvimento, e caso fossem desconsiderados os resultados obtidos na base SciELO, a presença desses países na produção seria praticamente nula. A mesma situação é evidenciada quando se considera como critério a localização dos casos analisados, pois de modo geral, existe uma correspondência entre a localização do autor e a do caso estudado. Outro ponto relevante é que os Estados Unidos, país que sempre destacou na produção de pesquisas relacionadas com spin-offs acadêmicas, aparece com um menor número de publicações. A Figura 2 mostra com detalhes a quantidade de produções levantadas por país:

Figura 2 – Número de publicações levantadas por país entre 2016 e 2020



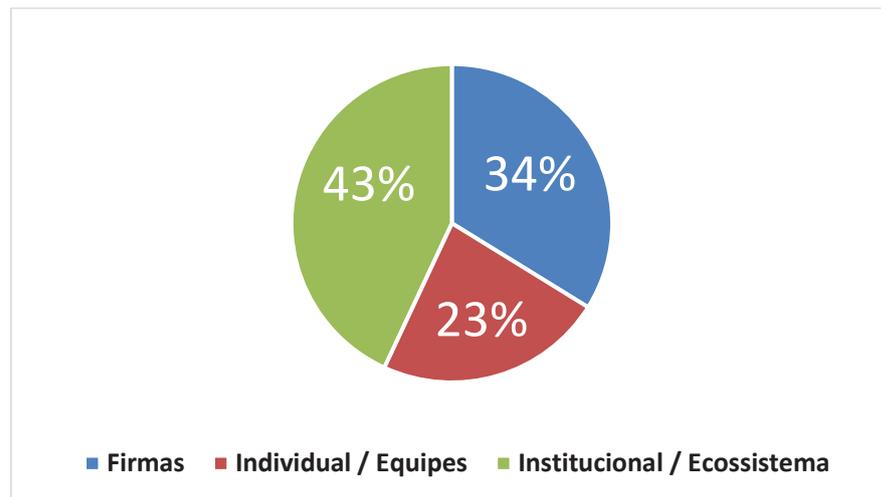
Fonte: elaboração própria (2022)

No caso dos países em desenvolvimento, os 11 artigos levantados são de abordagem qualitativa. *A priori*, isto pode refletir a falta de maturidade dos programas de pesquisa relacionados à temática dos spin-offs, seja pela falta de dados empíricos públicos e privados, ou, inclusive, pela falta de empreendimentos universitários devido à precocidade institucional para seu desenvolvimento. No restante de países

desenvolvidos, 11 artigos levantados se orientam pela estratégia de análise quantitativa (dos quais 6 estão concentrados na Alemanha e Estados Unidos), 7 pela abordagem qualitativa e 2 pela abordagem mista.

Grosso modo, as análises relacionadas com spin-offs universitárias são desenvolvidas em dois níveis: considerando fatores endógenos (individual/equipes e firmas) e considerando fatores exógenos ou do ambiente externo (institucional/ecossistema). Nesse sentido, os resultados do levantamento mostram que para o período analisado 28 artigos foram desenvolvidos no nível institucional/ecossistema, 15 no nível individual/equipes e finalmente 22 no nível de firmas. A Figura 3 mostra graficamente a relação percentual de publicações segundo o nível de análise:

Figura 3 – Proporção das publicações segundo seu nível de análise



Fonte: elaboração própria (2022)

Uma vez que o interesse central desta revisão está orientado à explicação dos fatores institucionais/ambientais que moldam a trajetória dos resultados das spin-offs universitárias, assim como abordar o contexto relacionado com a inovação desde a ótica de políticas públicas, resulta necessário fazer uma seleção específica da literatura, enfatizando as publicações científicas que analisam a questão das spin-offs universitárias desde determinantes associados a fatores exógenos. Nesse sentido, foi constituída a amostra central da revisão a partir dos 28 artigos desenvolvidos no nível institucional/ecossistema. A Tabela 1 mostra a quantidade publicada por anos, a estratégia metodológica adotada e a base de dados na qual corresponde.

Tabela 1 – Artigos do nível institucional/ecossistema por ano, estratégia metodológica e base

Natureza	2016	2017	2018	2019	2020	Σ
Quantitativo	2	2	3	1	6	14
Qualitativo	2	2	-	4	4	12
Misto	-	-	-	2	-	2
Total	4	4	3	7	10	28
Base Index	2016	2017	2018	2019	2020	Σ
WoS	-	-	1	-	-	1
Scopus	-	3	1	1	6	11
ScienceDirect	2	1	1	2	4	10
SciELO	2	-	-	4	-	6
Total	4	4	3	7	10	28

Fonte: elaboração própria (2021)

A partir dos dados apresentados, pode-se observar que na trajetória temporal existe um aumento na quantidade de artigos publicados, principalmente em 2020. Ao mesmo tempo, se observa que existe um maior equilíbrio no que diz respeito às estratégias metodológicas. Por outro lado, a concentração geográfica da produção continua em três países: Espanha, Itália e Reino Unido, que reúnem 54% dos trabalhos analisados. Em seguida, se apresentam os resultados detalhados da revisão da literatura.

2.2.2 Análise específica da literatura

2.2.2.1 Artigos de natureza quantitativa

Como primeiro grupo foram considerados os artigos de natureza metodológica quantitativa. A maioria dos trabalhos utiliza técnicas econométricas de regressão, com dados obtidos tanto de fontes primárias mediante *surveys* quanto de bases de dados nacionais (especificamente no caso da Espanha, Itália e Reino Unido). Por outro lado, se observa que a maioria dos trabalhos não especifica ou detalha o segmento tecnológico ou industrial das Spin-offs analisadas, condicionando a análise para um nível de agregação que pode negligenciar especificidades e comprometer a qualidade e detalhamento dos resultados obtidos.

A escolha de um parâmetro de “sucesso” para avaliar o desempenho de pequenas firmas tem se apontado como um desafio na literatura internacional (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018). Seguindo a tendência de estudos prévios para avaliar e mensurar o desempenho das spin-offs universitárias, a maioria dos artigos quantitativos analisados utilizaram como variável dependente o número de spin-offs criadas, o nível de emprego gerado, o volume de vendas e a quantidade de patentes depositadas. Entretanto, tal escolha metodológica segue o viés “*survivorship*” (MATHISEN; RASMUSSEN, 2019) que enfatiza a fase “pós-decolagem” e muitas vezes negligencia as spin-offs fracassadas e as “imaturas”.

Nesse sentido, o “sucesso” das spin-offs é frequentemente associado ao momento em que a empresa atinge o estágio de sustentabilidade (CLARYSSE et al., 2007), ou seja, o quando alcança retornos estáveis. Contudo, no estudo de Prokop, Huggins e Bristow (2019) foi adotada como variável dependente a taxa de sobrevivência das spin-offs, o que representa uma instrumentalização “alternativa” para o “sucesso”, capaz de apreender a persistência operacional das spin-offs diante de eventuais conjunturas críticas²⁰. Em geral, a direção causal dos estudos quantitativos foi a mesma, com exceção dos trabalhos de Corsi e Prencipe (2018) e Zhou e Tang (2020) que utilizaram as spin-offs como variáveis explicativas.

No contexto institucional/ecossistema, diversas variáveis explicativas foram operacionalizadas. Por um lado, as relacionadas com a localização e a dimensão regional: distância com a indústria, proximidade geográfica com a Universidade-mãe, tecido regional de capital humano, a “hostilidade” do mercado regional e presença de capital de risco. Da mesma forma, foram observadas variáveis relacionadas com a interação dos atores estratégicos dentro do ecossistema: suporte das agências de inovação, dos parques tecnológicos e incubadoras, das instituições de governo e de outras empresas. Outras variáveis relacionadas com a universidade e seu contexto também foram observadas: regulação e legislação universitária, tamanho da universidade, financiamento público recebido, e dotação para ensino e pesquisa.

Se bem que a literatura quantitativa analisada considera os mais variados fatores explicativos que afetam direta ou indiretamente o desempenho das spin-offs,

²⁰ As *critical junctures* no contexto do empreendedorismo acadêmico, se refere a conflitos entre o nível de recursos da spin-off e o nível de recursos necessários para avançar para próximos “estágios” (VOHORA; WRIGHT; LOCKETT, 2004). Normalmente, o que se observa como *critical juncture* é uma deficiência nos recursos da firma.

pode-se dizer que nem sempre a qualidade explicativa da relação causal foi desenvolvida com profundidade. Do ponto de vista teórico se identificaram algumas convergências, a saber: i. a ideia da chamada “terceira missão da universidade” ou de “universidade empreendedora” esteve presente em todos os artigos quantitativos analisados, seja direta ou tacitamente; ii. a teoria da visão baseada em recursos (que explica a vantagem competitiva das firmas a partir dos seus recursos e competências distintivas) da firma foi a segunda mais utilizada pelos autores. No caso de análises regionais, a teoria dos efeitos *spillover*²¹ pareceu ser a abordagem mais explorada.

Em síntese, não se percebeu um diálogo coeso entre as diversas abordagens teóricas, mas um acúmulo de evidências sucessivas desde diversas óticas analíticas, o que se reflete na ausência de teorias de longo alcance. Isto sugere que o estudo das spin-offs, pelo menos desde abordagens quantitativas, ainda está em construção de um paradigma de pesquisa. Em seguida, na Tabela 2 é apresentado um resumo da análise descrita anteriormente.

Tabela 2. Artigos quantitativos

Autores	Variável dependente	Principal teoria	Variáveis explicativas	Método / procedimento	Revista
Precipe et al (2020)	Desempenho da Spin-off: nível de vendas e emprego.	<i>Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship</i> (KSTE)	Contexto regional (localização geográfica)	Análise de regressão multinível	Research Policy
Fini, Gremaldi e Meoli (2020)	Número de spin-offs por departamento.	Intervenção Institucional e Regulação	Presença de regulação (binária); Disciplina científica; Variedade do conhecimento; Distância com a indústria; Tipo e tempo de regulação.	Regressão hierárquica	Research Policy
Zhou e Tang (2020)	Desempenho da agência de inovação universitária: Ingressos monetários por consultoria; Ingressos monetários por cursos de capacitação profissional oferecidos; Ingressos monetários pelo aluguel de instalações e equipamentos.	<i>Capability approach</i> e "Terceira missão": transferência de conhecimento	Quantidade de patentes e spin-offs criadas; nível de implementação da estratégia de transferência	Regressão quantílica	Technovation
Vega-Gómez, Miranda-González e Pérez-Mayo (2020)	Desempenho das Spin-offs: nível de vendas e emprego	Abordagem do Macro-nível e "sucesso" de start-ups	Suporte de atores do ecossistema: agências de inovação; parques tecnológicos; instituições de governo; outras empresas.	Regressão probabilística (logit)	SAGE Open
Rodríguez-Gulías, Fernández-López e Rodeiro-Pazos (2020)	Desempenho das Spin-offs: patentes	KSTE	Idade da firma (experiência); total de ativos (tamanho); índice de alavancagem (financiamento disponível da empresa); Relação com capital de risco; Porcentagem de trabalhadores em P&D na região; Porcentagem de adultos com ensino superior na região.	Análise de regressão multinível	Technovation
Bolzan, Rasmussen, & Fini (2020)	Desempenho das Spin-offs: vendas	Conhecimento herdado de	Propriedade "parental"; proximidade geográfica com a Universidade-mãe; Laços tecnológicos	Dados em Painel	Strategic Entrepreneurship Journal

²¹ No contexto das spin-offs, a teoria diz respeito ao conhecimento e as novas ideias geradas, mas não aproveitadas comercialmente pela instituição que as criou, gerando assim novas oportunidades empreendedoras (AUDRETSCH; LEHMANN, 2006). Também, no contexto regional, os *spillovers* são entendidos como externalidades resultantes da atividade econômica, principalmente nos grandes centros que concentram atividade de P&D (GRILICHES, 1992).

		organizações-mãe / Alianças empresariais			
Prokop, Huggins, Bristow (2019)	Taxa de sobrevivência das Spin-offs	Ciclo da vida das firmas / Teoria das redes empresariais	Investimentos; Empreendedores externos; Experiência de comercialização (on/off campus); Parques tecnológicos;	Regressão logística	The International Small Business Journal
Soetanto, D., & van Geenhuizen, M. (2018)	Desempenho das Spin-offs: vendas e crescimento do emprego	Universidade empreendedora - Terceira missão	Orientação para pesquisa; Orientação para empreendimento; Hostilidade de mercado; Proximidade espacial; Proximidade social	Regressão linear múltipla e hierárquica	Technological Forecasting & Social Change
Jung e Kim (2018)	Número de spin-offs criadas pela agência de inovação	<i>Resource-Based Theory</i>	Capacidade de criação de conhecimento: artigos publicados; número de patentes depositadas; Fatores organizacionais: financiamento do governo; tamanho da universidade; tamanho da Agência de inovação (escritório de transferência tecnológica); região.	Regressão logística de dados em painéis	The Journal of Technology Transfer
Bock et al (2018)	Propensão da Spin-off para obter financiamento público;	<i>Agency theory</i>	Nível de transferência tecnológica; maturidade da tecnologia; maturidade da equipe	Regressão logística	International Journal of Innovation Management
Marzocchi, Kitiagawa, Sánchez-Barrioluengo (2017)	Número de Spin-offs criadas; Número de start-ups criadas	Universidade empreendedora e Terceira Missão	Dotações de ensino e pesquisa	Dados em Painel - Poisson	The Journal of Technology Transfer
Corsi e Prencipe (2017)	PIB Regional; Patenteamento regional; Investimento regional em P&D	Vantagens competitivas regionais	Número de Spin-offs; Número de patentes depositadas por Spin-offs	Regressão de efeitos mistos	Journal of the Knowledge Economy
Corsi e Prencipe (2016)	Desempenho da spin-off: patenteamento	<i>Resource-Based Theory</i> e KSTE	Suporte do escritório de transferência tecnológica; Presença de incubadoras e parques tecnológicos; Financiamento público para pesquisa	Regressão probabilística (Probit)	Journal of Technology Management & Innovation
Muscio, Quaglione, Ramaciotti (2016)	Número de Spin-offs criadas	<i>Resource-Based Theory</i>	Regulação da Universidade; Incentivos monetários; Risco do empreendimento	Regressão binomial	Research Policy

Fonte: elaboração própria (2020)

2.2.2.2 Principais resultados dos estudos quantitativos

No contexto regional da Espanha e Itália, Prencipe *et al* (2020) fornecem evidências de que a região é uma dimensão contextual crítica e um fator influente no desempenho das spin-offs universitárias, mas esse “efeito regional” é um determinante parcial que nem sempre será observado em todos os casos. Já no trabalho do Corsi e Prencipe (2018) para o caso italiano, se observa a relação causal inversa, ou seja, há evidências de uma influência positiva das spin-offs sobre as economias regionais, principalmente no que diz respeito à geração de vantagens competitivas para os ecossistemas de inovação. A principal limitação de ambos estudos radica na perda de observações microeconômicas, pelo fato de que as spin-offs são homogeneizadas e o efeito marginal das mais maduras ou desenvolvidas sobre o contexto regional (e vice-versa) não é apreendido.

No âmbito da relação de spin-offs com instituições e seu desempenho, o estudo de Vega-Gómez, Miranda-González e Pérez-Mayo (2020) para o caso espanhol, mostra que quando o suporte na elaboração de planos de negócio é oferecido por instituições públicas, o resultado tende a ser negativo ou insatisfatório. Esse resultado tem uma importante implicação para os formuladores de política

pública e o direcionamento do apoio e suporte às spin-offs. Parte da evidência apresentada para o caso italiano, por Bolzani, Rasmussen e Fini (2020), mostra que os laços tecnológicos e a localização geográfica das equipes empresariais das spin-offs com suas universidades-mãe podem impactar negativamente o desempenho.

Em parte, esse fato é explicado porque as universidades tendem a não possuir conhecimentos comerciais relevantes no âmbito da concorrência e estratégia de mercado, e quando a orientação das equipes é comandada unicamente por pesquisadores, eles podem superestimar a geração de conhecimentos em detrimento da aplicação e geração de valor a partir dos mesmos. Nesse sentido, Soetanto e van Geenhuizen (2018) no caso da Holanda e Noruega, evidenciaram que a hostilidade do mercado é uma das principais variáveis que motiva a procura da spin-off por manter o vínculo com a universidade-mãe.

Outrossim, nas análises conduzidas mediante indicadores de patenteamento como *proxy* do desempenho das spin-offs, tem-se o estudo de Rodríguez-Gulías, Fernández-López e Rodeiro-Pazos (2020) situado na Espanha, que foi um dos poucos que classificou as firmas pelo seu setor industrial e tecnológico. Seus resultados mostram que a região e o ecossistema no qual as spin-offs estão inseridas pode influenciar positivamente o desempenho, e esse efeito é maior quando a firma tem acesso a capital de risco. Contudo, analisando a Itália, Corsi e Principe (2016) detectam que, na verdade, o contexto universitário conjugado com os escritórios de transferência tecnológica podem ter uma influência maior no nível de patenteamento da spin-off quando comparado com o efeito da região. A principal limitação dessas mensurações reside no fato de que nem toda inovação é necessariamente patenteada pelas firmas, o que pode limitar a percepção da análise sobre a real dimensão e desempenho da spin-off.

Em seguida, nos estudos que utilizam o número de spin-offs criadas como indicador de desempenho, tem-se a pesquisa de Fini, Gremaldi e Meoli (2020), que detecta um efeito positivo da introdução de regulação universitária sobre o empreendedorismo na Itália. Entretanto, os autores assinalam que a intensidade e efetividade depende de outras variáveis contingentes como o tipo de instrumento e o tempo total entre sua formulação e implementação. Já a análise de Jung e Kim (2018), para o caso da Coreia do Sul, observa que o financiamento público não impacta significativamente a criação de spin-offs, e que, na verdade, os aspectos relacionados

com a localização regional (como o número de indústrias) mostram um efeito positivo maior.

Utilizando a mesma variável explicativa e considerando também as startups acadêmicas da Inglaterra, o estudo de Marzocchi, Kitiagawa e Sánchez-Barrioluengo (2017) sugere que nas universidades com vocação para aquisição de financiamento para pesquisa a probabilidade de criação de spin-offs é maior, e em contrapartida, naquelas universidades focadas em atividades de ensino a probabilidade de criar startups de alunos é maior. Sendo assim, a dotação de fatores pode ser, em parte, um elemento que oriente a direção das iniciativas de fomento ao empreendedorismo acadêmico, ou visto de outra forma, uma espécie de vantagens comparativas reveladas. Nessa sequência, o estudo de Muscio, Quaglione e Ramaciotti (2016) para o caso italiano, mostra que os regulamentos universitários de caráter restritivo têm um impacto negativo para a criação de novas spin-offs, e que, à maior participação da Universidade na apropriação das receitas, menor é a propensão à criação de novos empreendimentos.

Sob outra perspectiva, Bock *et al* (2018) ao analisar o caso da Alemanha, mostram que as spin-offs que recebem financiamento público têm menores probabilidades de enfrentar dificuldades financeiras nos estágios iniciais, mas apresentam, no longo prazo, menores taxas de sobrevivência e menor probabilidade de receber financiamento externo. A saída proposta pelos autores é que o financiamento seja feito em coparticipação com o setor privado, visando garantir melhor alocação de recursos e maior procura pelo retorno dos investimentos.

Em seguida, o estudo de Zhou e Tang (2020) que utiliza uma relação causal inversa, mostra os efeitos positivos da criação de spin-offs sobre o desempenho das agências de inovação e escritórios de transferência tecnológica na Inglaterra. Além disso, os autores detectam que o engajamento com comunidades locais para realização de atividades não comerciais junto ao estabelecimento de laços pode impactar positivamente a capacidade inovativa das universidades e o processo de transferência tecnológica, e conseqüentemente, maior geração de benefícios sociais. O esforço explicativo dos autores é inovador, na medida que quase nenhum estudo relacionado pondera a importância do engajamento comunitário e o “ganho social”, contudo, em linhas gerais parece não oferecer uma resposta à aparente dicotomia entre lucro comercial e benefício social: pode o segundo impactar o primeiro?

Por último, tem-se o estudo de Prokop, Huggins, Bristow (2019) também para o caso da Inglaterra e utilizando como indicador a taxa de sobrevivência da spin-off. A diferença da dinâmica do impulso inicial, a pesquisa mostra que os atores que mais impactam na sobrevivência da spin-off no longo prazo são os investidores, os empreendedores externos e os escritórios de transferência de tecnologia. O estudo também verificou que as spin-offs nascidas em regiões menos diversificadas industrialmente têm maior probabilidade de sobrevivência.

Tal evidência contrasta com outros resultados citados anteriormente e também com a ideia quase mecânica das abordagens regionais sobre os *spillovers*. A explicação dos autores é de que em regiões com menor variedade de conhecimento há maior “fertilidade” para que novas firmas altamente inovadoras se beneficiem de externalidades como a produção de insumos ainda não comercializados e que podem ser encadeados com subsidiárias das firmas de regiões mais desenvolvidas. No entanto, o desenvolvimento de spin-offs em regiões menos industrializadas requereria além de uma rede de atores (ou ecossistema) minimamente consolidada, maiores investimentos públicos e uma espécie de “redistribuição” dos recursos destinados a P&D do centro para as zonas periféricas.

Em resumo, percebe-se que nos estudos quantitativos aqui analisados há uma constante homogeneização de variáveis, com elevado grau de agregação explicativa, o que tende a negligenciar particularidades de cada contexto local. Além disso, nota-se um corpo teórico heterogêneo tanto em resultados quanto em linhas explicativas, sendo evidente também a ausência de consensos teóricos nas relações causais (exceptuando a ideia de inovação como causa do crescimento econômico). Por último, observa-se a predominância de análise de spin-offs “exitosas”, ou pelo menos em fases avançadas de faturamento. A falta de dados primários deixa em xeque a replicabilidade destes estudos em casos de países periféricos e emergentes.

2.2.2.3 Artigos de natureza qualitativos

O segundo grupo, de estudos qualitativos, inclui alguns casos de países em desenvolvimento. A maioria dos artigos foram estruturados mediante estudo de casos nacionais e operacionalizados com entrevistas a atores dos ecossistemas de inovação onde as spin-offs se inserem. Cabe salientar que a metade dos artigos qualitativos está indexada na base de dados SciELO e versam sobre países em desenvolvimento,

e além disso se observou uma maior pluralidade nas revistas. Isso representa o oposto dos estudos quantitativos que se concentram apenas em países desenvolvidos.

O caso da Costa Rica é analisado por Monge, Briones-Peñalver e García-Pérez (2016), a pesquisa buscou detectar quais são os fatores determinantes para a criação de spin-offs nesse país. O estudo foi operacionalizado mediante entrevistas a atores estratégicos, e os principais resultados apontam a dois grupos de fatores: primeiro, os que favoreceram algumas das poucas iniciativas de spin-offs: o empreendedor acadêmico e suas motivações individuais e o ambiente empresarial (o interesse dos empresários pelas spin-offs). Segundo, como fatores limitantes, os autores apontam para a legislação nacional e a falta de capital de risco no país, assim como fatores associados com a “tradição universitária”. No geral, as conclusões do estudo são bastante normativas e o trabalho não apresenta informações suficientes sobre o tamanho da amostra empregada.

O estudo de Grasmik (2016) analisou as spin-offs do ecossistema de inovação da Rússia, observando a trajetória das firmas a partir da implementação de instrumentos de política como a Lei Federal Nº 217 de 2009, que regulamenta o empreendedorismo de ICT's no país. Os principais resultados apontam que, mesmo com uma infraestrutura de pesquisa desenvolvida (principalmente no sentido de disponibilidade de fundos públicos), os cientistas tendem a preferir laços informais e relativamente independentes no contexto da comercialização do conhecimento e sua relação com o setor empresarial. Segundo a pesquisa, tal fato pode ser explicado pelas exigências legais envolvidas na concessão de bolsas e fundos públicos (por exemplo, a necessidade de publicação de resultados em periódicos internacionais renomados), o que demandaria maiores esforços e também equipes mais eficientes.

Outrossim, foi detectado que na maioria dos casos de spin-offs conectadas com setores empresariais, a relação é tipicamente personificada, ou seja, os empresários são, ao mesmo tempo, funcionários da universidade ou vinculados diretamente com atividades de pós-graduação. Cabe salientar que a maioria das abordagens relacionadas que seguem o modelo da “Hélice Tríplice” (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995) que mantém o foco de análise, principalmente, nos laços formais. Certamente, esses resultados são relevantes para análises de países em desenvolvimento, no sentido de considerar relevante a identificação de laços informais e observar se de fato esse tipo de relações é propício para o impulso das spin-offs.

Por outro lado, o modelo institucional de transferência tecnológica de Taiwan foi analisado por Čorejová; Rostášová; Čorejová (2017), observando seu impacto na geração de spin-offs acadêmicas. Trata-se de um caso particular porque o país se encontra fora de alguns acordos internacionais sobre patenteamento. Em linhas gerais, o ecossistema de inovação onde se inserem as spin-offs em Taiwan é marcado por vínculos formais, mediados por contratos, onde os ICT's possuem garantias de propriedade intelectual e participação de lucros. Por exemplo, em casos onde o financiamento inicial é bancado totalmente por universidades, estas exigem dos futuros investidores o ressarcimento em forma de infraestrutura, equipamentos e/ou bolsas.

Outras duas situações são retratadas na pesquisa: primeiro, para que um professor ou pesquisador de universidades públicas consiga ser empregado formalmente em uma firma spin-off, esta deverá contribuir com o 30% do salário do profissional. Como segundo ponto, alguns jovens estudantes e pesquisadores projetam tecnologias durante seus estudos, e uma vez formados perdem seus laços com a instituição. Essa situação, direta ou indiretamente, gera incentivos para que, por um lado, professores e pesquisadores sejam colocados informalmente em posições de “consultoria” ou orientação evitando assim a parcela salarial que beneficiaria a universidade, e por outro lado, que a universidade perca ganhos potenciais de tecnologias desenvolvidas a partir de suas instalações.

Por sua vez, mediante o modelo da Tríplice Hélice, Calvo, Rodeiro-Pazos e Fernández-López (2017) abordaram o caso da Espanha. O trabalho analisa a composição setorial específica das spin-offs acadêmicas espanholas e a influência dos parques industriais e o tecido científico-tecnológico na criação e propagação do empreendedorismo acadêmico. As principais conclusões do trabalho apontam para a inefetividade do suporte direto às spin-offs e sugerem que há melhores resultados quando esse apoio é canalizado mediante parques tecnológicos.

Esse resultado representa, de alguma forma, uma contribuição para o modelo da Tríplice Hélice, uma vez que fornece evidência do papel dos parques tecnológicos como mediadores da interação universidade-empresa. Ademais, os autores enfatizam a importância de contar com estratégias de política de criação de spin-offs com objetivos simultâneos para cada *stakeholder* envolvido, pois sem este tipo de instrumento o resultado geralmente acaba sendo criado um conjunto de infraestrutura

com auxílio institucional, mas sem suficiente capacidade de crescimento, comercialização e muito menos sobrevivência futura das spin-offs.

A maioria dos estudos analisados ao longo da revisão utilizou casos nacionais unitários como objeto de estudo. Entretanto, o trabalho de Oliveira e Torkomian (2019) apresenta um estudo de caso múltiplo, com sete universidades de cinco países (Escócia, Espanha, Estados Unidos, Inglaterra e Portugal) com ecossistemas de inovação acadêmica relativamente heterogêneos. O intuito do trabalho foi identificar e analisar comparativamente as iniciativas para a criação de spin-offs. Do ponto de vista metodológico, trata-se de uma análise mais detalhada e com menor nível de agregação dos dados.

Os autores observaram que o conflito de interesses pode ser uma das principais limitações para a expansão de spin-offs, principalmente quando o ecossistema inovador não conta com maturidade institucional e regulações formais. No entanto, desde uma perspectiva evolucionista, esse problema pode ser mitigado no decorrer do tempo, porque o sistema de normas, regras e valores tende a ser aprimorado progressivamente, reduzindo a incerteza e informalidade mediante o próprio aprendizado institucional (COOKE, URANGA, ETXEBARRIA, 1997). Outra evidência relevante da pesquisa foi a presença de programas de financiamento para spin-offs do tipo “provas de conceito” (*proof-of-concept*), destinadas a financiar diretamente a produção protótipos funcionais de alguma tecnologia prometedora para testar sua funcionalidade e assim acelerar seu patenteamento e comercialização.

Além disso, os autores detectaram mecanismos formais de regulação e formalização de vínculos, como a criação de normas e selos de identificação de spin-offs vinculadas oficialmente com as universidades. Em soma, apesar da heterogeneidade da amostra analisada, é notável a maturidade das iniciativas e o estabelecimento de uma espécie de “cultura forte” de empreendedorismo tecnológico, que envolveu a adoção de mudanças tanto do currículo quanto das atividades práticas das universidades. Resulta difícil fazer analogias com casos de países latino-americanos, principalmente pelas diferenças estruturais das ICT's periféricas que normalmente dependem de fundos públicos, enquanto algumas das analisadas pelos autores contam até com mecanismos próprios de capital de risco.

Seguidamente, tem-se o trabalho de Gómez-Zuluaga (2019) que aborda o caso colombiano mediante a observação das atividades da *Red Universitaria de Emprendimiento* (Reúne), um arranjo de inovação e empreendedorismo acadêmico

que consagra diversas universidades do país. Os principais achados do estudo mostram que existem lacunas e divergências conceituais entre as universidades analisadas no que diz respeito ao entendimento de spin-offs acadêmicas. Cabe destacar que a Colômbia é o único país latino-americano com uma lei específica de spin-offs, criada em 2017, e que define diretrizes e normas que permitem que universidades públicas e privadas criem empresas de base tecnológica (spin-offs), realizadas por seus pesquisadores e que obtenham incentivos para a aplicação de seus resultados de pesquisa.

Além disso, a maioria das universidades analisadas não contam com um parque científico-tecnológico próprio ou nas proximidades, e a maioria dos empreendimentos são direcionados “para dentro”, ou seja, por e para membros da universidade. Outro fator detectado como inibidor do surgimento de spin-offs é o temor de não conseguir rentabilidade mesmo quando se conta com recursos próprios. Um último aspecto observado pelos autores foi a falta de capital humano especializado em propriedade intelectual, o que também é frequentemente apontado como um problema em outros estudos sobre patenteamentos na América Latina (CHIARINI; CALIARI, 2019).

O caso colombiano também mostra que a maioria de iniciativas de spin-offs bem-sucedidas ocorre nas universidades com maior tempo de existência e infraestrutura (GÓMEZ-ZULUAGA, 2019) o que poderia ser uma tendência em países em desenvolvimento, principalmente aqueles com um certo grau de industrialização. Um ponto que também merece destaque é o potencial papel de suporte de redes internacionais como alavancador técnico e financeiro de novos arranjos e/ou ecossistemas de inovação acadêmica em países periféricos.

Nesse contexto, Maldonado-Sada, Caballero-Rico e Ruvalcaba-Sánchez (2019) encaram o contexto das spin-offs acadêmicas mexicanas, observando a presença de conflitos na estrutura jurídica-institucional, principalmente no processo de transferência tecnológica e comercialização a partir de pesquisas de ICT's públicas. Além disso, os autores apontam que a legislação do país é ambígua e pouco clara em relação à participação dos pesquisadores nos benefícios econômicos das spin-offs. Esse cenário é prejudicado ainda mais pela baixa densidade de pesquisadores em relação à população e o limitado nível de investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Ainda sobre o caso mexicano, Pérez-Hernández e Calderón-Martínez (2019) avaliam a legislação interna das universidades públicas e demais ICT's em relação ao processo de criação e desenvolvimento de spin-offs, mostrando heterogeneidade nos conceitos adotados, e uma convergência em um ponto essencial: os escritórios de transferência tecnológica são o ator chave na definição e operacionalização do tipo de proteção e patenteamento, do processo de vinculação com o mercado, assim como da avaliação de viabilidade das spin-offs potenciais. No entanto, apesar do “protagonismo” institucional que lhe é dado a esses escritórios, estes não contam com apoio suficiente em termos de financiamento e capacitação.

Até aqui, os estudos convergem na complexidade de promover empreendedorismo acadêmico em contextos periféricos, primeiro por razões estruturais e de infraestrutura, segundo pela falta de um arcabouço jurídico dinâmico e propício para o florescimento da inovação, e terceiro, pela falta de “cultura empreendedora”, refletido no fato de que ainda com a existência de iniciativas de infraestrutura e novas ferramentas jurídicas, os resultados na criação de spin-offs e startups acadêmicas são relativamente incipientes. A questão da “cultura” pode ser entendida também como limitações na estrutura de capital humano, tendo em vista que o processo de transferência tecnológica e estabelecimento legal de firmas de base tecnológica demanda um perfil diferenciado de cientistas e profissionais da área.

Em seguida, tem-se o caso da Índia, especificamente no setor de inovação e empreendedorismo acadêmico de nanotecnologia, que é estudado por Pandev e Pansera (2020). A pesquisa é relevante porque além de contribuir com o déficit de estudos sobre países emergentes, analisa com detalhe uma dimensão pouco estudada e aprofundada nas pesquisas sobre spin-offs acadêmicas: a influência do ambiente sociocultural no contexto do empreendedorismo acadêmico. Além disso, os autores procuram quebrar com a visão linear da evolução de spin-offs e a adoção de óticas analíticas a partir de “moldes” universais.

O elemento central do estudo é o conflito de valores como principal limitação sociocultural no contexto do empreendedorismo acadêmico na Índia²². Por um lado, o país conta com uma infraestrutura científica funcional e com apoio governamental, mas a pesquisa tende a ser bastante focada em produzir resultados acadêmicos que

²² Conforme o censo nacional de 2011 na Índia quase 80% da população é hinduísta e essa realidade impregna a vida social do país (PANDEV; PANSERA, 2020).

normalmente seguem as tendências globais. Por outro lado, a indústria nacional demanda soluções guiadas por problemas e tendências locais. Ao mesmo tempo, segundo os autores, para os cientistas indianos “qualquer” resultado na forma de descoberta seria “bom”, independente do seu potencial comercial. Isto configura as principais contradições entre a academia e a indústria.

Nesse sentido, a pesquisa também revelou uma tipologia de valores socioculturais e religiosos conflitantes. Primeiro, participar da vida e atividades acadêmicas significa a devoção completa à busca do conhecimento, o que exigiria estar livre de “prazeres e desejos mundanos”, como a riqueza, nome e fama. Isto representaria a devoção à deusa Saraswati. Segundo, a procura pela riqueza e glória representaria a devoção à deusa Laxmi. Assim, existe uma forte fronteira entre os buscadores do conhecimento e os buscadores de riqueza, porque a mistura de ambas atividades além de ser contraditória do ponto de vista religioso e cultural hinduísta, também é inferior, condenando os praticantes a serem considerados “párias” no contexto acadêmico. De acordo com Pandev e Pansera (2020) essa divisão “Laxmi-Saraswati” ainda hoje orienta a conduta, os objetivos e resultados acadêmicos obtidos pelos cientistas.

Igualmente, outros aspectos do background socioeconômico foram identificados como empecilhos ao “espírito empreendedor” acadêmico na Índia: alguns resquícios do sistema de castas e uma cultura “intolerante ao fracasso”. Basicamente, o fato é explicado pela baixa propensão ao risco da classe média indiana (a mais expressiva no ambiente acadêmico), pois esta prefere planos de carreira e estabilidade individual. Inclusive, alguns cientistas indianos com experiência acadêmica nos Estados Unidos descreveram a assimetria de ambos países no que diz respeito à visão e tolerância ao “fracasso” no empreendedorismo acadêmico.

Outras situações foram relatadas pelos cientistas do contexto da nanotecnologia, como o fato do progresso ser julgado apenas por “pares formados na mesma cultura” (acadêmica), e a emergente pressão familiar sobre os doutorandos para conseguir um “emprego estável” e assumir suas “responsabilidades familiares”. Todos esses elementos descritos no estudo de Pandev e Pansera (2020) são de extrema relevância para o empreendimento de pesquisas críticas e estudos de caso em países periféricos, e mostram a importância de considerar tanto o contexto local quanto a dimensão do ambiente sociocultural como instituições capazes de influenciar a dinâmica inovativa no âmbito acadêmico.

Em outro contexto, o caso italiano é abordado por Messina, Miller e Hewitt-Dundas (2020). O foco analítico do estudo é permeado pela teoria do *imprinting*, sugerindo que as condições e eventos ambientais durante a formação da firma determinam sua forma organizacional e trajetória futura. O “estágio” escolhido para a análise das spin-offs foi o de “pré-entrada”, um período sensível que começa na fundação da firma após a identificação e enquadramento de oportunidades e termina quando a empresa entra no mercado pela primeira vez.

Os resultados mostram que, no caso italiano, as percepções do ambiente, ao contrário do ambiente em si, parecem ser a principal fonte de *imprinting*. Segundo os autores, a primeira entrada no mercado é o estágio crítico que marca a decolagem de uma spin-off, e o impacto do ambiente universitário (a percepção como favorável/desfavorável) e o suporte dos atores estratégicos do ecossistema (escritórios de transferência, incubadora, indústria, etc) durante o “período sensível” é mais duradouro e significativo do que o suporte em outras fases. A implicação prática deste estudo é o direcionamento do suporte às spin-offs acadêmicas na fase de entrada no mercado, principalmente no contexto de indústrias de alta tecnologia onde as janelas de oportunidade são cada vez mais curtas e as barreiras de entrada cada vez maiores.

Por último, tem-se o estudo de Laage-Hellman et al (2020) abordando a experiência de spin-offs na Suécia, e o estudo de Kulkov et al (2020) que analisa as spin-offs da Suécia e Finlândia. No primeiro, mediante uma perspectiva “dinâmica” sobre a interação entre spin-offs e as universidades suecas, oferece evidências sobre a existência de diferentes tipos de laços e vinculações, e mostra que estes diferem em conteúdo e capacidades, assim como pela função da vinculação. Além disso, os autores mostram que há uma constante adição/término de relacionamentos e isso, geralmente, difere entre universidades e sua preferência por vínculos de curto ou longo prazo com as spin-offs e outros atores do ecossistema.

Uma das principais contribuições práticas da pesquisa, além de contestar a ideia de linearidade (em que a spin-off deixa o vínculo/laço com a universidade imediatamente após transferir a tecnologia para o mercado), é a utilização da ideia dos “laços fracos” (GRANOVETTER, 1973). Isso diz respeito a que resulta estratégico para os gestores de spin-offs manter algum tipo de contato/vinculação com ex-colaboradores da academia e/ou de outras instâncias, pois em momentos de incerteza

e escassez de recursos pode existir a necessidade de reincorporar esses atores e transformar os “laços fracos” em “laços fortes” (colaboração).

Já no estudo de Kulkov et al (2020) as spin-offs analisadas pertencem ao setor de dispositivos médicos. Basicamente, os resultados mostram que os empreendedores acadêmicos suecos do setor analisado tendem a manter por mais tempo a vinculação com a universidade-mãe, enquanto os finlandeses preferem evitar essa prática para ter maiores ganhos de competitividade das spin-offs que são pressionadas para sobreviver. Por outro lado, a pesquisa também mostra que uma configuração de direitos de propriedade onde a spin-offs detém todos os direitos sobre os resultados das pesquisas, pode resultar em um freio para a migração de capital humano para outros países. Por último, os autores argumentam que o financiamento público é ideal apenas na fase inicial de transição da academia para indústria e, nos estágios posteriores, o recomendado é que as spin-offs consigam captar capital de risco do setor privado. O Quadro 2 Resume os principais *insights* que as pesquisas qualitativas oferecem para as análises e estudos das spin-offs acadêmicas:

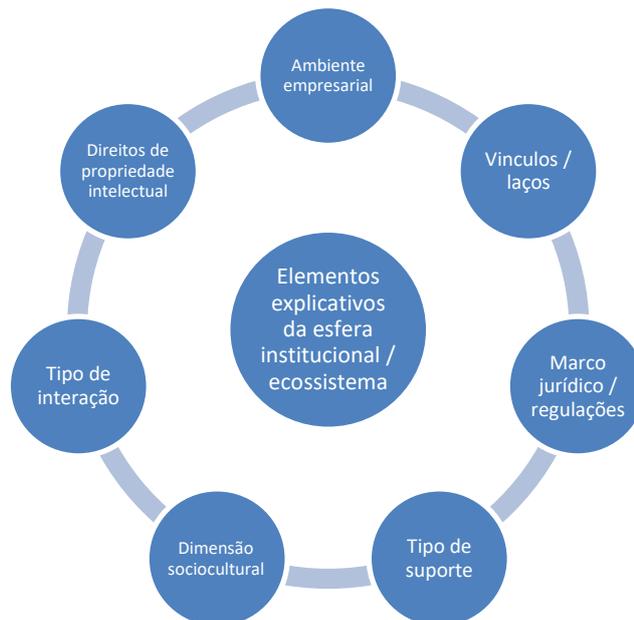
Quadro 2 – Principais insights das pesquisas qualitativas em spin-offs levantadas:

Autores	País analisado	Principal insight aportado para pesquisa em spin-offs acadêmicas:
Monge, Briones-Peñalver e García-Pérez (2016)	Costa Rica	A legislação nacional, a falta de capital de risco e a tradição da universidade são fatores que dificultam a geração de spin-offs.
Grasmik (2016)	Rússia	Diante de rígidas condições burocráticas para conseguir fundos públicos, os cientistas preferem laços informais.
Čorejová; Rostášová; Čorejová (2017)	Taiwan	Contratos formais podem reduzir o risco de oportunismo, garantindo retornos para as Universidades-mães geradoras de spin-offs.
Calvo, Rodeiro-Pazos e Fernández-López (2017)	Espanha	O suporte direto do governo para as spin-offs pode ser inefetivo, mostrando melhores resultados quando esse suporte é canalizado mediante parques tecnológicos ou incubadoras.
Oliveira e Torkomian (2019)	Escócia, Espanha, Estados Unidos, Inglaterra e Portugal (estudos de caso comparados)	Conflitos de interesses podem prejudicar a geração de spin-offs. Esta é uma dimensão usualmente negligenciada pela abordagem <i>mainstream</i> .
Gómez-Zuluaga (2019)	Colômbia	Divergências conceituais podem dificultar o desenvolvimento de estratégias efetivas para a geração de spin-offs acadêmicas. Além disso, aponta o papel relevante das redes internacionais como alavancas das iniciativas periféricas de empreendedorismo acadêmico nos estágios iniciais.
Maldonado-Sada, Caballero-Rico e Ruvalcaba-Sánchez (2019)	México	Conflitos e ambiguidades na estrutura jurídica-institucional aumentam a incerteza dos empreendimentos de spin-offs acadêmicas e podem ser um fator inibidor.
Pérez-Hernández e Calderón-Martínez (2019)	México	Os escritórios de transferência tecnológica são um ator chave na geração de spin-offs
Pandev e Pansera (2020)	Índia	Em países emergentes o contexto sociocultural (conflito de valores, aspectos familiares, etc) é muito relevante e pode determinar ou moldar a trajetória das iniciativas de geração de spin-offs.
Messina, Miller e Hewitt-Dundas (2020)	Itália	Em fases iniciais, a percepção das condições ambientais (e não apenas as próprias condições) podem determinar a trajetória futura das spin-offs acadêmicas
Laage-Hellman (2020)	Suécia	Diferentes tipos de vínculos / laços podem coexistir em iniciativas de spin-offs acadêmicas.
Kulkov et al (2020)	Suécia e Finlândia	A depender do contexto, a ruptura tardia do laço com a Universidade-mãe pode ser prejudicial para a competitividade da spin-off. Além disso, o suporte público direto é recomendável apenas nos estágios iniciais.

Fonte: elaboração do autor (2021) com base na revisão sistemática de literatura

Em resumo, a literatura qualitativa arrojou os seguintes elementos analíticos que servem para o norteamento de pesquisas sobre spin-offs acadêmicas em nível institucional / ecossistema. 1- Ambiente empresarial: capital de risco, interesse dos empresários, percepção do ambiente; 2- Vínculos ou laços: formais e informais; orientado por funções: P&D, prestação de equipamento e infraestrutura, financeiros, jurídicos, sociais, etc. 3- Marco jurídico e regulações: formais, informais, diretas, indiretas. 4- Tipo de suporte recebido: direto, indireto, nacional e internacional. 5- Dimensão sociocultural: cultura de inovação, conflitos de valores ou de interesses, sistema de crenças, tradição universitária. 6- Tipo de interação: intensiva, extensiva. E, 7- Direitos de propriedade intelectual / patenteamento. A Figura 4 apresenta uma ilustração com as categorias aqui mencionadas.

Figura 4 – Elementos analíticos a partir dos estudos qualitativos



Fonte: elaboração própria (2021)

2.2.2.4 Artigos de natureza mista

Como artigos de natureza metodológica mista, foram levantados o estudo de Korpysa (2019) para o caso da Polónia e o estudo de Fuster *et al* (2019) que analisa o caso específico da Comunidade Autónoma de Andaluzia, na Espanha. No primeiro,

faz-se uma profunda discussão teórica que é complementada com alguns dados secundários e descritivos, sometidos a testes de associação de variáveis. No segundo, se opta por uma abordagem que combina a análise de estatística descritiva multivariada com análise de redes sociais, permitindo um detalhamento maior dos resultados “paramétricos” e da posição de cada ator do ecossistema inovador.

No estudo de Korpysa (2019) se apresenta uma classificação dos determinantes exógenos e endógenos do processo de geração de spin-offs acadêmicas e da sua sobrevivência. Para fins da revisão, mencionaremos os determinantes exógenos apontados pelos autores, que focalizaram o entorno macroeconômico: a inflação, que normalmente é derivada do crescimento e expansão monetária e/ou desajustes na balança de pagamentos²³; a estrutura tributária; a estrutura de competição de mercado e a presença de capital de risco. Assim como em outros estudos analisados nesta revisão, os autores também detectaram o ambiente jurídico e a infraestrutura de pesquisa como determinantes exógenos do estímulo/inibição na criação de spin-offs.

No caso do trabalho de Fuster *et al* (2019), os autores apreenderam a existência de nítidos *spillovers* a partir das spin-offs acadêmicas, principalmente quando interagem intensivamente com outras empresas fora do seu próprio ecossistema de inovação. Além disso, para que a spin-off consiga tal interação é necessário contar com o respaldo de universidades com “espírito” ou caráter empreendedor, que promovam intensivamente a transferência tecnológica. Ambas pesquisas constataam elementos já descritos em outros estudos, e confirmam a pluralidade explicativa das pesquisas de spin-offs quando se tratam em diversos níveis regionais e com óticas metodológicas alternativas.

2.3 PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA REVISÃO SISTEMÁTICA:

Os principais resultados desta revisão refletem que o estudo das spin-offs acadêmicas é ainda um assunto em constante discussão, concentrado em poucos países, e como programa de pesquisa segue em processo de consolidação. Esse

²³ Isso é um fator a ser considerado principalmente no caso de países emergentes ou em desenvolvimento que normalmente são dependentes da importação de bens de intensidade tecnológica.

panorama da literatura é evidente no crescente, mas baixo número de publicações e na heterogeneidade de resultados e linhas explicativas dos trabalhos. Tais considerações coincidem com as conclusões obtidas em outras revisões de literatura, como no caso de Djokovic e Souitaris (2006) que verificaram que apesar da tendência de crescimento no número de publicações ainda havia espaço para a consolidação teórica sobre as relações causais entre as diversas variáveis, recomendando para futuras pesquisas a utilização de perguntas mais específicas com explicações mais teóricas. Essa necessidade de aprofundar o estudo teórico dos fenômenos também é sugerida na revisão de Rothaermel, Agung e Jiang (2007). Os resultados gerais também convergem com a revisão de Mathisen e Rasmussen (2019), que observaram a heterogeneidade de linhas explicativas, a dominância dos estudos quantitativos e a necessidade de pesquisas com maior densidade teórica visando sistematizar o grande acúmulo de evidências empíricas sucessivas levantadas até a atualidade pela literatura especializada.

Quando avaliada a produção científica no total, observa-se que os estudos de natureza quantitativa tiveram um aumento expressivo em 2020 e focalizados em países desenvolvidos, com destaque para a emergência de Espanha e Itália e a manutenção do Reino Unido como foco. Outra evidência desse quadro foi a necessidade de inclusão da base de dados de indexação SciELO para poder obter estudos relacionados a spin-offs no contexto de países emergentes com certo grau de industrialização.

Do ponto de vista do nível de análise dos estudos, quase a metade situou-se no contexto analítico de fatores exógenos ou de “institucional/ecossistemas” conforme a tipologia de Mathisen e Rasmussen (2019). Para a análise específica desses artigos, classificaram-se de acordo com sua natureza metodológica em: quantitativos, qualitativos e mistos. O primeiro grupo, mostrou a predominância de técnicas econométricas de regressão, com dados obtidos tanto de fontes primárias mediante *surveys* quanto de bases de dados nacionais (especificamente no caso da Espanha, Itália e Reino Unido). Além disso, percebeu-se a forte presença do viés “*survivorship*”, ou seja, a escolha prioritária de casos exitosos ou iniciativas de spin-offs já inseridas no mercado.

Do ponto de vista teórico, se observa a quase nula utilização de teorias de longo alcance e a falta de coesão entre as abordagens explicativas. Igualmente, as relações causais entre variáveis dependentes e explicativas não são totalmente

claras. As abordagens teóricas implícitas mais utilizadas foram a perspectiva da “terceira missão universitária”, a teoria da visão baseada em recursos e a dos efeitos *spillover*. Já na questão dos fatores que explicam o surgimento e desenvolvimento das spin-offs tem-se: o contexto regional; a regulação; a relação com a indústria; o patenteamento; a presença de capital de risco; a presença de financiamento público; o suporte de atores do ecossistema, entre outros. Em síntese, os estudos quantitativos analisados apresentam-se como um acúmulo de evidências sucessivas desde diversas óticas analíticas, com resultados heterogêneos.

Já os estudos qualitativos aqui levantados, convergiram na complexidade de promover o empreendedorismo acadêmico em contextos de países emergentes. Seja por razões estruturais de infraestrutura ou pela falta de um arranjo jurídico propício para a inovação, ou até por razões relacionadas com as limitações de capital humano e a falta de uma “cultura” do empreendedorismo. Em casos específicos, foram observados também conflitos de valores e dimensões que dificilmente seriam apreendidas em análises unicamente quantitativas. As principais dimensões explicativas apontadas pela literatura qualitativa analisada foram: o ambiente empresarial; a natureza dos vínculos ou laços da spin-off; o marco jurídico e a estrutura regulatória; o tipo de suporte recebido; a dimensão sociocultural; o tipo de interação no ecossistema; e a dimensão relacionada com direitos de propriedade e patenteamento.

Por sua vez, os dois artigos de natureza metodológica mista aportaram alguns elementos explicativos exógenos que propiciam ou inibem a criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas, por um lado o contexto ou dimensão macroeconômica, especificamente variáveis como: a inflação atrelada normalmente ao crescimento e expansão monetária e/ou desajustes na balança de pagamentos; a estrutura tributária e de competição do mercado, e a presença de capital de risco. A estrutura jurídica, junto ao rol da “universidade empreendedora” e a interação intensiva da spin-off com atores do ecossistema também foram apontadas como elementos explicativos.

Desta forma, tem-se variadas linhas explicativas, abordagens e elementos explicativos para tratar o nível exógeno ou a dimensão institucional/ecossistema e sua influência na criação, disseminação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas, tanto em economias desenvolvidas, quanto em economias em desenvolvimento. Os resultados da revisão mostram que existe espaço para agendas de pesquisa que

priorizem o estudo de países emergentes e em desenvolvimento, assim como abordagens que explorem com maior densidade teórica as relações causais e de impacto entre variáveis.

A construção e obtenção de dados primários sobre spin-offs acadêmicas é um desafio que comunidades acadêmicas e governos devem resolver, e ao mesmo tempo, representa uma grande oportunidade para a decolagem do programa de pesquisa em países emergentes. Por último, a presente revisão apresentou algumas limitações como foi a falta de revisão da literatura cinzenta. A inclusão de outras bases alternativas e repositórios institucionais de países emergentes talvez permita um maior contato com a produção desses países, mesmo com o risco de ser restrita ou limitada a poucos trabalhos empíricos.

3 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NOS BRICS: BREVE REVISÃO DA TRAJETÓRIA

Esta seção consiste numa breve revisão da trajetória das iniciativas nacionais de nanotecnologia nas maiores economias emergentes do mundo, destacando o papel da atuação estatal, a dinâmica de evolução da iniciativa, seus principais aspectos institucionais e, por último, uma breve comparação dos resultados da produção científica recente entre os países. Entende-se que, revisar em perspectiva o contexto da política de CTI em nanotecnologia por cada país permite compreender não apenas os alcances, mas os principais desafios enfrentados nas diversas esferas em que os programas e iniciativas foram desenvolvidos. De fato, a complexidade político-institucional e as adversidades socioeconômicas dos países emergentes muitas vezes se apresentam como empecilhos no decorrer das iniciativas em tecnologias emergentes como a nanotecnologia, e, por sua vez, a forma em que os governos encaram essas situações ou assumem seu papel como indutores/fomentadores da tecnologia é diversa, mesmo entre países com alguma semelhança institucional.

Como tecnologia emergente, o potencial “revolucionário” da nanotecnologia vem sendo projetado desde há algumas décadas e sua incorporação intensiva nas agendas de política de C&T de diversos países ocorreu com maior intensidade no começo da primeira década de 2000 (INVERNIZZI; FOLADORI; MACLURCAN, 2008; LANE; KALIL, 2005; SHAPIRA; YOUTIE, 2014). O crescimento exponencial de produtos nano-habilitados e seus diversos segmentos do “mercado nano” têm motivado alguns estudos que projetam a nanotecnologia como o motor da próxima “onda schumpeteriana” de desenvolvimento econômico (ISLAM; MIYAZAKI, 2009; ROCO, 2017; TUNCEL, 2015). Além disso, o período recente tem sido chamado por alguns autores como o “nano-século” (DHAWAN et al. 2009).

Na literatura internacional que analisa o surgimento e consolidação da nanotecnologia parece haver consenso em que foi a partir do lançamento da iniciativa de nanotecnologia dos EUA que a “corrida global” por essa tecnologia motivou os governos do mundo a adotarem também suas próprias iniciativas nacionais (DONG, et al., 2016; TOLOCHKO, 2009; SHAPIRA; YOUTIE, 2011; INVERNIZZI et al., 2019). Nesta seção, entende-se como “estratégia nacional”, “iniciativa nacional”, ou “política nacional” ao conjunto de ações destinadas ao fomento e difusão da nanotecnologia

em determinado país ou território. Especificamente, o foco de análise será nas iniciativas das cinco maiores economias emergentes do mundo, a saber: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, e que conformam um agrupamento político semi-institucionalizado comumente denominado BRICS (STUENKEL, 2017). Trata-se de países que frequentemente são retratados pela literatura como economias com considerável desenvolvimento de suas bases científicas, porém, com mais limitada trajetória em inovação (CASSIOLATO, et al, 2008; KAHN, 2015; PINA, 2009).

3.1 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL

A inserção da nanotecnologia como pauta estratégica no contexto de CTI brasileiro aconteceu a partir de diversas ações empreendidas na primeira década de 2000 (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008; KNOBEL, 2005; INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019; PEIXOTO, 2013;). A conformação das primeiras redes de pesquisa em nanotecnologia foi impulsionada, em parte, pela crescente internacionalização dos cientistas brasileiros (INVERNIZZI; HUBERT; VINCK, 2014). Por outro lado, a rápida difusão da nanotecnologia esteve relacionada com a agilidade dos pesquisadores e nano-entusiastas para a articulação e promoção pública dos potenciais benefícios desta tecnologia em diversos meios de comunicação (desde o contexto científico-acadêmico até meios de comunicação de massas como televisão e fóruns públicos de discussão) (INVERNIZZI, 2008; KORBES, 2013; PONTES, 2017). Nessa primeira onda de ações também se destaca a ação estatal, que foi materializada por órgãos federais como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), principal órgão público financiador da ciência brasileira, que em 2001 promoveu as primeiras iniciativas de financiamento para formar redes de pesquisadores na área da nanociência (KNOBEL, 2005).

O principal resultado dessa primeira onda de ações protagonizadas pelos grupos e redes de nanotecnologia conformadas no Brasil foi o Programa Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia, submetido a consulta pública e incorporado formalmente pelo MCTI no Plano Plurianual (PPA) do horizonte 2004-2007 (KNOBEL, 2005; INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019). Tal programa focalizou quatro eixos principais de atuação: i- a implantação de laboratórios, infraestrutura e redes de nanotecnologia; ii- o suporte técnico e financeiro a esses laboratórios e redes; iii- o fomento a projetos institucionais de P&D em nanotecnologia;

e, iv- fundos para a gestão operacional do programa. No ano de 2005, o Brasil lançou o Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN), uma iniciativa que contou com recursos de fundos setoriais e que elevou progressivamente os investimentos do MCTI em nanotecnologia, viabilizando um aumento no número de nano-iniciativas subsequentes (PLENTZ; FAZZIO, 2013). Esse marco representa o surgimento do chamado “nano-boom” no Brasil (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019), uma onda de entusiasmo político-tecnológico que foi impulsionando o desenvolvimento de novas iniciativas de fomento à nanotecnologia nos anos seguintes.

Depois do desenvolvimento das capacidades científicas e tecnológicas iniciais, foi lançada em 2012 e implementada em 2013 a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN). O alicerce desta iniciativa foi a criação do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNano), uma rede de laboratórios cujas instalações e recursos humanos foram colocados à disposição de usuários públicos e privados, ou seja, foi concebida como uma estratégia multiusuário (PLENTZ; FAZZIO, 2013; INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019). Parte da racionalidade implícita no SisNano é de que uma maior interação entre atores do setor público e privado poderia gerar novos processos e produtos em nanotecnologia, e isso, conseqüentemente, geraria grandes impactos positivos para a competitividade do país. Cabe salientar que no mesmo ano de 2012, surgiu o Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia, um ente público destinado a coordenar a cooperação internacional entre ambos países para o desenvolvimento do setor nano (FERREIRA-PINTO, 2019).

Dentro da retórica argumentativa das iniciativas e programas lançados antes e durante a construção da IBN, é possível perceber a onda de entusiasmo com a nanotecnologia, concebida como uma tecnologia “portadora de futuro” ou na “fronteira para a inovação” (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019). De fato, a nanotecnologia foi considerada uma área estratégica nos planos nacionais de CTI (por exemplo, no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) de 2007 a 2010); e na própria política industrial (por exemplo, na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), de 2004 a 2008 e na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) de 2008 a 2010) (INVERNIZZI, KORBES, FUCK, 2012).

Apesar dos avanços na infraestrutura de base, no desenvolvimento de consideráveis capacidades científico-tecnológicas e da assídua priorização da nanotecnologia nos planos de políticas brasileiras de CTI, a evidência sobre a

racionalidade material da iniciativa na esfera nacional mostra uma recorrente irregularidade na dotação orçamentária das ações. Isso pode ser evidenciado no estudo de Barbosa, Bagattolli e Invernizzi (2018) que mostra a trajetória de instrumentos financeiros não reembolsáveis aplicados em nanotecnologia desde 2006, ano de lançamento do programa de Subvenção Econômica para a Inovação (SEI). Nesse primeiro ano, a alocação de recursos concedidos a projetos de nanotecnologia no programa SEI teve um volume nominal designado de R\$ 12 milhões. No ano seguinte, esse montante atingiu o máximo de R\$ 30,8 milhões, o que representou um avanço orçamentário significativo. Já em 2008 o montante de recursos caiu expressivamente para R\$ 4,3 milhões, continuando na mesma tendência em 2009 e 2010. O programa SEI não teve investimentos entre 2011 e 2012. Entretanto, em 2013 (ano de implantação da IBN) o montante de recursos retomou níveis iniciais, chegando a aproximadamente R\$ 26 milhões destinados para nanotecnologia no que pode ser considerado como uma retomada efêmera, pois em anos posteriores (2014 a 2016) a alocação de recursos do SEI para projetos nano acabou sendo nula ou inexistente (BARBOSA; BAGATTOLLI; INVERNIZZI, 2018).

Tendo em vista a trajetória da iniciativa de nanotecnologia do Brasil, é possível detectar uma espécie de curtos ciclos de “entusiasmo” que alavancam o desenvolvimento de ações e capacidades científico-tecnológicas e que, até certa medida, permitem uma projeção de longo alcance para o futuro nano científico e tecnológico do país. Entretanto, esses momentos de entusiasmo parecem ser constantemente interrompidos pela instabilidade na dotação orçamentária. Cabe salientar que nos anos posteriores ao lançamento da IBN, a situação política e macroeconômica do Brasil foi caracterizada por crises recorrentes (BARBOSA, 2017; BASTOS, 2017). Esse contexto de instabilidade também atingiu a esfera de CTI (DE SOUZA; DA SILVA, 2016; BUAINAIN; CORDER; BONACELLI, 2017), numa onda de redução de investimentos e até de “desmoralização” e “desmonte” da ciência nos anos mais recentes (CARVALHO; CARVALHO; ZAGNI, 2020).

Esse contexto de crise e incerteza recente também é refletido no suporte material da IBN, uma vez que a projeção de orçamento destinado pelo Governo Federal para fomentar a nanotecnologia no país para o ano 2020 foi de apenas R\$ 2,2 milhões (DIAS et al., 2021), menos do que 10% do montante destinado pelo programa SEI aos projetos de nanotecnologia em 2006. Ainda que a nanotecnologia permaneça presente na retórica política como uma prioridade nacional em projetos de

P&D e inovação para o horizonte 2020-2023 (MCTI, 2019), a situação de escassez de recursos e progressiva redução orçamentária configura um contexto de permanente tensão para os cientistas em face à necessária disputa de recursos públicos para continuar desenvolvendo projetos nas ICT's (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019). Dessa forma, tem-se no caso da trajetória de nanotecnologia brasileira um exemplo concreto da não linearidade dos processos inovativos e do peso que o contexto institucional representa no desenvolvimento de uma tecnologia emergente.

3.2 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA RÚSSIA

Entre 1990 e 2010 a Rússia afrontou grandes transformações institucionais no âmbito da ciência e tecnologia, principalmente, devido ao seu processo de modernização pós-soviética que implicou em maior abertura e colaboração com redes internacionais de pesquisa, porém quase sempre preservando os traços de centralização estatal no que diz respeito ao financiamento das atividades de CTI (GRAHAM; DEZHINA, 2008). Nesse contexto, a iniciativa nano da Rússia tem seus primórdios em 2004, quando o governo incluiu a nanotecnologia no Programa Federal Direcionado (PFD) de Ciência e Tecnologia²⁴, como resposta estratégica ao movimento de países desenvolvidos e em desenvolvimento (KARAULOVA, et al., 2016). Contudo, os esforços iniciais foram bastante tímidos, sendo posteriormente eclipsados pela formulação de uma Estratégia Nacional de Desenvolvimento da Nanotecnologia (ENDN) mais abrangente lançada em 2007 (CONNOLLY, 2013).

Essa ENDN russa de 2007 teve como objetivo central o direcionamento de recursos financeiros e organizacionais focados na pesquisa de base em nanotecnologia, visando em última instância a criação de um mercado doméstico competitivo de produtos nano-habilitados (GOKHBERG; FURSOV; KARASEV, 2012). Ou seja, desde o início da ENDN o governo russo projetou o escalamento industrial e comercial dos resultados de pesquisa científica. Nesse sentido, novas instâncias institucionais foram desenhadas para empreender a estratégia, como foi o caso de um

²⁴ Os Programas Federais direcionados (em russo, *Federal'nyye Tselevyye Programmy*) estão entre os principais instrumentos para a implementação de políticas governamentais relacionadas ao desenvolvimento de longo prazo da ciência e tecnologia na Rússia. O papel principal deste instrumento é coordenar as atividades em um campo específico, como foi no caso da nanotecnologia, identificada nesta fase como uma área que exigia ação política (CONNOLLY, 2013).

Conselho Fiscal e uma Corporação Estatal²⁵ (chamada *Rusnanotekh* e, posteriormente, RUSNANO) voltada para o desenvolvimento de uma indústria nacional de nanotecnologia (CONNOLLY, 2013). Em termos monetários foi projetado²⁶ um financiamento público de aproximadamente 100 bilhões de rublos (na época 3.3 bilhões de dólares americanos) para o período 2007-2015.

A magnitude dos recursos destinados pelo governo russo em nanotecnologia reflete a relevância que esta tecnologia foi adquirindo nos principais círculos²⁷ de formulação de políticas públicas de CTI (KARAULOVA, et al., 2016; CONNOLLY, 2013). Outro reflexo das ambições governamentais foram as metas desenhadas para a ENDN, que esperava mais do que dobrassem as vendas anuais de produtos da nano-indústria (de USD 0.7 bilhões em 2008 para USD 1.5 bilhões em 2015). Entretanto, apesar dessa aparente euforia pela iniciativa de nanotecnologia, as reformas institucionais não demoraram a emergir no cerne do processo de implementação das políticas de CTI da RUSNANO no primeiro quinquênio da sua existência. A literatura aponta que o governo superestimou a capacidade do sistema científico russo para fornecer pesquisas comercializáveis (TEREKHOV, 2013), houve limitado progresso industrial no que diz respeito à criação de mercados internos para produtos nano-habilitados (GOKHBERG, et al., 2013), assim como baixa competitividade internacional (COMISSÃO-EUROPEIA, 2013).

A partir de 2012, a RUSNANO foi reorganizada como uma sociedade anônima de risco (*joint-stock company*) e essa tendência continuaria nos anos subsequentes para o restante das Corporações Estatais (KARAULOVA, et al., 2016). Essa onda de reformas institucionais também atingiu outras esferas do sistema científico e tecnológico, como foi no caso do estabelecimento de novos procedimentos de financiamentos baseados em doações do setor privado. Cabe salientar que nessa

²⁵ Essas Corporações Estatais (em russo *goskorporatsii*) eram holdings estatais que foram criadas sob um regime especial durante o segundo mandato de V. Putin como presidente (2004–2008). Segundo Malle (2012), estas organizações não tinham um caráter comercial como outras grandes estatais russas e como regra eram administradas por gerentes indicados pelo governo, além de gozar de preferências fiscais e tarifárias.

²⁶ Dados do documento oficial: *Development program for the nanoindustry in the Russian Federation to the year 2015* lançado em 2007.

²⁷ Alguns autores atribuem esse fato ao *lobbying* e influência de alguns cientistas destacados no país, como foi o caso do renomeado cientista Mikhail Kovalchuk, irmão do banqueiro Yury Kovalchuk, apontado como um dos principais financiadores do governo Putin (JOSEPHSON, 2009; DOBROVIDOVA, 2016).

primeira reestruturação do RUSNANO, o Estado ainda detinha 100% das ações (CONNOLLY, 2013).

Nos últimos anos, as autoridades russas tem detectado problemas de padronização e certificação na nano-indústria, o que pode ter afetado a mensuração de indicadores e a percepção dos resultados inovativos em nanotecnologia do país (INSHAKOVA; INSHAKOVA, 2020). Entretanto, Ganichev e Koshovets (2018) têm criticado essa narrativa do governo federal russo, argumentando que não existe uma nano-indústria plena no país e que somente existe um “fenômeno estatístico” alimentado pela narrativa governamental. Além disso os autores apontam que ainda não é possível verificar com precisão o crescimento real segmentos da indústria nano na Rússia e que:

“...a mensuração correta das taxas reais de crescimento da indústria russa de produtos contendo nano será possível no período posterior à retirada do apoio intensivo do governo, ou seja, quando a formação primária da indústria estiver concluída e as empresas do novas indústrias se desenvolvem usando seu próprio capital” (GANICHEV; KOSHOVETS, 2018, p. 19, tradução nossa).

Os planos orçamentários recentes ainda mantêm a nanotecnologia como prioridade para a política nacional de CTI russa, porém reduções em financiamentos diretos já foram evidenciadas²⁸ (GOLUBEV, et al., 2018). Por outro lado, o governo russo passou a incentivar o setor nano a partir de isenções fiscais, subsídios para projetos de inovação, atração de capital estrangeiro, fundos de risco e setor bancário (GOLUBEV, et al., 2018; GANICHEV; KOSHOVETS, 2018; LAMBEROVA, 2020) no que poderia ser considerado uma tentativa de incentivar o investimento privado em P&D para melhorar a competitividade na área e superar o modelo de política de inovação centralizado nas universidades e no governo (TEREKHOV, 2019; LAMBEROVA, 2020).

3.3 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA ÍNDIA

Apesar de contar com níveis de gasto total em P&D inferiores aos seus pares BRICS, a Índia vem ganhando destaque no contexto da nanotecnologia,

²⁸ O projeto de Lei 15455-7 do orçamento nacional russo para 2017-2019, já previa cortes no financiamento direto de alguns programas de CTI (GOLUBEV, et al., 2018).

principalmente no âmbito de publicações científicas internacionais (RAMANI, et al, 2011; SAMAL; MANOHARA, 2019). A maior parte das iniciativas nano da Índia é permeada pela presença governamental e mediada por instituições públicas de pesquisa, com foco principal em pesquisa de base de nano-materiais (BEUMER; BHATTACHARYA, 2013). Outro aspecto importante da iniciativa de nanotecnologia indiana é a aparente boa “aceitação” da sociedade (BEUMER; 2019) que acaba “viabilizando” progressivos investimentos públicos e ações de fomento.

A nanotecnologia como pauta no âmbito da agenda de política científica e tecnológica indiana tem seus primórdios no 9° Plano Quinquenal (1998-2002), onde foi projetada como uma tecnologia promissora e prioritária para o desenvolvimento da nação (KUMAR, 2014). Entretanto, foi lançamento da *Nanoscience and Technology Initiative* (NSTI) a partir do 10° Plano Quinquenal (2002-2007) que deu o maior impulso para a decolagem dos primeiros projetos concretos de desenvolvimento da nanotecnologia na Índia (KUMAR, 2014). A principal entidade responsável por criar, financiar e executar planos e iniciativas de nanotecnologia no país é o *Department of Science and Technology* (DST)²⁹.

O principal foco da NSTI foi o desenvolvimento de infraestrutura de base e capacidades iniciais para o crescimento da nanotecnologia na Índia (KUMAR, 2014; BEUMER; BHATTACHARYA, 2013). Na perspectiva de Beumer (2019), a NSTI encontrou uma janela de oportunidade no contexto político indiano, mediante o engajamento do então Chefe de Estado Abdul Kalam e de cientistas influentes na alta esfera do poder, como no caso do destacado químico C. N. R. Rao. Os bons resultados da NSTI permitiram a continuação da iniciativa em 2007, com um programa “guarda-chuva” chamado *Nano Science and Technology Mission* (NSTM) projetado na política tecnológica do 11° Plano Quinquenal.

A NSTM foi uma iniciativa mais abrangente e que incorporou novos objetivos para o programa de nanotecnologia indiano como por exemplo, a busca por cooperação internacional; a criação de parcerias público-privadas; o desenvolvimento de um marco regulatório para a nanotecnologia no país; o desenvolvimento intensivo de recursos humanos altamente capacitados; entre outros (RAMARAJU, 2012;

²⁹ O DST é um departamento do Ministério de Ciência e Tecnologia da Índia. Foi criado 1971 para promover novas áreas da ciência e tecnologia e desempenhar o papel de órgão central de coordenação e promoção das atividades científicas e tecnológicas no país.

KUMAR, 2014; SAMAL; MANOHARA, 2019). Um dos resultados mais notáveis da NSTM foi a criação de 20 centros de “excelência” em nanotecnologia em diversos estados da Índia; pelo menos 17 novos programas de graduação e pós-graduação em nanotecnologia (BHATTACHARYA; JAYANTHI; SHILPA, 2012; SUNDARARAJAN, 2012) e diversos acordos de cooperação internacional com pelo menos 25 países (DST, 2016; RAMARAJU, 2016). Nesse contexto, a NSTM foi mantida como política relevante no marco do 12º Plano Quinquenal (2012-2017) e continuada como NSTM II.

Nessa fase recente, a NSTM II teve um foco mais voltado à promoção da P&D aplicada, no intuito de criar novos produtos (nano-processados), processos e tecnologias mais “úteis” (KUMAR, 2014; BEUMER; BHATTACHARYA, 2013). Da mesma forma, a participação do setor privado tem sido crescente nos últimos anos, e isso pode ser refletido no envolvimento de algumas empresas do setor industrial com atividades de P&D em nanotecnologia (SINGH; SENGAR, 2020; PANDEY, 2018; BEUMER; BHATTACHARYA, 2013; BEUMER, 2019). Outra iniciativa da NSTM II que reflete a aproximação com o mercado foi a criação da primeira incubadora de negócios em nanotecnologia³⁰ da Índia em 2017, buscando assim reforçar as parcerias público-privadas (BHATIA; VASAIKAR; WALI, 2018).

Como foi visto, a iniciativa indiana de nanotecnologia teve seus primórdios em iniciativas centralizadas comandadas principalmente pelo Estado. O caso da Índia também mostra que a aceitação política (principalmente na alta esfera burocrática) e social (no sentido de tecnologia capaz de resolver problemas da sociedade) da nanotecnologia pode ser fundamental em países emergentes para viabilizar investimentos setoriais para o seu desenvolvimento. Já no contexto recente da iniciativa, observa-se a adoção do enfoque de política baseado em “missões” e na procura constante por maior presença do setor privado e por aumento da complexidade econômica setorial da nanotecnologia, ou seja, por produção de bens nano-habilitados que permitam maior crescimento intensivo em tecnologia para o país.

³⁰ O investimento utilizado na criação da incubadora *Nanotech Research Innovation and Incubation Centre* (NRIIC) foi de 50% público e 50% privado, e além da participação do DST, também houve cooperação do *National Science & Technology Entrepreneurship Development Board*. Até começo de 2020, estima-se que tenham sido incubadas na NRIIC pelo menos 80 empresas entre start-ups e spin-offs de nanotecnologia (RAMAR, et al, 2020).

3.4 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA CHINA

Ainda que os primeiros investimentos públicos chineses em P&D na área de nanotecnologia começaram desde a década de 1990, a aceleração da iniciativa nacional realmente ocorreu na primeira década de 2000 (HUANG; WU, 2012). Em parte, esse processo foi impulsionado pela necessidade de entrar na “corrida” internacional pela nanotecnologia contra as principais potências de ocidente (PEIXOTO, 2013). A partir da criação de um Comitê Nacional para Nanociência e Tecnologia³¹ foram coordenadas as principais ações no país, e foi estruturada a primeira Estratégia Nacional para o Desenvolvimento da Nanotecnologia (*National Nanotechnology Development Strategy*) no horizonte 2001-2010 (JIA; ZHAO; LIANG, 2011).

O principal enfoque da iniciativa foi a ciência básica, e como objetivo estratégico foi pautada a comercialização da nanotecnologia via P&D. Os esforços iniciais também se concentraram em criar as capacidades-chave, tanto de infraestrutura quanto de capital humano (LIU; ZHANG, 2007). A formação de cientistas foi atrelada na visão de longo prazo dos formuladores da iniciativa chinesa de nanotecnologia (PEIXOTO, 2013), e, para isso, foi considerado estratégico a absorção de profissionais altamente qualificados de outros países, e a cooperação internacional³² somada à reestruturação de instituições de ensino superior nos padrões de “alta competitividade” científica, tecnológica e educacional (WANG et al., 2012; WANG et al., 2013; ZHENG et al., 2014).

A inserção internacional dos pesquisadores da China em parcerias com outros cientistas de centros de alta reputação em nanotecnologia foi fundamental para superar a falta de credibilidade científica que dificultava as publicações chinesas nos principais jornais ocidentais (LEUNG, 2013). Esse movimento de inserção também se refletiu nas parcerias entre grandes firmas de tecnologia mundialmente

³¹ O órgão foi constituído com a presença de atores das diversas esferas da administração pública chinesa e do Ministério de Ciência e Tecnologia, além da participação das principais instituições de fomento a P&D do país (JIA; ZHAO; LIANG, 2011; PEIXOTO, 2013).

³² Um dos principais desafios enfrentados pela iniciativa chinesa de nanotecnologia foi a significativa assimetria entre universidades de “elite” nacional e as universidades interiorizadas. Para promover o desenvolvimento da ciência e tecnologia nas universidades interiorizadas e em regiões menos desenvolvidas, o governo promoveu fortemente viagens internacionais de pesquisadores dessas universidades para instituições de renome nas principais potências ocidentais (TANG, 2013).

reconhecidas³³. Da mesma forma, o movimento de inserção internacional acabou funcionando como uma espécie de “esponja” para a absorção de capacidades por parte dos cientistas chineses, ou seja, um efeito *spillover* a partir da interação com pesquisadores de países com melhores regimes de propriedade intelectual que, segundo Leung (2013) foi mudando o foco desses atores e criando “habilidades de negócios” para desenvolver produtos em vez de apenas “publicar artigos”.

No final da primeira década de 2000, a China conseguiu superar as principais barreiras de entrada que Perez e Soete (1988) apontaram para os países “retardários” na adoção de uma nova tecnologia. Ou seja, nesse ponto da história a iniciativa de nanotecnologia da China já contava com os mínimos investimentos fixos³⁴ necessários, com o desenvolvimento de conhecimento científico e tecnológico³⁵, e a geração de experiência e habilidades relevantes³⁶.

Entre os países emergentes, o caso chinês talvez seja o mais paradigmático de inserção na liderança internacional em ciência e tecnologia: crescentes investimentos públicos em P&D; alta participação no pedido de patentes internacionais; e, protagonismo na quantidade de publicações científicas internacionais (WILSDON, 2007; YIP; MCKERN, 2014; HUANG; SHARIF, 2015; DOVGAL et al, 2019). No âmbito da pesquisa em nanotecnologia, a China teve um desempenho “extraordinário” na última década e isso é refletido na significativa redução da “brecha” com os EUA, atual líder global (DONG, et al., 2019; KOSTOFF, 2011). Tudo isso é o resultado de uma estratégia ampla, com maciços investimentos públicos em infraestrutura, reestruturação institucional da base educacional e científica para gerar melhor capital humano, e a inserção “tática” dos pesquisadores chineses nas principais redes internacionais de pesquisa.

³³ Um exemplo é a parceria entre a Universidade de Tsinghua e a *Foxconn Nanotechnology Research Center*, o investimento fornecido pela empresa permitiu que a universidade conduzisse pesquisas em nanotecnologia, ao mesmo tempo em que se beneficiava da reputação global da Foxconn. Cf Tsinghua (2010).

³⁴ O gasto bruto total em P&D passou de 1,2% do PIB em 2004 para 2,02% em 2014 (BANCO MUNDIAL, 2021), superando todos os seus pares dos BRICS e reduzindo significativamente a brecha com os Estados Unidos.

³⁵ A China apresenta crescente participação no total das publicações científicas e no depósito de patentes. Especificamente, no caso da nanotecnologia, teve um aumento de aproximadamente 57% do patenteamento entre 2009 e 2014 (STATNANO, 2021).

³⁶ Como comentado na seção, a China desenvolveu uma grande estratégia de inserção externa dos seus pesquisadores e seu sistema educacional, que também envolveu a participação de grandes indústrias multinacionais em setores de alta tecnologia.

Entretanto, como apontam Huang e Wu (2012), em comparação com seus pares desenvolvidos, a iniciativa chinesa de nanotecnologia ainda é concentrada maioritariamente em universidades e instituições públicas de pesquisa com conexões relativamente “fracas” com a indústria, e isso acaba dificultando (no curto prazo) a absorção dos grandes investimentos públicos em P&D pelas firmas locais. Contudo, parece não haver sinais de que o Estado estará disposto a descentralizar ou perder o protagonismo como principal coordenador da estratégia. Isso fica evidente no discurso de Bai Chunli, cientista destacado entusiasta pela nanotecnologia e ex-presidente da Academia Chinesa de Ciências (CAS) em 2017: “...*We will strengthen the strategic landscape and top-down design for developing nanoscience, which will contribute greatly to the country's economy and society*”. Ou seja, uma vez que há resultados favoráveis “não haveria motivos” para pensar em uma estratégia *bottom-up* para a iniciativa chinesa de nanotecnologia.

3.5 A INICIATIVA DE NANOTECNOLOGIA DA ÁFRICA DO SUL

Na leitura de Harsh et al (2018), a estratégia de nanotecnologia sul-africana surgiu desde 2002, a partir de uma iniciativa *bottom-up* de cientistas especializados na área que conformaram uma rede chamada *South African Nanotechnology Initiative* (SANI). Esse primeiro esforço consistiu no levantamento de um inventário das capacidades de infraestrutura e capital humano em nanotecnologia do país. Posteriormente, em 2006, uma parceria entre o SANI e o Departamento de Ciência e Tecnologia³⁷ resultou no lançamento da primeira Estratégia Nacional de Nanotecnologia da África do Sul.

A estratégia teve três objetivos principais: (i)- o desenvolvimento de recursos humanos e infraestrutura de apoio; (ii)- apoio na criação e geração de novos produtos; (iii)- apoio e suporte a projetos de nanotecnologia de longo prazo, denominados como emblemáticos porque ajudariam a demonstrar os benefícios dessa tecnologia na sociedade (CELE; RAY; COVILLE, 2009; HARSH et al., 2018). O horizonte temporal projetado para implementação da iniciativa foi de 10 anos, contados a partir do lançamento em 2006.

³⁷ Atualmente chamado de *Department of Science and Innovation* (DSI), é o departamento do governo sul-africano responsável pela pesquisa científica, incluindo programas espaciais.

Na condição de país emergente, a África do Sul apostou na nanotecnologia como um motor para o desenvolvimento econômico e a mitigação de problemas sociais, e esse objetivo formou parte da retórica utilizada pelos membros do SANI para levar adiante a estratégia nacional no contexto da arena política (HARSH et al., 2018; GASTROW, 2009). Em termos de recursos monetários, estima-se que a iniciativa de nanotecnologia sul-africana destinou aproximadamente USD 75 milhões na primeira década. Na perspectiva de Saidi e Douglas (2017), mensurar o impacto desses investimentos em nanotecnologia sobre o desenvolvimento sul-africano continua sendo o principal desafio para mapear a efetividade dessa política de CTI.

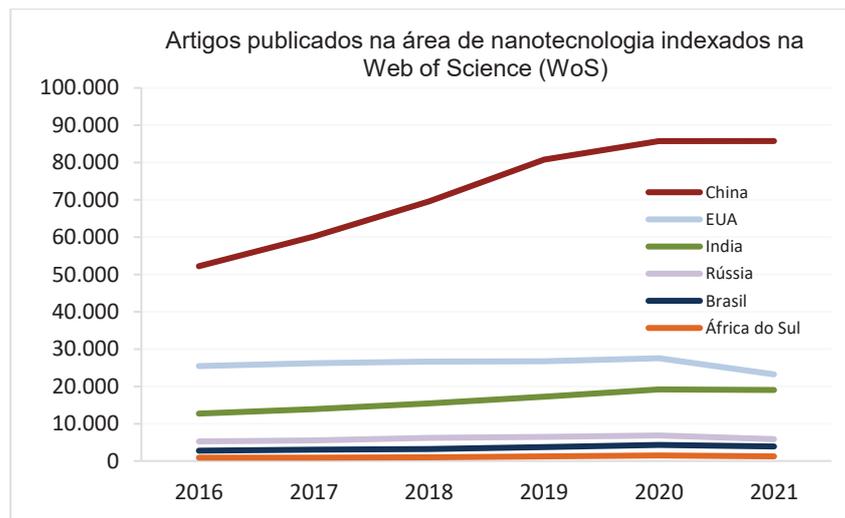
Por outro lado, Masara, Van der Poll e Maaza (2021) analisaram o desempenho recente da nanotecnologia em termos de pesquisa científica na África do Sul, apontando que o total de publicações da área aumentou de 1.4% em 2000 para 6.6% em 2019. Outrossim, a presença do setor privado ainda é limitada, com pouca participação nas atividades de P&D em nanotecnologia e baixa interação universidade-indústria (HARSH et al., 2018). Já analisando pela cadeia produtiva, a nanotecnologia sul-africana se mantém concentrada em nano-materiais e nano-intermediários (MASARA; VAN DER POLL; MAAZA, 2021). Assim sendo, pode-se dizer que a iniciativa sul-africana ainda está em fase de decolagem, pelo menos quando mensurada em termos de publicações científicas.

3.6 A PRODUÇÃO RECENTE EM NANOTECNOLOGIA DOS BRICS: BREVES CONSIDERAÇÕES

A nanotecnologia segue representando uma grande oportunidade para as economias emergentes, principalmente para aquelas que contam com fortes setores públicos em P&D (NIOSI; REID, 2007). No caso dos países BRICS, é esperado que os principais *players* continuem aprimorando suas estratégias de desenvolvimento em ciência e tecnologia para se inserir na liderança global de nanotecnologia. Quando observadas as tendências recentes da produção científica internacional em nanotecnologia, resulta evidente a inserção da China como liderança global frente ao histórico líder, EUA. Nos últimos anos, o número de publicações chinesas indexadas no WoS cresceu exponencialmente, tornando o país o principal gerador de pesquisas publicadas desde 2016. Da mesma forma, porém com uma trajetória menos expressiva em termos de crescimento em publicações e com menor gasto relativo em

P&D, a Índia vem escalando nos rankings de publicações internacionais, o que também reflete a chamada “indianidade” da nanotecnologia no país (BEUMER, 2019) e sua ampla aceitação social. A Figura 5 mostra essa tendência de publicações para o período de 2016-2021.

Figura 5: Produção científica internacional na área de nanotecnologia



Fonte: elaboração do autor (2022) com dados do StatNano

Observando a Figura 5 também é possível inferir a redução recente na quantidade de publicações dos Estados Unidos, e a estagnação do restante dos BRICS, incluindo o Brasil. Contudo, esse indicador de publicações deve ser interpretado com os devidos cuidados, uma vez que há importantes assimetrias populacionais entre os países analisados. Sendo assim, o índice de atividade (IA) em nanotecnologia pode ser outra métrica que permita reforçar a evidência da inserção internacional e melhora recente do desempenho da China e Índia no contexto dos BRICS. Em linhas gerais, o IA é definido como a razão entre a participação do país na produção de publicações em uma área específica (nanotecnologia neste caso) e a participação do país na produção mundial de publicações em todas as áreas (ROUSSEAU, 2018). O índice de atividade mundial é considerado um (1); portanto, o IA para o país X no período P pode ser aproximado pela equação (1) abaixo:

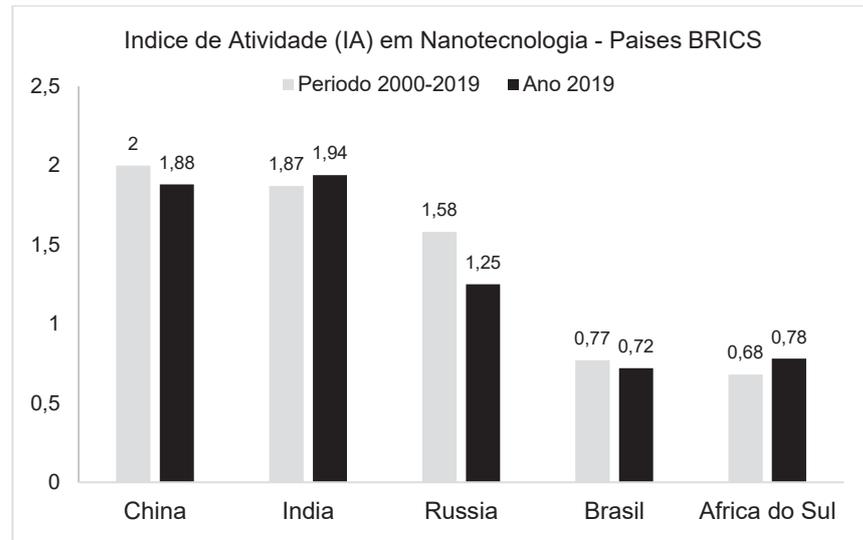
$$IA = \frac{X}{W}$$

Onde IA representa o índice de atividade de um país em determinada tecnologia; X representa a proporção de publicações em nanotecnologia desse país no período; e W representa a proporção mundial de publicações em nanotecnologia no período. Fazendo essa análise para os BRICS percebe-se que nas últimas duas décadas (período 2000 a 2019) a China foi o país mais produtivo com um IA de aproximadamente 2, seguido pela Índia e Rússia com IA aproximado de 1,87 e 1,58 respectivamente. No mesmo período, tem-se o Brasil e África do Sul, com IA de 0,77 e 0,68 no período, respectivamente.

Por outro lado, se analisados os dados unicamente para o ano de 2019, é possível verificar que a Índia teve um IA maior do que a China, o que provavelmente tem relação com o processo de crescimento e inserção internacional da produção científica indiana. Esse fato, ao mesmo tempo, pode estar associado com o *insight* apontado por Pandev e Pansera (2020) que é a tendência dos nano-cientistas indianos a priorizar agendas de pesquisa com temáticas de publicação vindas de países desenvolvidos. No caso da África do Sul, o IA de 2019 é maior do que a média das duas décadas, o que pode dar sinais de crescimento recente no volume e visibilidade da produção científica em nanotecnologia.

A Rússia e o Brasil apresentam IA menor em 2019 quando comparado com a média das duas décadas, o que pode estar relacionado com mudanças no foco e institucionalidade da atividade de pesquisa em nanotecnologia no caso da Rússia e seu RUSNano, ou a recente “paralisação” da iniciativa brasileira depois de uma década de “nano-boom” (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2019). No caso específico do Brasil, apesar de contar com uma das iniciativas de nanotecnologia mais avançadas da região latino-americana (KAY; SHAPIRA, 2009), sua orientação da pesquisa ainda é pautada, em boa medida, pela colaboração primordialmente nacional e sem fins comerciais (KAY; SHAPIRA, 2009; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ; OCAÑA-ROSA; VARGAS-QUESADA, 2016; KAY; SHAPIRA, 2011).

Figura 6: Mapeamento do IA dos países BRICS (2000-2019)



Fonte: elaboração do autor (2022) com dados de StatNano e baseado nos procedimentos de Rousseau (2018) e Masara, Van Der Poll e Maaza (2021).

Parte da literatura sugere uma forte relação entre a internacionalização da pesquisa, a participação dos pesquisadores de países emergentes em redes internacionais de prestígio, com a obtenção de melhores resultados no volume e visibilidade da produção em nanotecnologia (KARPAGAM; 2014; VELMURUGAN; RADHAKRISHNAN, 2018; YOUTIE, et al., 2016). Entretanto, no contexto de países emergentes, o mimetismo da produção científica e tecnológica em nanotecnologia baseada nos padrões de países desenvolvidos pode representar o risco de negligenciar as necessidades locais associadas com as realidades estruturais e problemas presentes nas regiões com menor desenvolvimento (FOLADORI; FIGUEROA; ZÁYAGO-LAU; INVERNIZZI, 2012).

Nesse sentido, os países com menor IA poderiam se beneficiar da colaboração com os países BRICS mais produtivos, visando estratégias de transferência de políticas e estratégias para a superação de problemas sociais mediante tecnologias emergentes, uma vez que estes países compartilham algumas semelhanças estruturais.

Em linhas gerais, percebeu-se que as principais iniciativas de nanotecnologia presentes no grupo de países BRICS têm sido historicamente comandadas pelo Estado, ainda que com certa heterogeneidade institucional das estratégias de formulação e implementação das iniciativas. Além disso, a geopolítica ocupa um papel fundamental na trajetória das iniciativas, notadamente nos países que conseguem disputar liderança internacional contra as principais potências ocidentais. Uma análise

mais aprofundada dessas iniciativas de nanotecnologia pode trazer pistas sobre a possível complementariedade entre países dos BRICS, além de gerar implicações para iniciativas de políticas regionais e as possíveis trajetórias de crescimento em matéria de produção científica e tecnológica.

4 A POLÍTICA DE INOVAÇÃO REGIONAL DO PARANÁ E A CONSTRUÇÃO DE UM PROGRAMA RETÓRICO EM NANOTECNOLOGIA

Nesta seção será analisada a Política de Inovação Regional do estado do Paraná, com foco específico em dois dos seus principais instrumentos: a Lei Estadual de Inovação (LEI-Pr) e os Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI), ambos instrumentos que representam o suporte basilar para a construção de um programa regional de nanotecnologia, materializado no arranjo NAPI-Nano. A análise procurará detectar em que medida a construção de um programa regional de nanotecnologia a partir da Política de Inovação Regional, vide o Napi-Nano, se projeta como um programa de caráter retórico.

Geralmente há duas dimensões possíveis para entender a retórica no contexto das políticas públicas, por um lado a estratégia argumentativa ou de persuasão que acaba influenciando diretamente na legitimidade da política (MAJONE, 1989); e, por outro lado, o possível caráter retórico da política, ou seja, um descompasso da racionalidade argumentativa com a racionalidade material do programa em questão. Esse descompasso comumente é representado por argumentações discursivas sem contrapartida instrumental suficiente para a efetiva implementação da política e seus objetivos, o que também pode ser entendido como políticas públicas vazias (CROSARA; SILVA, 2018).

A identificação do caráter distintivo que configura uma política ou programa como retórico será determinada a partir de traços detectados na literatura latino-americana. Dessa forma, a análise da política e seus instrumentos será norteada em duas direções: a primeira, guiada pela perspectiva teórica da retórica nas políticas públicas com o objetivo apreender a racionalidade argumentativa e detectar os traços característicos de um programa retórico; e, a segunda, pautada de forma complementar, será conduzida pela teoria do programa no intuito de elucubrar a questão da racionalidade instrumental da política.

4.1 A PERSPECTIVA RETÓRICA E A TEORIA DO PROGRAMA NA ANÁLISE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

O enfoque retórico de análise das políticas públicas deriva da chamada perspectiva “cognitiva” que entende a política pública como um processo complexo e

quase sempre contraditório entre meios, fins e ações, e que deve ser analisada a partir do contexto em que a sociedade constrói a sua relação com o mundo (MULLER, 2006; MULLER; SUREL, 2002; CANO, 2010). A abordagem cognitiva segue uma linha crítica em relação ao episteme dominante³⁸, uma vez que coloca no cerne da análise a restrição da discricionariedade que existe sobre a ação racional dos tomadores de decisão devido às diversas limitações contextuais nas quais se desenvolve a política pública (MULLER, 2006). Da mesma forma, a perspectiva retórica de análise também se configura como crítica ao *mainstream* ao posicionar como objeto de análise a racionalidade argumentativa, discursiva ou comunicativa em contraste à racionalidade instrumental.

Ou seja, a perspectiva retórica considera que a política pública tende a ser o resultado de construções discursivas e argumentativas (DEUBEL, 2008). Sendo assim, para analisar uma política desde a argumentação é necessário adotar o pressuposto de que qualquer opção de política, para além da sua racionalidade instrumental (força material) deve estar dotada de razões e argumentos operacionalizados mediante uma estratégia de persuasão que permita a percepção de factibilidade da iniciativa frente às suas restrições particulares (ASEN, 2010; CANO, 2010; MAJONE, 1992). Isto é, independente da consistência lógica de uma proposta de política pública, esta deve estar munida de argumentos discursivos inteligíveis pelos atores receptores envolvidos no processo de disputa, uma vez que disso dependerá sua aceitação na arena política³⁹:

“Quando reconhecemos que a análise de políticas tem menos a ver com evidências e cálculos do que com o processo de argumentação, entramos em contato com uma antiga tradição filosófica que define a racionalidade não em termos instrumentais, mas como a capacidade de fornecer razões aceitáveis para nossas escolhas e ações” (MAJONE, 1989, p. 59, tradução nossa).

Assim sendo, a questão da “factibilidade” da política pública torna-se o cerne de boa parte das análises direcionadas em perspectiva retórica ou argumentativa

³⁸ Que usualmente considera o processo das políticas como uma variável dependente de um jogo de atores racionais, maximizadores de interesses, e pouco dispostos a cooperar na ausência de incentivos (CANO, 2010, p. 237). Em alguns autores clássicos do “positivismo” das políticas públicas, percebe-se a pretensão cientificista na disciplina: “...em princípio, não há razão para acreditar que os critérios usuais incluídos na imagem ideal da ciência não possam ser aplicados a quem estuda o processo decisório.” (LASWELL, 1992, p. 109, tradução nossa).

³⁹ Na perspectiva retórica das políticas públicas é assumido um sistema de governo guiado pela deliberação pública (MAJONE, 1989, p. 41).

(FORERO-PORTELA; HURTADO-PRADO, 2013). Por esse motivo, uma análise argumentativa de política pública *ex-ante* pode focalizar a etapa de formulação dentro do ciclo e obter resultados a respeito da factibilidade em termos argumentativos ou retóricos. Segundo Majone (1992) uma análise efetiva da factibilidade de uma política é operacionalizada mediante a tentativa de identificação da maior parte das restrições reais ou potenciais do programa proposto.

Uma análise a partir da formulação argumentativa da política que pondere a factibilidade dos seus instrumentos parece viável do ponto de vista operacional, considerando o atual estágio da iniciativa de Política Inovação Regional no estado do Paraná e seus instrumentos de intervenção, especificamente aqueles direcionados ao campo da nanotecnologia. Destarte, a partir dessa perspectiva podem ser identificadas uma série de características que definam ou configurem os traços distintivos de uma política ou programa de caráter iminentemente retórico.

Parte da literatura de países latino-americanos aborda diversos exemplos de políticas e programas governamentais que podem ser considerados de caráter retórico (GERHARDT, 2014; RODRIGUEZ, 2018; VELÁSICO-GONZÁLEZ, 2014; GERHARDT, 2009; MORICONI, 2011; DELGADILLO-POLANCO, 2012). Com base nesses estudos pode-se dizer que os traços distintivos do que nesta seção será considerado um programa ou política de caráter retórico são: *i*) uma clara separação entre os objetivos pautados no programa e os condicionantes estruturais (políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, etc) que configuram o *status quo* a ser mudado; *ii*) uma narrativa ou visão messiânica a respeito da intervenção e/ou potencial transformador da reforma a ser implementada; *iii*) uma limitada dotação orçamentária em relação aos objetivos propostos; *iv*) picos de entusiasmo que denotam irregularidade na racionalidade material do programa; *v*) ausência de um planejamento de monitoramento e avaliação do programa no curto, médio e longo prazo. Entende-se que, a identificação destes elementos no programa a ser analisado pode auxiliar na sua caracterização como um programa de caráter retórico.

Porém, pode ser comum que ao desenvolver a análise *ex-ante* de uma política ou programa de pequena escala, muitas vezes não se encontrem diretrizes e estratégias claramente definidas ou que existam lacunas e contradições na própria formulação da política ou programa (MERCER; GOEL, 1994). Diante dessa restrição, é importante contar com uma organização lógica da análise da política ou programa que viabilize a identificação dos elementos mínimos necessários para a avaliação de

factibilidade. Entretanto, a perspectiva retórica ao focalizar o aspecto discursivo da política pública ou programa, pode apresenta limites para a análise de elementos relacionados com o aspecto instrumental da política.

Em vista disso, a teoria do programa como construto analítico entre meios e fins (WEISS, 1998; ROGERS, et al., 2000; BROUSSELLE; CHAMPAGNE, 2011) pode fornecer elementos úteis para analisar a dimensão instrumental da política regional, em combinação com a análise argumentativa ou retórica. Normalmente, a lógica do programa é detectada a partir da identificação recursos, atividades e processos para estabelecer as relações causais que levariam aos resultados desejados com a intervenção (CHEN, 2010). Desta forma, a análise a continuação procurará identificar os elementos que compõem a racionalidade argumentativa e lógica do programa mediante: (i) identificação do instrumento e atores executores; (ii) identificação do público-alvo; (iii) identificação da relação de causa e efeito (problema); (iv) identificação da racionalidade implícita; (v) identificação das principais crenças e estratégias retóricas; e, (vi) identificação recursos (racionalidade material). A adoção de um modelo teórico facilita a compreensão de como “deveria funcionar” a política, ou de que forma (no sentido ideal) um programa deveria modificar a realidade (WHOLEY, 2004; ROSSI; FREEMAN; LIPSEY, 1998).

4.2 A POLÍTICA DE INOVAÇÃO REGIONAL DO PARANÁ: A RETÓRICA DOS CÍCLOS VIRTUOSOS DA INOVAÇÃO

Como ponto de partida da análise, tem-se o horizonte pautado no Plano de Governo do atual governador Carlos Roberto Massa Júnior (doravante, Ratinho Jr), do Partido Social Democrático (PSD), que incorporou com bastante intensidade “o ideal” da inovação⁴⁰ na retórica da agenda que construiu o seu governo. Em comparação com os principais planos de governo de outros candidatos na eleição para governador do estado do Paraná, o Ratinho Jr foi quem mais vezes pregou a

⁴⁰ Do ponto de vista das políticas públicas, as ideias e crenças ocupam um papel importante na priorização de pautas na agenda por parte dos tomadores de decisão (KINGDON, 2014; BAUMGARTNER; JONES, 2010). No caso paranaense, *a priori*, é possível detectar no Plano de Governo 2019-22, e em algumas declarações do governador do estado, a visão “quase messiânica” sobre a inovação.

“inovação” como um fim político das suas ações públicas propostas⁴¹. De fato, nos fundamentos éticos da proposta do ex-candidato e atual governador paranaense, a inovação aparece explicitamente como um elemento basilar do plano: “as propostas registradas neste plano fundamentam-se na inovação em todas as suas vertentes: métodos, processos, técnicas, serviços e produtos, e no relacionamento entre o governo e o cidadão” (TRE-PR, 2018, p. 5).

Outro elemento de caráter basilar que aparece recorrentemente na retórica do plano de governo é a ideia de sustentabilidade, enquadrada no plano como esse lado normativo, uma espécie de contrapeso que estabelece os limites morais da economia: “sendo sustentável, o crescimento econômico assegura oportunidades para todos sem comprometer os recursos naturais” (TER-PR, 2018, p. 10). A ideia de gerar “oportunidade para todos” parece ter o intuito de mostrar para a cidadania a preocupação do governo não apenas com o crescimento do mercado, mas com o bem-estar da cidadania.

Em seguida, o plano apresenta a diretriz estratégica de desenvolvimento regional “ancorada nos ecossistemas de inovação”. Citando textualmente, a iniciativa procuraria como fim último a “geração de riqueza e o crescimento sustentável”, tendo a gestão municipal como principais aliados do executivo regional:

“Os municípios serão os grandes parceiros do governo estadual na implantação de uma política de desenvolvimento regional para geração de riqueza e crescimento sustentável. A ideia central é atrair, gerar, reter e fomentar a criatividade, o conhecimento e a inovação” (TRE-PR, 2018, p.14).

Os postulados do plano apresentam algumas semelhanças com o modelo da “tríplice hélice”, dado que o governo projetou a criação e fomento de ambientes que facilitem a interação entre estado, empresas, instituições científicas, tecnológicas e de inovação, assim como agências de fomento e organizações da sociedade civil. Ou seja, grandes arranjos em rede que demandariam um trabalho de cooperação entre as mais diversas instâncias do ecossistema inovativo, para gerar novos produtos e inovação, que, na visão dos planejadores, seria transformada em bem-estar social para todos os paranaenses. Explicitamente, o plano mostra que no contexto dos

⁴¹ No Plano de Governo do Ratinho Jr (eleito com 60% dos votos) a “inovação” aparece quase 40 vezes, enquanto nos outros concorrentes pelo governo paranaense essa aparição foi de: 3 vezes no plano de Cida Borghetti (obteve 15,5% dos votos); 4 vezes no plano de João Arruda (obteve 13,2% dos votos); e 13 vezes no plano de Dr. Rosinha (obteve 8,6% dos votos).

ecossistemas de inovação, o governo apoiaria iniciativas que “transformem ideias em empreendimentos de sucesso” e atuaria como “um suporte para gerar empresas com diferenciais tecnológicos, aptas a superar os desafios sociais e ambientais contemporâneos” (TRE-PR, 2018, p. 14).

Os elementos supracitados vão configurando o que pode ser denominado uma “visão messiânica” sobre a inovação que foi permeando constantemente a retórica discursiva das políticas e ações públicas no âmbito de CTI no governo do Paraná. Nesse sentido, há uma visão determinística e linear sobre a ação e capacidade do governo para executar políticas de inovação no contexto regional e suas consequências prodigiosas para a sociedade como um todo. Além da limitação temporal de uma gestão estadual, há toda uma série de determinantes de contexto micro⁴² e macroeconômico, além dos determinantes sociopolíticos que permeiam qualquer estratégia a ser implementada. É comum que na construção de uma agenda retórica de reformas esse tipo de condicionantes seja negligenciado e, caso apareçam na retórica, são mostrados apenas como problemas das gestões passadas (MORICONI, 2011). Nesse sentido, um resultado de toda essa cadeia inovativa-sustentável é projetado no plano como uma espécie de efeito *spillover*.

“A consequência desta estratégia é, também, a criação de um círculo virtuoso com o sistema público e privado de educação, para atender a necessidade de formação adequada, com oferta de cursos para suprir a demanda de profissionais adequados à vocação de cada região” (TER-PR, 2018, p. 15).

A ideia de um “círculo virtuoso” é um argumento recorrente em estudos do desenvolvimento econômico⁴³, ainda que a fundamentação intrínseca deste argumento pode ser circular e originada a partir de realidades estruturais bem diferentes das observadas em regiões como América Latina. Ou seja, neste caso a ideia de um “círculo virtuoso” da inovação poderia ser um argumento autolegitimado a partir da experiência em países desenvolvidos, implicando em certo reducionismo da realidade uma vez que, como argumenta Laswell (1992) em sua visão mais positiva

⁴² Uma pesquisa realizada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) em 2020 mostra, por exemplo, que o Paraná apresenta uma das maiores taxas de mortalidade dos negócios no Brasil (quase 30% de mortalidade).

⁴³ Principalmente na obra do Nobel Gunnar Myrdal (1965) e o princípio da causalção circular cumulativa, onde o autor expõe a ideia de “círculos virtuosos e círculos viciosos” para explicar a riqueza e pobreza de algumas regiões.

das políticas públicas, “não é necessário provar o que já foi provado”. Nesse sentido, fica evidente o papel da retórica como mecanismo capaz de fornecer “razões aceitáveis” (MAJONE, 1989) mesmo diante de propostas inverossímeis do ponto de vista racional-instrumental.

Desde uma visão mais crítica, na ótica do chamado Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), a existência de um “círculo virtuoso” requer da necessária superação (ou no mínimo mitigação) da ruptura existente entre as esferas de geração e aplicação do conhecimento nos países periféricos (DIAS; DAGNINO, 2007). A superação dessa ruptura se traduz, na prática, em mudanças profundas na estrutura científica e tecnológica que não dependem unicamente da dinâmica regional, mas de inúmeros elementos institucionais ligados ao contexto nacional. Desta forma, pode-se considerar que a geração de círculos virtuosos de inovação em apenas um período de governo regional parece mais uma promessa utópica do que uma iniciativa factível, principalmente quando se avalia o contexto nacional brasileiro e os resultados recentes em matéria de indicadores de inovação⁴⁴.

Diante disso, é possível perceber que a retórica acaba ocupando um espaço viabilizador no espectro político para quase qualquer opção de política ou programa. Inclusive, quando sua racionalidade instrumental e força material denotam pouca ou nenhuma factibilidade, a dotação de argumentos e razões viabilizados na estratégia retórica podem acabar criando uma percepção de factibilidade que independe das restrições. A gênese da Política de Inovação Regional foi munida de argumentos como os “círculos virtuosos” da inovação, projetando uma realidade “inovativa” e “sustentável” factível no discurso e que, no final da corrida da eleição do governo regional, acabou sendo legitimada pelo eleitor paranaense.

4.3 UMA RADIOGRAFIA DOS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE INOVAÇÃO NO PARANÁ: A LEI-PR E OS ARRANJOS NAPI

⁴⁴ Em 2019, no Índice Global de Inovação (IGI) o Brasil ficou na posição número 66 entre 126 países, atrás de países latino-americanos como o Chile e a Costa Rica. Essa tendência de limitada inovação já vem sendo mapeada por diversos estudos como o de Tessarin, Suzigan e Gilhoto (2019) que mostrou uma estagnação no número de empresas inovadoras no período 2003-2014.

4.3.1 A perspectiva retórica da Lei Estadual de Inovação do Paraná (LEI-Pr) N° 20.541/2021

Como discutido no ponto anterior, a inovação tornou-se uma pauta muito importante na retórica política e agendas do executivo regional paranaense. Nesse contexto, um dos principais instrumentos formais de política pública voltados ao fomento da inovação é a recém estabelecida Lei Estadual de Inovação do Paraná (LEI-Pr) N° 20.541/2021, sancionada em abril de 2021. A LEI-Pr visa estabelecer um ecossistema regional de inovação no Paraná, incentivando (ao menos do ponto de vista normativo) a articulação entre ICT's, mercado e governo. O macro-objetivo principal da iniciativa LEI-Pr é o alcance do desenvolvimento econômico e social e a autonomia tecnológica da região. Além disso, a LEI-Pr prevê o fomento de atividades de transferência tecnológica no estado, e, apesar de não mencionar explicitamente o termo “spin-offs”, há disposições sobre empresas baseadas exclusivamente na comercialização de resultados de pesquisas desenvolvidas em universidades e ICT's.

Do ponto de vista argumentativo, há uma questão controversa de base na concepção de “autonomia tecnológica” e no próprio objetivo do “desenvolvimento econômico e social” como fim último do programa. Primeiro, a questão da dependência tecnológica (da qual existe bastante discussão na literatura do contexto latino-americano) é encarada como um problema passível de solução a partir da esfera regional. Ou seja, a autonomia tecnológica seriam um fim possível justificado em si mesmo, e independe do contexto nacional ou internacional.

Por outro lado, a relação mecânica assumida entre crescimento econômico, inovação e desenvolvimento socioeconômico incorpora pressupostos já tensionados por diversas óticas na análise do desenvolvimento econômico e nos estudos críticos da inovação (MOLLO; FONSECA, 2013; DAGNINO; THOMAS, 2009; GODIN, 2017; BRESSER-PEREIRA, 2021). O crescimento econômico não se traduz automaticamente em desenvolvimento econômico ou social, porque o crescimento é uma condição necessária, mas não suficiente para que as mudanças estruturais que viabilizam o desenvolvimento sejam canalizadas pela sociedade através de um processo não neutro ou linear (BRESSER-PEREIRA, 2014). Esse horizonte pautado pela LEI-Pr pode ser considerado utópico, assim como uma espécie de “ideologia de desenvolvimento” que projeta um lugar a ser alcançado embora na hora da prática,

ou seja, da implementação da política ou programa, tal horizonte pareça sempre fora do alcance (PRADO, 2014).

Na visão dos relatores da Comissão que levou adiante a proposta da LEI-Pr, este instrumento: “é importante, porque trará segurança jurídica no intercâmbio entre recursos públicos e privados no fomento da economia, com vista à capacitação, autonomia tecnológica e desenvolvimento do sistema produtivo estadual” (RIBEIRO, 2021). Sendo assim, a aproximação do setor público com o setor privado tem sido apontada na narrativa como um dos melhores caminhos estratégicos possíveis.

A racionalidade implícita do programa deriva do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCTI), instituído pela Lei Federal nº 13.243/2016, e, na visão dos relatores da proposta: “... o objetivo é atualizar e Lei estadual de acordo com o novo [MLCTI], e tem como finalidade minimizar barreiras legais, que dificultam o desenvolvimento do setor produtivo” (RIBEIRO, 2021). Ou seja, na visão dos políticos, a causa do problema da falta de autonomia tecnológica e baixa produtividade no setor produtivo pode ter relação com o atual sistema “burocrático” do país que impede o avanço produtivo. Essa narrativa também pode estar relacionada com um dos “mitos” questionados por Mazzucato (2014) de que com a redução de impostos haverá maiores investimentos. Cabe salientar que outros estados do Brasil replicaram a racionalidade implícita, adotando padrões e conceituações derivadas do novo MLCTI.

A relação de causa-efeito esperada é que a partir das medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo seja alcançada a autonomia tecnológica e o desenvolvimento do sistema produtivo regional. Isso implica uma mudança de comportamento dos atores envolvidos no contexto do programa, o que de alguma forma é retratado pelo inciso II do Artigo 1 da LEI-Pr:

...” promoção da liberdade econômica em ambiente de competição e redução da pobreza e das desigualdades regionais e melhoria do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, a partir da inserção econômica da população, mediante a desconcentração geográfica e econômica das atividades empreendedoras de base tecnológica e inovadora, priorizando-se políticas públicas em regiões do Estado com menor IDH, bem como para micro e pequenas empresas” (PARANÁ, 2021).

Desse trecho anterior é possível inferir a atitude esperada dos atores: empresas mais competitivas; cidadãos se inserindo na dinâmica do mercado; pessoas saindo da pobreza; surgimento de empreendimentos de base tecnológica, ou seja, indivíduos decididos a tomar riscos. Além do mais, espera-se que o “círculo virtuoso”

da inovação tenha um efeito *spillover* sobre o IDH do estado. Um ponto que merece destaque é o foco e direcionamento da iniciativa para apoiar a inovação a partir de micro e pequenas empresas⁴⁵, ainda que conforme Mazzucato (2014) a relevância das pequenas empresas para os níveis de inovação se trata mais de um “mito” que de a realidade. Nesse ponto, considerando o contexto brasileiro e paranaense, se bem que é importante que a iniciativa regional coloque na bússola as pequenas empresas (principalmente aquelas com maior potencial de escalamento), parece que o programa não considera (ou pelo menos isso não fica evidente na análise) a participação estratégica e ativa dos principais *big players* do mercado com maiores capacidades em P&D.

Toda política ou programa precisa de uma racionalidade instrumental, ou seja, de recursos materiais para seu funcionamento, expansão e sobrevivência no tempo (DUNN, 2015). No caso da LEI-Pr, o instrumento incorpora recursos do chamado "Fundo Paraná"⁴⁶ na linha de orçamento "Apoio à Inovação". Não há informação explícita do montante dos recursos disponíveis, mas relatórios do governo estadual mostram que em 2021 o Paraná gastou aproximadamente R\$ 47 milhões no setor de CTI, o que representa mais ou menos um 25% menos do que o montante reportado em 2020⁴⁷. Além disso, mediante a LEI-Pr o estado é habilitado para participar de atividades em parceria com instituições do setor privado e dispor de parte das receitas para investimentos em CTI.

4.3.2 Os Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI): uma solução “socio-técnica”?

⁴⁵ Um estudo da consultoria Deloitte internacional em 2019, mostrou que para 56% das PMEs que mais cresceram no Brasil nos últimos três anos a criação de novos produtos ou serviços foi a principal fonte de crescimento (e não o suporte do governo para tal).

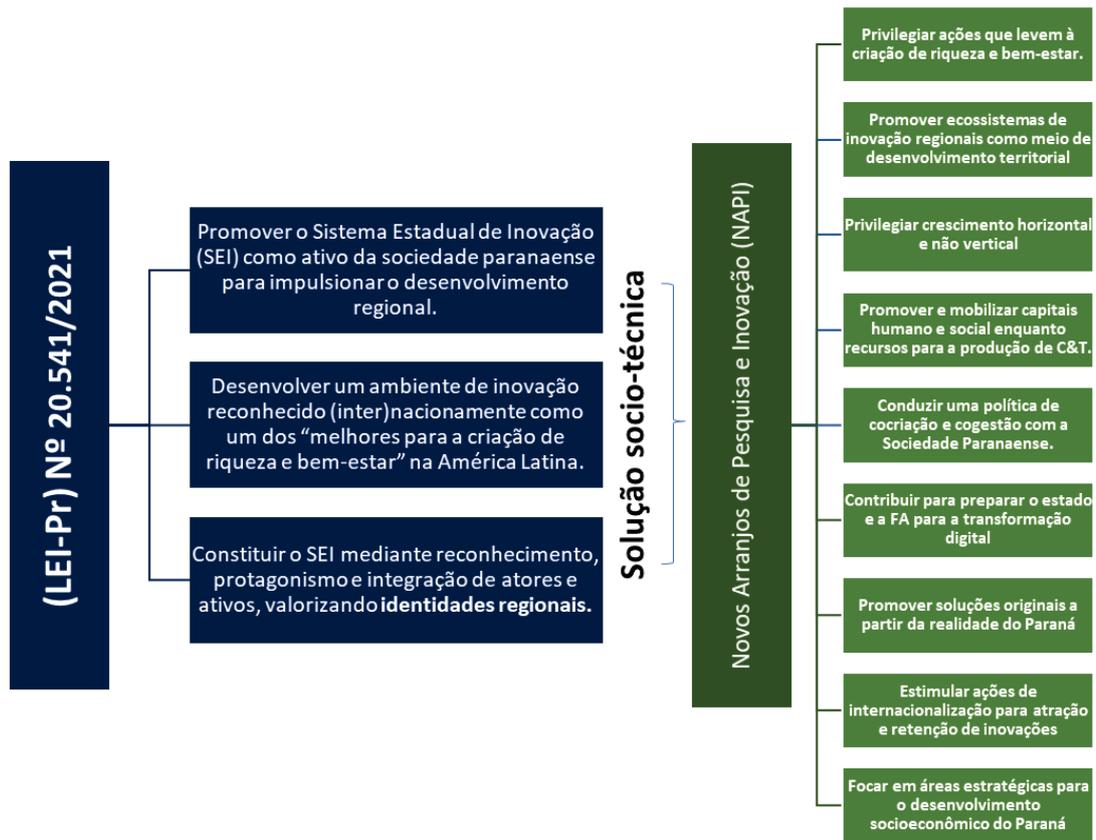
⁴⁶ O Fundo Paraná foi criado pela Lei estadual nº 12.020/98 e alterado pela Lei estadual nº 15.123/06, para atender ao estabelecido no Art. 205 da Constituição Estadual do Paraná, a fim de apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico do Estado do Paraná, com o financiamento de programas e projetos de pesquisas institucionais.

⁴⁷ Segundo a Fundação Araucária (principal órgão de fomento a CTI no estado) em 2021 o Paraná por médio da FA gastou R\$ 34,12 milhões e seus “parceiros” governamentais como a (Superintendência de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior) totalizaram R\$ 12,99 milhões, chegando aproximadamente a R\$ 47 milhões. No ano de 2021, o montante foi de R\$ 30,7 milhões pela FA e R\$ 28,43 milhões a partir dos “parceiros”.

Uma nota técnica da Fundação Araucária publicada em 2019 introduziu os Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI) como um instrumento alinhado com a proposta política de inovação para o estado do Paraná seguindo o Plano de Governo 2022. A partir desse alinhamento com a visão inovativa do executivo regional, a FA delimitou três macro diretrizes para guiar a atuação dos NAPIs: (i)- “Promover o Sistema Estadual de Inovação (SEI) como um ativo da sociedade paranaense capaz de impulsionar o desenvolvimento integral do Paraná” (FA, 2019, p. 2); (ii)- “Desenvolver um ambiente de inovação nacional e internacionalmente reconhecido como um dos melhores para a criação de riqueza e bem-estar na América Latina” (FA, 2019, p. 2); e, (iii)- “Construir um novo SEI, pelo reconhecimento protagonismo e integração de atores e ativos, valorizando as identidades regionais” (FA, 2019, p. 2).

Segundo a FA (2019), os NAPIs foram concebidos como uma solução de caráter “socio-técnico” que elenca três componentes interdependentes: (i) o componente social, que engloba as capacidades de capital humano para alavancar “ainda mais” a posição do estado paranaense no contexto da produção científica nacional e internacional; (ii) o componente técnico, composto pela infraestrutura, tarefas, processos e modelos de gestão para o trabalho cooperativo; (iii) a tecnologia, como um componente capaz de suportar a interação entre os dois componentes anteriores. Além disso, os NAPIs foram projetados no intuito de atender demandas setoriais já existentes no estado, buscando em última instância melhorar a assertividade dos instrumentos de apoio e fomento da Fundação Araucária e assim, melhorar o retorno dos investimentos regionais em P&D. Da mesma forma, foram projetadas nove diretrizes específicas direcionadas para a operacionalização dos NAPIs incorporando ações e objetivos relacionados com a visão inovativa da gestão estatal (FA, 2019). A Figura 4 mostra a relação entre a LEI-Pr e os arranjos NAPI como uma solução sociotécnica para o alcance das macro e meso diretrizes traçadas.

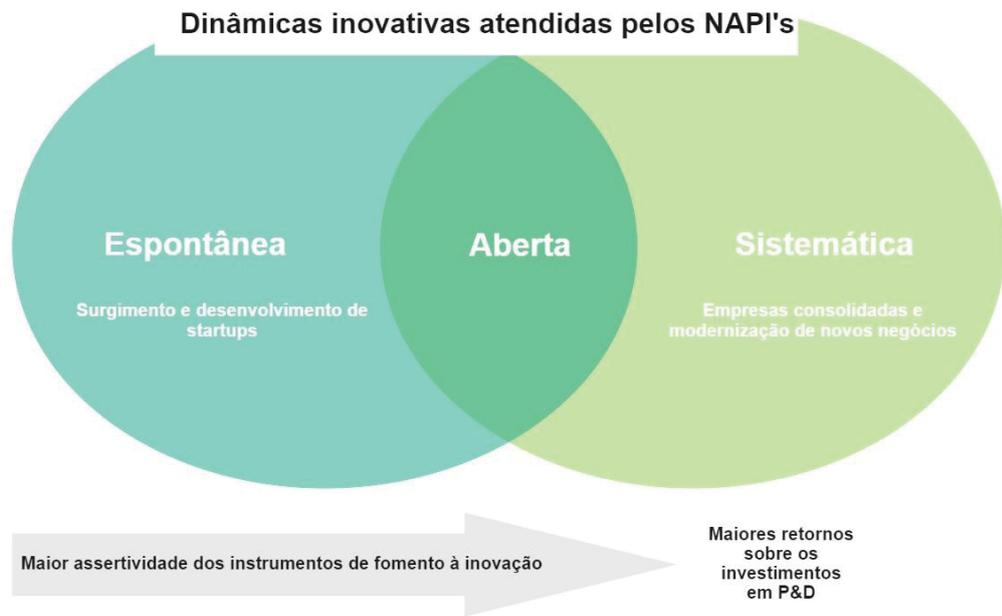
Figura 7 – O NAPI como uma solução sociotécnica para as macro diretrizes da LEI-Pr



Fonte: Elaboração do autor (2022) com dados da Fundação Araucária (2019)

Em relação ao desempenho inovativo esperado, os NAPIs foram desenhados para atender três dinâmicas “típicas” no contexto regional: a “espontânea”, que envolve o surgimento e desenvolvimento de startups; a “sistemática”, relacionada com empresas já consolidadas e demandantes de modernização para novos negócios; e, por último, a “aberta”, que integrará as duas dinâmicas anteriores (FA, 2019). Na visão dos *policymakers* a integração e interação constante dos NAPIs com as dinâmicas inovativas pode impactar positivamente na assertividade dos instrumentos de fomento à inovação, e, conseqüentemente, em um melhor aproveitamento dos investimentos regionais em P&D. Na Figura 8 é ilustrado graficamente a visão dos formuladores de política sobre as dinâmicas inovativas projetadas para serem atendidas pelos NAPIs.

Figura 8. Dinâmicas inovativas atendidas pelos NAPIs - Paraná



Fonte: Elaboração do autor (2021) com dados da Fundação Araucária (2019)

Ainda que os NAPIs fossem projetados como uma solução “sociotécnica”, percebe-se que na retórica argumentativa a empresa (seja ela startup ou consolidada) aparece no cerne das dinâmicas inovativas esperadas. Ou seja, a predominância da narrativa schumpeteriana da inovação que coloca como ator central o “empresário inovador” (único agente capaz de criar riqueza no sistema econômico), resta protagonismo a possíveis formas alternativas de inovação que podem apresentar um caráter mais cooperativo ou solidário dentro das comunidades locais. Não obstante, nas diretrizes dos NAPIs traçadas pela FA aparecem ideias como a “coprodução”, “cogestão” e a procura de soluções “originais” a partir da realidade paranaense. Do ponto de vista ontológico, essas três ideias podem resultar conflitantes com a visão das dinâmicas inovativas esperadas, porque nesses processos não necessariamente o empresário é o centro da inovação, além de ser processos capazes de gerar ondas inovativas ainda que não necessariamente na perspectiva da “destruição criativa do capitalismo”.

A noção de coprodução que aparece na construção argumentativa dos NAPIs não conta com algum fundamento ou referência epistêmica explícita no documento. No campo dos estudos em CTS existe uma perspectiva coproducionista, encarnada em autores como Jasanoff (2004). Um dos pressupostos centrais nesta perspectiva é que todo processo de inovação produz ou gera incertezas, mas a forma em que as nações escolhem como governar ou fazer frente à essas incertezas é definido pela

cultura política, ou, no mínimo, haveria uma forte ligação entre ambas esferas (JASANOFF, 2005). Nesse sentido, considerando que de fato as iniciativas NAPI fossem co-produtoras existiria uma forte ligação entre o “*knowledge-making*” e o “*state-making*”, ou seja a forma de decidir, governar, e escolher estaria muito atrelada ao próprio processo de geração de conhecimento e vice-versa. Nos documentos analisados não se observa nenhuma discussão relevante sobre isto, e as formas institucionais e de governanças adotadas tanto pela LEI-Pr quanto pelos NAPIs respondem a uma tradicional iniciativa de caráter *top-down* ainda que a retórica argumentativa da política parece pretender mostrar uma outra orientação.

4.3.3 O arranjo NAPI-Nano PR: o desenvolvimento de um programa retórico em nanotecnologia

Como parte da “onda inovativa” que parece ter encontrado espaço na agenda política do governo paranaense, surgiu o Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação de Nanotecnologia (NAPI-Nano) do Paraná. Lançado oficialmente em maio de 2020, trata-se de um instrumento de política regional que busca “a partir da integração entre instituições de ensino e de pesquisa, avançar na utilização do potencial humano, de materiais, novos processos e percepções inovadoras [de nanotecnologia] no Paraná” (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020). Segundo a FA a iniciativa do NAPI-Nano foi uma petição direta do atual governador, Carlos Ratinho Jr., para tornar o Paraná o “estado mais inovador do país”.

O principal ator executor de esta iniciativa é a FA, envolvendo direta ou indiretamente dezoito instituições paranaenses como “coparticipantes” e “coprodutoras” das atividades inovativas propostas pelo arranjo (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020). As expectativas ao redor do NAPI-Nano são amplas, e isso é evidente na retórica discursiva de alguns *policymakers* entusiastas da proposta, como no caso do presidente da FA:

“...Esta ação somada aos recursos humanos e à infraestrutura que nossas instituições possuem, trabalhando de forma integrada nesta grande rede, colocará o Paraná como referência na área de Nanotecnologia em nível mundial” (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020).

Nesse contexto, o NAPI-Nano representa um esforço para organizar a infraestrutura em nanotecnologia já existente no Paraná e conectar diversos atores nos âmbitos da produção científica tecnológica. O comportamento esperado dos atores envolvidos, notadamente do principal grupo-alvo: os cientistas, é de que haja uma atuação colaborativa entre estes, e que toda a produção e pesquisa científica seja orientada por “demandas reais” de desenvolvimento de setores estratégicos, mantendo o foco na criação de riqueza e bem-estar (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020). Isso demandaria não apenas uma atitude ou orientação “empreendedora” por parte dos cientistas, mas a superação da cisão existente entre a esfera que produz o conhecimento e a esfera que aplica o conhecimento na prática, como foi discutido na seção anterior. Nos instrumentos até aqui analisados não há disposições previstas sobre como será o mecanismo de definição de prioridades que atendam as demandas da sociedade, mas sim fica evidente a promessa de que a pesquisa, em especial a de nanotecnologia, estará voltada para a “geração de oportunidades, de riqueza, geração de produtos para a melhoria nas condições de vida da população” (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020).

Quando analisada a racionalidade instrumental da iniciativa foi detectado que a dotação orçamentária do programa é de R\$ 1.5 milhões, destinados principalmente para o financiamento de bolsas e outras ações em laboratórios na área de nanotecnologia (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA, 2020). Durante a análise da proposta não foi detectado nenhum documento ou diretriz especificando a alocação dos recursos destinados em ações específicas ou iniciativas. Portanto, se for considerado o cenário macroeconômico brasileiro⁴⁸ em contraste com a visão dos formuladores da política e os objetivos esperados, é possível inferir que o montante destinado para o fomento da iniciativa é insuficiente e muito limitado, ainda que no atual contexto da nanotecnologia brasileira os recursos públicos e investimentos são cada vez mais escassos⁴⁹. Iniciativas federais de nanotecnologia no Brasil, como o SisNANO já demonstraram retornos econômicos e sociais importantes⁵⁰ (MCTI, 2020), no caso do NAPI-Nano ainda que com recursos escassos é possível que acabe gerando

⁴⁸ Principalmente a piora das projeções para o desempenho da economia e a desvalorização do real brasileiro, uma vez que há dependência da importação de insumos e equipamentos nano.

⁴⁹ No Projeto de Lei Orçamentária Anual para 2020 (PLOA-2020) o orçamento planejado para nanotecnologia foi de R\$ 2.200.000 com projeção de até R\$ 2.800.000 (DIAS et al., 2021).

⁵⁰ Segundo o MCIT a cada R\$ 1 investidos no SisNANO houve um retorno de R\$ 3.37 na sociedade.

incentivos a novas iniciativas por parte dos cientistas e demais atores envolvidos no arranjo. E, em última instância o avanço e progresso deste programa dependerá, em alguma medida, da habilidade política dos gestores para articular e canalizar o “entusiasmo”⁵¹ não apenas dos cientistas envolvidos, mas das outras instâncias da sociedade.

Quadro 3. Principais instrumentos que sustentam a política regional de nanotecnologia

Instrumento	Ator executor	Público Alvo	Relação de causa-efeito	Racionalidade implícita	Crenças / Estratégia retórica	Recursos
Lei Estadual de Inovação do Paraná (LEI-Pr) Nº 20.541/2021	Executivo Regional - Governo do Paraná	Atores do setor público e privado que desempenham atividades (comerciais e não comerciais) relacionadas com pesquisa, ciência, tecnologia e inovação.	Mediante medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, a política espera como resultado final alcançar a autonomia tecnológica e o desenvolvimento do sistema produtivo regional.	Este instrumento de política é derivado do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo Federal de 2016; e está alinhado em termos conceituais e categóricos. Vários estados do país fizeram o mesmo movimento ao promulgar próprias Leis estaduais de inovação.	Implicitamente, o governo assume uma relação entre inovação e desenvolvimento socioeconômico, principalmente considerando o objetivo de reduzir a desigualdade regional. O acercamento entre setor público e privado é colocado como o melhor caminho de desenvolvimento sustentável possível. A Lei, como instrumento: “trará segurança jurídica no intercâmbio entre recursos públicos e privados no fomento da economia, com vista à capacitação, autonomia tecnológica e desenvolvimento do sistema produtivo estadual”.	No geral, o instrumento incorpora recursos do “Fundo Paraná”, na linha de orçamento “Apoio à Inovação”. Além disso, o estado é habilitado para participar de atividades em parceria com instituições com o setor privado e dispor de parte das receitas para investimentos em CTI.
Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação (NAPI)	Fundação Araucária	Atores das Universidades, ICT's, empresariado que desempenham atividades de CTI	Mediante a condução e organização da produção de conhecimento de forma colaborativa pelos pesquisadores paranaenses, espera-se melhorar os indicadores inovativos guiados por demandas reais de desenvolvimento de setores estratégicos para o estado.	Este instrumento de política foi desenhado para atender as chamadas macro-diretrizes propostas pelo governo estadual na gestão 2019-2022.	O governo propõe uma implementação de aparência <i>bottom-up</i> . No discurso, incorpora o conceito de “Coprodução”, que seria baseado em comunhão por meio de um “arranjo de ações criadas para promover a construção e o aprimoramento de artefatos que implicam em consequências econômicas e tecnológicas para uma determinada comunidade”.	O instrumento recebe aporte de recursos financeiros direcionados (chamadas públicas da Araucária).
Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação de Nanotecnologia (NAPI-Nano)	Fundação Araucária - Universidades, ICT's, demais atores	Atores das Universidades, ICT's e empresariado que desempenham atividades relacionadas com nanotecnologia	Fomentar a integração entre instituições de ensino e de pesquisa para realizar estudos e parcerias, esperando como resultado o desenvolvimento	O instrumento segue as macro-diretrizes do governo estadual, mas também responde a diretrizes nacionais do Novo Marco Legal de CTI, como o Plano de	O NAPI-Nano é concebido como um arranjo com “muito potencial” de criar “riqueza e bem-estar”. Na discursiva o arranjo teria o potencial de colocar o estado do Paraná como	O NAPI-Nano foi dotado de R\$ 1,5 milhões para o desenvolvimento das atividades.

⁵¹ Como destacaram a participação pública é fundamental para o desenvolvimento de uma política de nanotecnologia, e o desejo por criar entusiasmo na população e aumentar a confiança na ciência é comum nos cientistas engajados com a dimensão política.

			de novos materiais, novos processos e percepções inovadoras no Paraná no contexto da nanotecnologia.	Ação de Tecnologias Convergentes e Habilitadoras de 2018	"referência mundial" em nanotecnologia.	
--	--	--	--	--	---	--

Fonte: Elaboração própria com dados da Fundação Araucária (2021)

Até o momento foram analisados os principais instrumentos da política regional de inovação do Paraná que sustentam a iniciativa regional de nanotecnologia do estado. A partir da retórica argumentativa que permeia a iniciativa (desde sua origem no Plano de Governo até o instrumento mais próximo da nanotecnologia que seria o próprio NAPI-Nano), é possível detectar que as diretrizes, objetivos e resultados esperados são bastante ambiciosos. Do ponto de vista da factibilidade do programa, as relações quase automáticas de transformação estrutural da sociedade a partir da inovação tecnológica⁵², e a conduta esperada de todos os atores e instituições envolvidas, são processos que *a priori* não parecem factíveis no período de tempo que dura a gestão estadual do poder executivo.

Fazendo um paralelo com as iniciativas dos BRICS, discutidas no Capítulo 3, não obstante as diferenças de escala, percebe-se que no cerne da política regional destinada a fomentar a inovação em nanotecnologia no Paraná reproduz o ideal da inovação como fim prodigioso para gerar competitividade em escala subnacional, e isso, conseqüentemente gerará diversos efeitos benéficos para superar problemas sociais. Especificamente, o Napi-Nano mostra algumas semelhanças com o SANI sul-africano, principalmente no sentido de engajar alguns cientistas desde abaixo. Entretanto, o Napi-Nano parece ser muito menos influente na política brasileira de nanotecnologia e, claro, muito mais limitado em dotação orçamentária. Contudo, em se tratando de um programa de recursos limitados e com forte caráter retórico, é inegável também a possível existência de futuros efeitos *spillovers*⁵³ derivados, sobretudo, do “entusiasmo inovador” que veio permeando a gestão pública e que várias vezes é utilizado dentro da retórica argumentativa das esferas acadêmicas.

⁵² Neste sentido é assumido que se trata de “inovação tecnológica”, que segundo Godin (2008) é a representação dominante da “inovação” nas últimas décadas.

⁵³ Um dos possíveis aprimoramentos gerados num cenário de escassez de recursos pode ser a melhora da capacidade dos pesquisadores mais jovens em disputar os poucos recursos disponíveis.

Assim sendo, a análise confirma que há elementos suficientes para argumentar que o Programa Napi-Nano criado para expandir a capacidade inovativa do estado numa tecnologia emergente e promissora como a nanotecnologia, trata-se essencialmente de um programa de natureza retórica. O Quadro 4 elenca as evidências que sustentam a confirmação deste fato, orientado pelos resultados obtidos ao longo da análise da política e os traços característicos relatados na literatura.

Quadro 4. Síntese das evidências que configuram o Napi-Nano como um programa de inovação de caráter retórico

Elementos que configuram o caráter retórico do programa	Identificação na análise da política	Realidade
Separação entre principais objetivos e condicionantes estruturais	Tornar o Paraná o estado mais inovador do país ou referência mundial em inovação e nanotecnologia.	O Brasil possui alguns avanços no contexto da nanociência, mas ainda não é referência mundial em nanotecnologia aplicada e inovação em nanotecnologia.
Narrativa ou visão messiânica	A nanotecnologia melhorará as condições de vida da população.	Não há disposições sobre como as prioridades ou necessidades da população serão priorizadas pela pesquisa. Ou seja, ainda há uma cisão entre a demanda do “público” e a orientação do Napi-Nano.
Limitada dotação orçamentária	R\$ 1.5 milhões para todo o programa.	Como demonstra a literatura, fazer nanociência e nanotecnologia demanda de maciços investimentos. A experiência internacional dos BRICS confirma isso. Inclusive, no contexto do setor privado brasileiro ⁵⁴ é possível encontrar iniciativas que têm custado pelo menos 4 vezes o valor designado ao Napi-Nano.
Picos de entusiasmo	<i>Take-off</i> inicial com entusiasmo e ambição (atividades, congressos, promessas).	Redução progressiva da atuação da iniciativa. Pouca visibilidade pública. Restrita mais ao meio acadêmico.
Ausência de planejamento de monitoramento e avaliação do programa	Em tese, os recursos devem ser alocados em bolsas e outras ações de laboratórios. O programa deveria ser monitorado a partir dessa alocação e avaliado a partir dos resultados dessas atividades.	Não há disposições de <i>accountability</i> ou mecanismos de monitoramento da iniciativa. Também não foram detectados mecanismos para avaliação do programa.

Fonte: elaboração do autor (2022) com dados obtidos na análise da política.

⁵⁴ Em 2017, três anos antes do lançamento do Napi-Nano, a firma brasileira Aché e a multinacional suíça Ferring inauguraram um laboratório de P&D em nanotecnologia que teve um custo inicial de R\$ 7 milhões, ou seja, mais de 4 vezes o valor do recurso designado para o Napi-Nano sem contar os ajustes inflacionários ou desvalorização cambial ocorrida até 2020. Cf: <https://bit.ly/394zKSb>

Por último, uma indesejável perda da euforia e credibilidade devido à falta de resultados “tangíveis” ou concretos pode transmitir para a sociedade uma ideia de que a iniciativa ou programa de inovação em nanotecnologia foi o que Hirschman (1985) denominou de “tese da perversidade”, ou seja:

...”não se afirma apenas que um movimento ou política não alcançará sua meta, ou ocasionará custos inesperados ou efeitos colaterais negativos: em vez disso, diz o argumento, a tentativa de empurrar a sociedade em determinada direção fará com que ela, sim, se mova, mas na direção contrária” (HIRSCHMAN, 1985, p. 18).

Nesse sentido, caso um cenário muito adverso se materialize afetando a confiança do público, o caminho para novos empreendimentos políticos que visem fomentar tecnologias emergentes ou promover a inovação em nanotecnologia como um fim da ação pública poderiam ser afetados e dificultados para obter legitimidade na sociedade (KEARNES; WYNNE, 2007).

5 ANÁLISE DAS SPIN-OFFS DO NAPI-NANO: PESQUISA SURVEY

Como descrito na metodologia, foi aplicado um questionário de tipo *survey* para participantes do arranjo Napi-Nano, do estado do Paraná. A maioria dos participantes atua como docente/pesquisador das diversas instituições de ensino superior público do estado. Além disso, o *survey* contou com respostas de estudantes de doutorado, pesquisadores de laboratórios e empresários empreendedores do segmento da nanotecnologia na região. Todas as categorias e variáveis consideradas foram levantadas a partir da revisão sistemática de literatura realizada no capítulo 2.

A escolha desta ferramenta de tipo *survey* foi motivado pela sua eficiência de custos e capacidade de captação de dados primários que permitem retratar, de forma exploratória, a composição e *status quo* das capacidades presentes em capital humano dentro do arranjo NAPI-Nano, assim como a percepção desses participantes a respeito dos determinantes das spin-offs acadêmicas. Cabe salientar que o processo de recollecção de dados primários quantitativos foi uma tarefa árdua, devido à falta de resposta dos participantes aos e-mails de contato frequentemente enviados. Em vista disso, o *survey* viabilizou uma estrutura de dados de caráter não probabilística, com amostragem a conveniência e colheita de dados em corte transversal. A estrutura completa do *survey* encontra-se detalhada no Anexo 1.

Em seguida, para munir com alguma validação empírica os resultados quantitativos obtidos, a seção de entrevistas qualitativas teve o intuito de recolher a visão de diversos atores pertencentes ao arranjo NAPI-Nano em um nível maior de detalhe. Como notado na seção metodológica, na programação original da pesquisa, foi previsto contar com um número maior de entrevistas a gestores e diretores de Agências de Inovação (AGI), gestores de Escritórios de Transferência Tecnológica, participantes pesquisadores e empresários empreendedores dos diversos níveis de *expertise* em spin-offs acadêmica. Contudo, em decorrência das limitações impostas pela pandemia de COVID-19 e da atual crise institucional no contexto de CTI das Universidades e demais instituições públicas dedicadas à pesquisa, isso se tornou inviável.

Por exemplo, nas diversas tentativas de contato com a AGI da Universidade Estadual de Maringá (UEM), importante ator no contexto regional de nanotecnologia, obteve-se a seguinte resposta: “em função da falta de recursos a equipe foi reduzida a um único colaborador”, portanto foi inviável atender nossa demanda de informação

apesar das várias tentativas de contato. Situação semelhante ocorreu no caso da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UFPR), das quais não houve nenhum retorno efetivo aos diversos e-mails de contato. A respeito dos outros participantes, somente houve resposta efetiva para participação do Gestor da AGI da UFPR, instituição que parece ter o maior número de spin-offs na região e, da mesma forma, a participação de uma empreendedora com experiência relevante no contexto de spin-offs. Sendo assim, são apresentadas a continuação as seções mencionadas.

5.1 RESULTADOS DA PESQUISA *SURVEY* COM PARTICIPANTES DO NAPI-NANO:

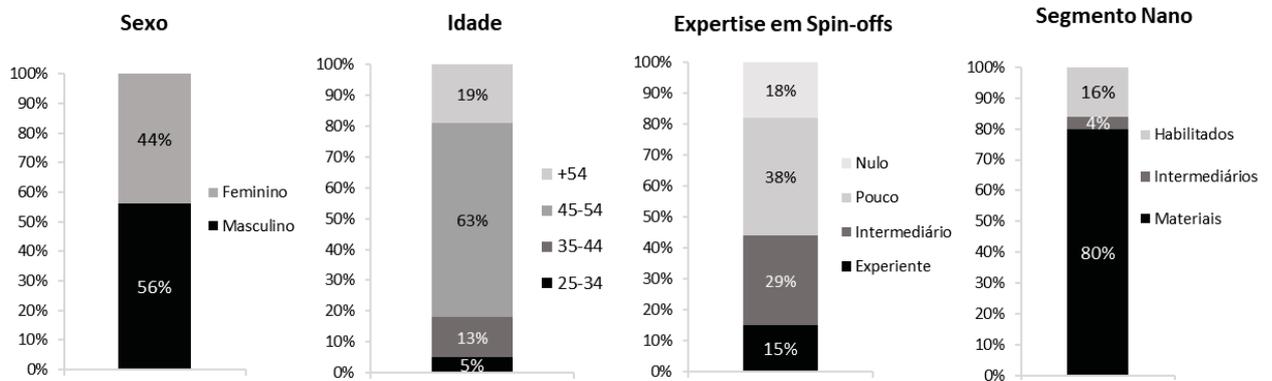
A partir de uma amostra total de 41 indivíduos, todos membros do arranjo Napi-Nano, é apresentado como primeiro ponto o perfil dos participantes. Analisando pelo sexo dos respondentes, o Napi-Nano mostra uma distribuição relativamente parecida com as tendências nacionais de gênero em alguns segmentos de CTI, onde por exemplo, a média de participação feminina em publicações científicas aumentou para aproximadamente 50% nos últimos anos (BID, 2018). Entretanto, ainda a predominância é masculina com 56% do total. Quando analisado pela idade, a maioria dos participantes (82%) têm mais do que 44 anos de idade, o que permite inferir uma certa maturidade vocacional ou “senioridade” profissional.

Considerando o segmento na cadeia de valor de nanotecnologia, percebe-se que o principal segmento de atuação dos participantes é o de nano-materiais (80%). Isso pode ser um indício de baixo grau de complexidade econômica dentro do tecido inovativo de nanotecnologia na região, pois a maior parcela de crescimento do mercado global em nanotecnologia não é resultado da produção de nano-materiais, mas da capacidade de alguns setores para transformá-los em produtos de alto valor agregado (PISCOPO, et al., 2015).

Quando observado o nível de *expertise* dos participantes em relação às spin-offs acadêmicas, pode-se notar que mais da metade é inexperiente (56%), ou seja são profissionais com poucos ou quase nulos conhecimentos e experiências neste tipo de organizações. Por outro lado, aproximadamente um terço dos respondentes (29%) possui conhecimentos intermediários, isto é, sabem o que é uma spin-off acadêmica e já pensaram em algum projeto de empreendimento acadêmico. Apenas

um 15% dos participantes considerou-se como experiente em empreendimentos acadêmicos spin-off. Isso mostra que, *a priori*, o Napi-Nano do Paraná parece seguir uma tendência nacional já observada por alguns estudos da literatura nacional sobre algumas limitações em habilidades de empreendedorismo acadêmico no país, principalmente em se tratando de empreendimentos do tipo spin-off acadêmico (ANDRADE; DE CAMPOS, 2014; PAVANI, 2015; MARTINS, 2014; BORGES; PORTO; DIAS, 2017; CROISFELTS et al., 2020). Na Figura 5, são apresentados os dados acima descritos forma resumida.

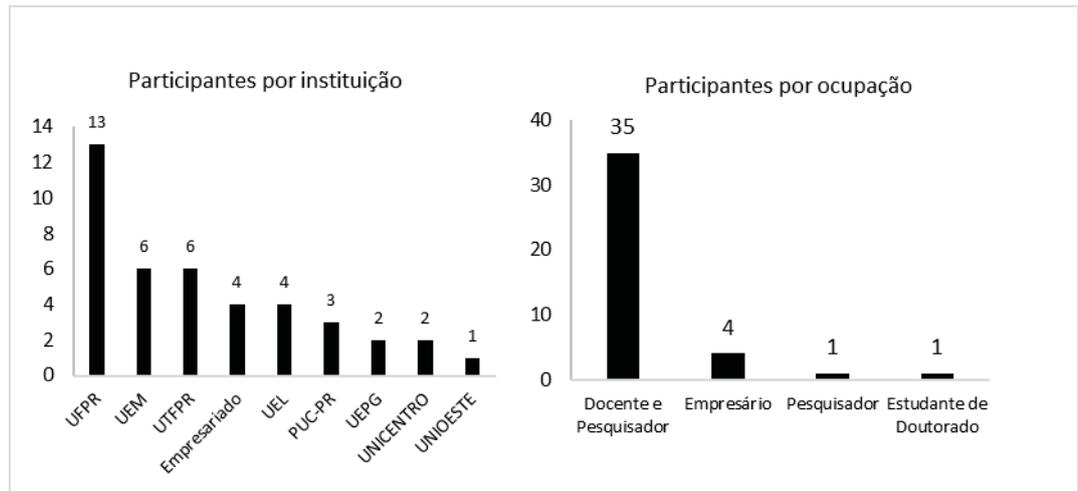
Figura 9 – Overview do perfil dos participantes do Napi-Nano Paraná



Fonte: Elaboração própria com dados do *survey* (2021)

Quando analisada a origem institucional, é possível perceber que os respondentes estão concentrados nas três principais universidades do ecossistema universitário público do Paraná. Contudo, chama a atenção perceber a presença de representantes ligados ao setor empresarial, que, coincidentemente, formam parte dos *experts* em empreendimentos de tipo spin-offs presentes no arranjo. Por outro lado, observando especificamente a ocupação dos participantes, é possível perceber que a maioria se desempenha como docente universitário e pesquisador. Um dado importante de destacar é que todos os participantes da pesquisa julgaram como importante a necessidade de formação em spin-offs e empreendedorismo acadêmico no âmbito dos ICT's. A Figura 6 mostra o perfil por instituição e rol dos participantes.

Figura 6 – Perfil por instituição e rol



Fonte: Elaboração própria (2021)

No total, foram identificadas seis iniciativas de spin-offs acadêmicas, sendo que a metade delas se encontra na fase de criação ou incubação, duas já estão inseridas no mercado e uma delas não atravessou o “vale da morte”. A metade das spin-offs são de pequeno porte, com até cinco participantes, enquanto a outra metade mais de cinco e até no máximo 20 participantes. Cabe salientar que nenhuma das spin-offs parece receber suporte ou financiamento direto por parte das universidades, apesar de existir algum tipo de vinculação formal ou informal. A maior parte das firmas spin-off recebeu financiamento privado, e o segmento de atuação na cadeia de valor predominante é o de nano-materiais. Outro detalhe importante é que as spin-offs estão enquadradas em áreas de aplicação da nanotecnologia definidas como prioritárias pela política norteadora do Napi-Nano, e, por último, detectou-se que somente uma das spin-offs participa ativamente em algum ecossistema de inovação. No Quadro 5 são apresentadas as principais informações sobre as spin-offs observadas no arranjo.

Quadro 5 – Matriz das spin-offs detectadas

Estágio da Spin-off	Criação / incubação	Empresa inserida no mercado	Spin-off morta / falida	Total
	3	2	1	6
Tamanho	1 a 5 participantes	6 a 20 participantes	21 a 50 participantes	Total
	3	3	0	6
Laços com a Universidade	Vínculo formal / recebe suporte ou financiamento	Vínculo formal / não recebe suporte ou financiamento	Vínculo informal	Total
	0	4	2	6
Financiamento	Público	Privado	Ambos	Total
	1	4	1	6
Cadeia de valor	Nano-materias	Nano-intermediários	Nano-habilitados	Total
	4	1	1	6
Área de aplicação	Energia	Agronegócio	Outros	Total
	3	1	2	6

Fonte: Elaboração própria com dados do *survey* (2021)

5.1.1 O perfil dos participantes experientes

Em linhas gerais, dentro da spin-off este participante possui como perfil dominante o de empresário empreendedor ou de sócio fundador (83%), todos conhecem os procedimentos, instituições e regulação sobre patenteamento, mas somente a metade já depositou alguma patente. Um total de 66% dos *experts* já publicou artigos científicos em revistas indexadas, e todos participam em pelo menos algum grupo de pesquisa ou rede científica internacional. No que diz respeito ao conhecimento de negócios a metade deles afirma ter alguma formação ou experiência prática (conhecimento intermediário), enquanto a outra metade se considera experiente em negócios (conhecimento avançado).

No que tange ao seu objetivo profissional, o 33% dos *experts* almeja gerar patentes ou provas de conceito; outro 33% deseja gerar novos produtos para o mercado e ganhos de produtividade, e o restante 33% objetiva a captação de financiamento (público ou privado). A metade dos *experts* afirma ter mais de 10 anos de experiência científica e o restante entre 6 a 10 anos. Por último, em relação ao seu âmbito de atuação, 66% dos participantes experientes se desempenha em ICT e centros de pesquisa pública enquanto o 33% restante se desempenha em centros de P&D privados.

5.1.2 A percepção dos participantes experientes

Todos os participantes *experts* coincidem em que o ambiente macroeconômico brasileiro e o contexto regulatório/burocrático não são favoráveis ou afetam negativamente o desempenho e a viabilidade de spin-offs acadêmicas, enquanto a metade deles percebe que a falta de uma cultura inovadora da universidade-mãe pode retrazar seu crescimento. Ao mesmo tempo, todos os participantes experientes afirmam que a spin-off conta (ou contava) com toda a infraestrutura e equipamentos necessários, sendo um aspecto positivo para o desempenho da firma. Sobre a interação com redes internacionais, a metade dos respondentes percebe isso como um fator que afeta positivamente, enquanto a outra metade aponta essa interação como indiferente.

A metade dos *experts* também afirmam que foi difícil captar financiamento privado para a spin-off em questão, destacando que a única firma falida da amostra se enquadra nessa situação. Assim sendo, o *expert* associado com a spin-off “morta” foi o único em manifestar a ausência de interação/cooperação com outros empresários ou empreendedores, o resto das spin-offs tem interação e é vista como um aspecto que impacta positivamente. Sobre a localização geográfica, a metade dos *experts* manifesta que gerou vantagens competitivas para a spin-offs enquanto a outra metade afirma que é um fator indiferente, que não afeta positiva nem negativamente. No que diz respeito ao conhecimento de procedimentos de patenteamento e transferência tecnológica a maioria dos *experts* indicou essa variável como ponto favorável no desempenho da spin-off em questão.

Sobre o quesito da captação e disponibilidade de financiamento público, os participantes experimentados não tiveram consenso, posto que a metade deles mostrou isso como um problema afrontado enquanto a outra metade mostrou ou fator como favorável. Por último, o acesso a infraestrutura pública de laboratórios SISNANO, as percepções foram diversas, entretanto a metade percebeu o fator como positivo ou presente. A continuação, na Tabela 3, é sintetizado o resultado da percepção dos participantes *experts*: quando um mínimo de quatro percepções coincide em uma categoria se considera um “consenso”; quando a percepção é dividida por igual entre duas ou três categorias se considera “indefinido”; e, quando a percepção é dividida de forma assimétrica sem nenhuma categoria concentrando o mínimo de quatro percepções, se classifica como dissenso entre os *experts*.

Tabela 3 – Percepção dos *experts* sobre fatores que influenciam as spin-offs acadêmicas

Variável	Favorável / Presente / Impacto Positivo	Desfavorável / Ausente / Impacto negativo	Indiferente	Percepção coletiva
<i>Ambiente macroeconômico</i>	0/6	6/6	0/6	Consenso
<i>Contexto regulatório / burocrático</i>	0/6	6/6	0/6	Consenso
<i>Infraestrutura completa</i>	6/6	0/6	0/6	Consenso
<i>Interação com redes internacionais</i>	3/6	0/6	3/6	Indefinido
<i>Financiamento privado (captação)</i>	1/6	3/6	2/6	Dissenso
<i>Cooperação / interação com empreendedores</i>	5/6	1/6	0/6	Consenso
<i>Vantagens da localização</i>	3/6	0/6	3/6	Indefinido
<i>Cooperação com instituições de CT do Governo</i>	4/6	1/6	1/6	Consenso
<i>Domínio de procedimentos de patenteamento e TT</i>	5/6	1/6	0/6	Consenso
<i>Financiamento público (captação e disponibilidade)</i>	3/6	3/6	0/6	Indefinido

Fonte: elaboração própria com dados do survey (2021)

5.1.3 O perfil profissional dos participantes no nível intermediário de expertise

Olhando para o perfil profissional dos respondentes classificados no nível intermediário (aqueles que sabem o que é uma spin-off acadêmica e já pensaram em algum projeto de empreendimento acadêmico, mas ainda não o colocaram em prática), percebe-se que a maioria conhece procedimentos de patenteamento e regulação, mas nunca depositaram patentes (72%). Além disso, todos afirmam ter publicações em jornais indexados nacionais ou internacionais (100%) assim como todos formam parte de grupos de pesquisa ou redes científicas no contexto nacional ou internacional.

O perfil acadêmico deste segmento é nítido, dado que maioria destes respondentes intermediários identificam como seu principal objetivo profissional a pesquisa e publicação de resultados (90%), e esse perfil é confirmado no fato da maioria deles ter poucos ou quase nulos conhecimentos em negócios (90%), e todos afirmam ter unicamente experiência em ICT's e centros de pesquisa públicos. O principal segmento de atuação deste grupo são os nano-materiais. Cabe salientar, que a maioria dos projetos já pensados por estes atores estão concentrados na área de meio ambiente (45%) e saúde (45%), ambas estratégicas para o Napi-Nano.

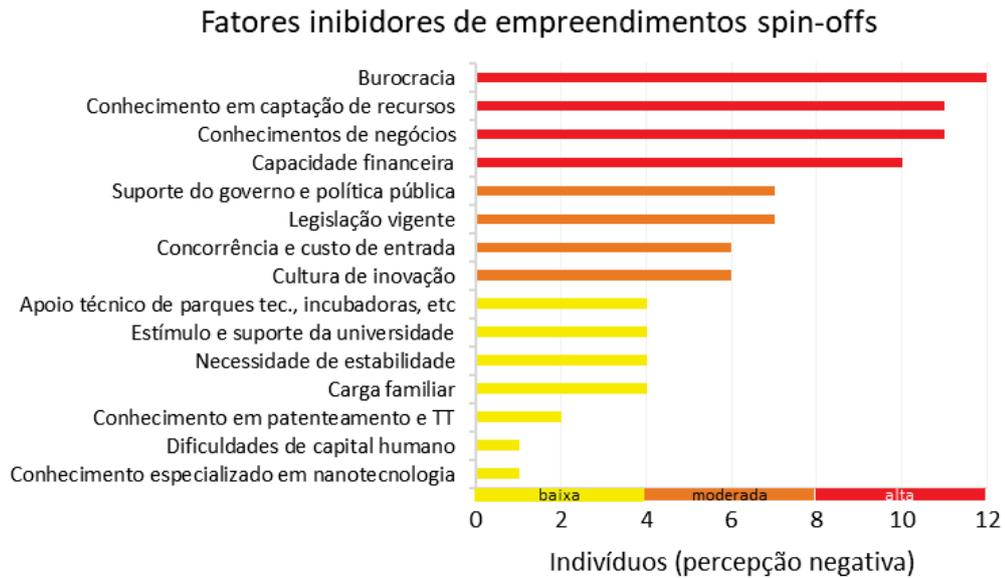
5.1.4 A percepção dos participantes com conhecimentos intermediários

Em seguida, quando analisada a percepção dos fatores inibidores ou que dificultam o empreendimento de projetos de spin-offs universitários, os resultados mostram que a “falta de uma cultura de inovação na sociedade” é visto como um importante empecilho pela metade destes participantes (50%). Já os fatores culturais relacionados à procura por estabilidade ou a pressão da carga familiar são percebidos como elementos negativos (ainda que em menor medida) na propensão a empreender (33%). Por outro lado, o aspecto burocrático (no sentido de trâmites e procedimentos) é um fator que inibe a intenção de empreender de todos os participantes intermediários que responderam à pesquisa.

Resulta interessante destacar que a maior parte dos respondentes deste perfil intermediário não percebem dificuldades em relação à procura de capital humano especializado ou necessidade de conhecimentos avançados em nanotecnologia (90%), nem de patenteamento ou transferência de tecnologia (84%). Esse resultado parece estar alinhado com um perfil primordialmente acadêmico, distanciado das práticas de negócios, e bastante próximo da pesquisa de base e das atividades científicas intensivas. Isso fica evidente no 90% dos intermediários que considera a falta de conhecimento em captação de financiamento como empecilho para empreender, assim como 84% considera que a falta de conhecimentos em negócios outro aspecto que dificulta a geração de spin-offs. Da mesma forma que um 60% dos intermediários consideram a falta de suporte direto do governo via política pública como elementos inibidores do empreendedorismo acadêmico.

Já em relação ao suporte técnico por parte de parques tecnológicos ou incubadoras, 60% dos participantes intermediários consideram que não é um problema ou barreira para empreender spin-offs. Por último, um indivíduo deixou uma constatação por extenso que merece atenção, indicando que somente conheceu as spin-offs universitárias quando foi fazer seu pós-doutorado nos Estados Unidos, e que antes disso o assunto era totalmente inexistente para ele. Isso reflete, direta ou indiretamente, a falta de uma “cultura inovativa” e empreendedora dentro do contexto acadêmico paranaense. Por último, na Figura 7, é apresentada a percepção sobre fatores inibidores de empreendimentos de spin-offs acadêmicas por parte de participantes do nível intermediário de *expertise*.

Figura 11 – Percepção dos fatores inibidores dos participantes de perfil “intermediário”



Fonte: Elaboração própria com dados do *survey* (2021)

5.1.5 A percepção sobre a prioridade da política pública

Foi perguntado para os participantes quais deveriam ser as principais prioridades da política pública de inovação em nanotecnologia no Paraná, os resultados foram ponderados pela frequência relativa da ordem de importância na escolha de cada um dos participantes experientes e intermediários. Ambos perfis dos candidatos recomendam a priorização da cultura de inovação da sociedade, assim como a articulação público-privada. Entretanto, enquanto os menos experientes ou intermediários recomendam a priorização da flexibilização burocrática, os mais experientes preferem que a política priorize a dotação monetária de recursos. Na Figura 8 são elencadas as recomendações de prioridade da política pública a partir da percepção dos participantes do NAPI-Nano.

Figura 12 – As prioridades da política pública de inovação na percepção dos participantes



Fonte: elaboração do autor com dados da pesquisa *survey* (2021)

A possível explicação dessa percepção pode estar relacionada ao fato dos empreendedores ou participantes experientes terem maior capacidade para captar recursos, tanto público quanto privados, tendo maior propensão para preferir o suporte e fomento financeiro. Por outro lado, os cientistas, empreendedores, ou participantes menos experientes podem ter tido maiores dificuldades com as travas “burocráticas” ao longo da carreira, e, em parte, a inexperiência ou desmotivação para a captação de recursos pode estar relacionada com essa percepção.

5.1.6 O perfil profissional dos participantes com pouco o nulo conhecimento em spin-offs

Este grupo representa a maioria dos participantes do arranjo NAPI-Nano. No geral, o 58% destes participantes apresenta mais de 10 anos de experiência com pesquisa científica, e o restante 42% entre 6 e 10 anos. Todos os respondentes deste segmento têm alguma experiência com publicações científicas nacionais ou internacionais, e um alto porcentagem deles (75%) definem seu principal objetivo profissional como voltado à pesquisa e publicação de resultados. Todos os respondentes também afirmaram participar de grupos de pesquisas ou redes/sociedades científicas nacionais ou internacionais. A princípio, tais evidências são sinais de profissionais experientes na pesquisa e com alto perfil acadêmico.

Quase todos os participantes do grupo declaram conhecer os procedimentos, instituições e regulação de patenteamento (90%), ainda que somente uma parte deles já depositou alguma patente (49%). Além disso, 80% respondentes declara não possuir conhecimentos em negócios o que é um sinal da baixa propensão a empreender ou exercer atividades “de mercado”. Esse último ponto é confirmado pelo fato que o 100% dos participantes declara que sua principal experiência científica ou de pesquisa se deu em instituições do âmbito público.

Além disso, merecem destaque alguns dos comentários realizados por participantes do perfil com “pouco o nulo conhecimento” em spin-offs: “...depósitos e concessão de patentes requerem pesquisa e transferência de tecnologia requer outras habilidades e ajuda de outros profissionais” (E11SURVEY, 2021) e também o comentário:

“...patentes necessariamente vêm de pesquisas na área de materiais. Acho muito difícil fazer a transferência de tecnologia. Habilidades de pesquisadores difere muito dos que trabalham com transferência de tecnologia, deve existir uma ponte entre esses profissionais. Um conhece o mercado, mas não conhece o produto e o outro conhece o produto ou tecnologia, mas não conhece o mercado” (E18SURVEY, 2021).

Isso mostra a necessária aproximação entre profissionais da pesquisa e profissionais das áreas de patenteamento ou transferência tecnológica, a interprofissionalidade e multidisciplinariedade são características próprias da área de nanotecnologia, conformar equipes dentro dos novos arranjos inovativos, escritórios de transferência tecnológica e agências de inovação pode ser fundamental para atingir melhores resultados em termos de depósito de patentes e transferência de tecnologia, assim como para impactar positivamente a troca de conhecimentos e a motivação de novos participantes para o empreendimento de spin-offs acadêmicas.

5.2 LEVANTAMENTO DE DADOS QUALITATIVOS: ENTREVISTAS COM ATORES

Nesta seção é apresentada uma síntese dos resultados obtidos a partir de duas entrevistas desenvolvidas com atores do ecossistema regional de inovação do Paraná. A primeira entrevista foi concedida pelo Diretor da Agência de Inovação (AGI-UFPR) da Superintendência de Parcerias e Inovação (SPIn) da UFPR, na seção será considerado com as siglas de E1 (entrevistado 1). A segunda das entrevistas foi

concedida por uma empreendedora no setor da nanotecnologia que atua na gestão de uma firma de caráter spin-out que forma parte da rede do arranjo NAPI-Nano.

5.2.1 Entrevista 1: o *status quo* das spin-offs acadêmicas na SPIn-UFPR

Devido ao pouco tempo de atuação dentro da SPIn, o entrevistado não conseguiu fornecer informações relacionadas ao *status quo* no momento da entrevista. As principais variáveis ou informações relacionadas a este ponto versam sobre: as principais áreas das empresas; resultados de destaque em termos de mercado; nível aproximado de faturamento; taxa de “sobrevivência”, entre outros. Contudo, mediante informações fornecidas a *posteriori* pelo participante e sua equipe de trabalho foi possível mapear que:

- i) O número atual de firmas incubadas⁵⁵ diretamente com a AGI-UFPR (algumas consideradas spin-offs acadêmicas) é de 8 empresas. Entretanto, é necessário salientar que não existem dados tabelados a respeito de parcerias e geração de empresas a partir dos próprios departamentos de pesquisa da UFPR, pois a agência não possui tais informações.
- ii) A taxa de sobrevivência utilizada nas auditorias da Controladoria Geral da União (CGU) é a mortalidade no primeiro ano, e a mortalidade em até cinco anos. No caso da SPIn UFPR, a taxa de sobrevivência no primeiro ano foi de 100%, e no horizonte de 5 anos de 87%, com uma empresa falida nos seu segundo ano de atuação. Nos últimos dois anos, uma das empresas pediu desligamento da agência e outra foi desligada por não atender as expectativas no processo de desenvolvimento.
- iii) A maioria das firmas está relacionada com o Setor de Ciências Agrárias da UFPR: nutrição animal; zootecnia e aquicultura; micropropagação de plantas; e, biofertilizantes. Duas das firmas pertencem ao Setor de Ciências Biológicas: zoologia e meio ambiente; genética e biologia

⁵⁵ Neste caso, foi informado que as empresas incubadas diretamente por empreendedores/discendentes que procuram a Agência de Inovação da UFPR e participam do edital de seleção (E1, 2021).

molecular. Uma das firmas é do Setor de Ciências Humanas: ensino digital de língua alemã. E, por último, uma das firmas pertence ao Setor de Engenharia (porém, não utiliza as instalações ou laboratórios da UFPR): automações industriais.

Não foi possível mapear outros detalhes intrínsecos das firmas como o nível de faturamento ou o número de empregados, devido às limitações das informações recebidas. No caso das possíveis firmas spin-offs de nanotecnologia, provavelmente têm sido empreendidas de forma independente, desde os próprios departamentos de pesquisa em materiais e nanotecnologia da UFPR.

Em seguida, o participante trouxe sua percepção baseada na trajetória pessoal e profissional no âmbito do empreendedorismo acadêmico sobre as **principais barreiras e elementos que impedem a sobrevivência das spin-offs ao “Vale da Morte”**:

“Eu acredito que as principais barreiras para o desenvolvimento de spin-offs acadêmica é o conflito que pode existir entre o alto conhecimento e potencial tecnológico da ideia com a falta de habilidade empreendedora dos acadêmicos. Além disso, muitas ideias com alto potencial perdem força ao não encontrarem investimentos e/ou financiamentos, o que gera uma desmotivação pessoal/profissional nos acadêmicos. Isto, de certa maneira, tem relação com o desconhecimento do mercado quanto a estes novos empreendimentos, o que pode gerar certa desconfiança”. (E1, 2021).

Na perspectiva do entrevistado é possível que exista conflito entre potencial conhecimento especializado em tecnologia e a demanda por habilidades empreendedoras por parte dos acadêmicos. Essa apreciação reflete, em parte, alguns dos resultados obtidos no *survey* com o perfil profissional dos participantes com pouco ou nulos conhecimentos em spin-offs dentro do NAPI-Nano. Da mesma forma, a noção de incerteza aparece presente na perspectiva deste ator e retrata uma barreira que poderia ser contornada, por exemplo, mediante políticas públicas de capacitação em empreendedorismo.

A continuação o foco da seguinte questão foi sobre a **relação da AGI-UFPR e suas spin-offs com o mercado privado**. Qual tem sido o papel do mercado? Como tem sido a captação de investimento privado? Qual a relação dos cientistas com a esfera privada?

“Demandas reais da sociedade podem direcionar o desenvolvimento de novas ideias e, conseqüentemente, spin-offs acadêmicas. Quanto aos cientistas, penso que há dois tipos perfis principais. Por um lado, cientistas com uma cultura mais conservadora e com menos interesse e/ou inserção no mercado privado em busca de investimentos, limitando suas pesquisas e inovações ao meio acadêmico. Por outro lado, há o perfil de cientistas que buscam inovar, desenvolver ciência básica e aplicada pensando em transferência de know-how e tecnologias para o mercado privado. Conseqüentemente, isso acaba atraindo investimentos privados para a universidade pública. Há vários grupos da universidade com uma excelente relação com o mercado privado, mostrando que é possível estreitar a relação universidade-empresa”. (E1, 2021).

De acordo com a percepção transmitida pelo entrevistado, existem dois perfis principais de cientistas: os “conservadores”, bastante restritos a resultados acadêmicos; e, os “inovadores” aqueles indivíduos na procura de transferência de tecnologia para o mercado. Nesse contexto, na percepção do respondente dentro da UFPR existem grupos com boa reputação e relação com o mercado. Contrastando com o resultado da pesquisa *survey*, pode-se inferir que a maioria dos participantes do NAPI-nano tendem para esse perfil “conservador”. De fato, poderia ser interessante para novas pesquisas realizar um mapeamento sobre a presença de cientistas inovadores dentro das universidades do sistema de inovação regional paranaense.

Em seguida, foi tratada a questão da presença de spin-offs acadêmicas de nanotecnologia dentro da SPIn-UFPR, o curto período do participante dentro da agência limitou a amplitude e detalhamento da resposta:

“Conforme lhe comentei anteriormente, eu recém ingressei na SPIn, o que me limita quanto as informações sobre histórico requeridas. Porém, o campo de nanotecnologia na UFPR é muito forte, visto que temos o LCNano vinculado à Rede SISNANO do MCTIC e com muitos pesquisadores no próprio Arranjo NAPI-Nano. Conseqüentemente, esta forte atuação da UFPR no campo da nanotecnologia tende a instigar os acadêmicos a criar spin-offs”. (E1, 2021).

O protagonismo da UFPR no âmbito da nanotecnologia é evidente também nos resultados da pesquisa *survey* do NAPI-Nano, uma vez que a maioria dos participantes pertencem a tal instituição. A partir desta pesquisa pode se gerar uma agenda para novas investigações específicas dentro dos departamentos e âmbitos relacionados com o LCNano, para compreender como se dá a dinâmica inovativa interna e geração de spin-offs nesse contexto? Em vista que, pelo menos desde a SPIn-UFPR não há indícios de uma forte interação entre a Agência de Inovação da

UFPR e os empreendedores acadêmicos que provavelmente atuam nesse segmento nano da universidade.

O último tópico abordado na entrevista foi sobre os **impactos da atuação do governo** na dinâmica inovativa e na geração de spin-offs acadêmicas. Além disso, buscou-se mapear na perspectiva do entrevistado qual deveria ser o foco de atuação da política pública de inovação no contexto regional:

“O suporte do governo Federal Estadual e/ou municipal tende a ser uma ferramenta para obtenção de resultados positivos na geração e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas. O apoio das esferas governamentais pode ser feito por meio de incentivos aos meios que apoiam o desenvolvimento de spin-offs, tais como agências de inovação, parques tecnológicos, entre outros. Por exemplo, o Programa Centelha existente em vários estados do Brasil é uma maneira de incentivar o desenvolvimento dessas spin-offs acadêmicas. Outros editais específicos para subsidiar ideias parcialmente e/ou totalmente ideias inovadoras nascidas em spin-offs também é uma maneira de dar suporte a estas questões”. (E1, 2021).

Basicamente, na perspectiva deste ator, o suporte do governo deveria ser canalizado mediante as instituições que suportam as atividades de geração e desenvolvimento de spin-offs, como as agências de inovação e parques tecnológicos. Um elemento importante, que pode ser mapeado a partir de futuras pesquisas é a iniciativa “Centelha”, um instrumento ou programa de política que visa fomentar no estado do Paraná a “criação de empreendimentos inovadores e disseminar a cultura empreendedora... [mediante] capacitações, recursos financeiros e suporte para transformar ideias em negócios de sucesso” (MCTI, 2021). Tal iniciativa é promovida e financiada no Brasil pelo MCTI e a FINEP, e no caso do Paraná é executada pela FA. O edital de participação do programa é aberto para qualquer cidadão maior de idade com ou sem cadastro de pessoa jurídica (CNPJ) no país, nesse sentido é provável que a principal forma de geração de novas firmas seja de caráter “startup” e não necessariamente spin-off acadêmicas. Por último, a perspectiva deste ator da SPIn-UFPR coincide com a prioridade apontada na pesquisa *survey* por parte dos participantes *experts* do NAPI-Nano enquanto ao suporte monetário do governo para o fomento das iniciativas spin-offs.

5.2.2 Entrevista 2: a percepção desde um ator empreendedor que forma parte do arranjo NAPI-Nano

O primeiro ponto foi o mapeamento do **perfil profissional do empreendedor**: trata-se de uma profissional do sexo feminino; com formação acadêmica em química, apesar de ter formação de base na área do direito (na qual exerceu 15 anos). Conta com diversos estudos de especialização em áreas como empreendedorismo tecnológico; direito eletrônico e nanotecnologia. Atualmente conta com 3,5 anos de experiência como gestora de uma firma [spin-out]⁵⁶ de nanotecnologia que forma parte do Napi-Nano, na área de materiais. Também exerce como sócia de uma startup voltada para processos de química verde e atua na gestão de uma empresa de investimentos dedicada a fomentar empreendimentos de base tecnológica. Em relação a patenteamento, sua firma tem desenvolvido alguns processos e também possui alguns convênios de transferência tecnológica com algumas instituições públicas e privadas, mas sem se tratar de transferência pública de tecnologia.

Em seguida, foi mapeada a **trajetória da firma**, que começa em 2013, com investimentos de base em nanotecnologia que derivaram em projetos para catalisadores de biodiesel, chegando a desenvolver uma estrutura de laboratório e planta industrial em Curitiba. Contudo, em 2018 por questões financeiras e de “aceitação da tecnologia” esse projeto foi descontinuado. A entrevistada 2 relata que esse momento de cisão foi seu ponto de entrada na firma: “...o grupo ficou com a estrutura física investida e eu assumi a coordenação da empresa para reestruturá-la totalmente” (E2, 2021). Ou seja, a entrevistada assumiu em 2018 uma firma com problemas operacionais e financeiros que a colocavam no limiar no chamado “vale da morte”. *A priori*, a experiência da empreendedora coincide com a idade da firma, entretanto, deve ser considerado também o período de gestação e crescimento. Desta forma, pode-se concluir que a firma possui aproximadamente 9 anos de trajetória. Em termos de tamanho, a firma evoluiu em seu quadro de funcionários: “...começamos em 3 pessoas, atualmente somos 11 colaboradores entre funcionários e prestadores de serviços, sendo 3 pós-doutores e um doutorando, além das equipes que fomentamos externamente em projetos com as universidades” (E2, 2021).

A seguinte pergunta foi relacionada com os **laços da firma com a universidade**: a firma conta com projetos em parceria com universidades do arranjo

⁵⁶ A firma foi identificada nesta pesquisa não como uma spin-off acadêmica, mas como uma spin-out porque não há um controle gerencial direto da universidade sobre esta, mesmo que haja laços informais e que parte dos fundadores tenham filiação institucional com a universidade (PAVANI, 2015).

NAPI-nano, como é o caso da UFPR e UEL, sem que isso as posicione como universidades-mãe. Além disso, entre a equipe formadora da firma há presença de acadêmicos de instituições como a PUC-PR. Na visão da empreendedora entrevistada, o vínculo com a universidade tem sido bastante positivo:

...importante citar que a primeira bolsa de estágio privado da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) da UFPR foi num projeto [nosso]. Conseguimos desenvolver essa linha na universidade e realmente achamos que se trata de um marco importante no relacionamento indústria-academia (E2, 2021).

É precisamente, pelo fato de a universidade não ter um laço formal ou direto com esta firma que pode se considerar como spin-out e não uma tipologia “pura” de spin-off. Entretanto, a constante interação com as universidades tipifica, nitidamente, o caráter de empreendedorismo acadêmico da organização.

Na seguinte questão foi mapeado o **segmento de atuação na cadeia de valor nano**: a princípio, a firma analisada se insere no segmento dos nano-materiais. Entretanto, conforme expressado pela empreendedora, também desenvolve alguns outros produtos no segmento de nano-intermediários e habilitados:

“...trabalhamos no desenvolvimento de nanopartículas de sílica, óxido de zinco e dióxido de titânio em diferentes tamanhos, formatos e funcionalizações, passando por produtos intermediários como aditivos para concreto, tintas, polímeros, dentre outros...Testamos também algumas aplicações para produtos finais, como têxteis e superfícies biocidas ativas, com o intuito de nos aproximarmos de fabricantes para a venda de nanopartículas e/ou o desenvolvimento de soluções para bens acabados. As aplicações de nano-habilitados são desenvolvidas em parceria com outras indústrias e institutos, pois demandam equipamentos próprios de cada indústria” (E2, 2021).

Dado que o padrão regional de atuação das firmas e cientistas participantes que pertencem ao NAPI-Nano dentro da cadeia de valor é majoritariamente localizado no segmento de nano-materiais, esta firma parece ser bastante inovadora e bem relacionada com os setores industriais da região. O fato desta firma poder alcançar a produção de nano-habilitados mostra os potenciais do mercado regional paranaense para o aumento da complexidade econômica na indústria nano.

A continuação foi abordada a **relação com parques industriais/tecnológicos ou ecossistemas de inovação**: na perspectiva da empreendedora, a firma ainda não faz parte ou se relaciona diretamente com parques tecnológicos. Entretanto, há projeções de futuro para expandir e gerar uma nova spin-off a partir da própria firma:

“...provavelmente nos próximos 24 meses, e para tanto buscaremos um local que nos dê um incentivo fiscal para a planta industrial” (E2, 2021). Em relação aos ecossistemas de inovação, a firma participa de algumas iniciativas como o NAPI-Nano, porém “...nosso desenvolvimento nunca este sediado dentro de uma incubadora ou aceleradora.” (E2, 2021). Considerando a idade da firma, é necessário destacar o fato da sua sobrevivência ao vale da morte sem o suporte direto de instituições especializadas ou de alguma universidade-mãe, e ainda vale a pena ressaltar a visão empreendedora de crescimento e geração de novas spin-offs.

Nesse cenário, resulta necessário indagar a respeito das percepções da empreendedora a respeito dos **fatores que influenciam o processo inovativo e empreendedor no contexto paranaense**:

O primeiro ponto foi sobre o **ambiente econômico macro e micro no Brasil**, a respeito disso a empreendedora comentou:

“Impacto alto da situação macroeconômica, pois, dependemos de algumas matérias primas importadas, como polímeros especiais. O aumento no custo do transporte internacional e a mudança no câmbio impactaram negativamente o preço de alguns dos nossos produtos e geram uma preocupação sobre a disponibilidade dessas matérias primas. Quanto ao fiscal, prevemos estratégias para no futuro próximo obtermos algum benefício para implantação de uma spin-off... em outro estado.” (E2, 2021)

Desde o olhar empreendedor é possível perceber que o ambiente e cenário econômico impacta notadamente as atividades da firma, inclusive se faz presente a questão apontada na análise da política sobre a dependência da importação e como isso pode inviabilizar iniciativas de inovação com recursos limitados. Além disso, há um elemento que merece atenção para os formuladores de política e são os incentivos fiscais, fica evidente que há interesse e procura de este tipo de incentivo por parte dos empreendedores de nanotecnologia paranaenses.

O segundo ponto ou variável a ser avaliada pela entrevistada foi relacionada com o **cenário sociocultural** (cultura de inovação da região; aspectos familiares e pessoais; a procura por satisfação individual, etc.):

“A cultura da inovação certamente nos impacta positivamente. Na maior parte das vezes o contato inicial nas empresas se dá pelo setor de inovação. Esse desenvolvimento também nos auxilia a enfrentar a questão de medo de novas tecnologias. Os aspectos pessoais e de satisfação individual também são relevantes... a carga de trabalho é realmente muito alta e a equipe precisa estar motivada em fazer algo novo e relevante e também a ter uma recompensa financeira futura” (E2, 2021).

Da mesma forma que na pesquisa *survey*, a “cultura da inovação” aparece como um fator que impacta e tem influência sobre o desenvolvimento das spin-offs acadêmicas. Tal ideia pode gerar novas pesquisas relacionadas que procurem uma melhor definição sobre a percepção dos empreendedores e da sociedade sobre a adoção de uma cultura empreendedora. Perguntas que podem nortear essa rota de pesquisa poderiam ser: o que explica que na região paranaense exista uma percepção de uma cultura empreendedora? Qual tem sido o papel da última agenda do governo regional nesta percepção?

A terceira variável comentada pela entrevistada foi relacionada ao atual **marco jurídico e regulatório**, principalmente no sentido “burocrático” e seu impacto sobre o processo de empreendedorismo no contexto da nanotecnologia:

“Na área de materiais não há um sandbox regulatório que nos auxilie. Somos [uma spin-out], mas somos exigidos tal qual uma indústria química. Então precisamos nos preocupar com uma série de licenças obrigatórias que tornam o processo oneroso e moroso, especialmente quando envolve a área de vigilância sanitária. No Brasil ainda somos muito voltados a tecnologia no sentido de TI e não de materiais. Assim, apesar de serem áreas totalmente distintas, elas acabaram no mesmo arcabouço regulatório, o que não funciona para materiais e atrasa nosso desenvolvimento” (E2, 2021).

Na visão empreendedora, a falta de regulação focalizada para firmas de nanotecnologia de menor tamanho como startups, spin-offs e spin-outs pode representar um empecilho, uma vez que as exigências se equiparam com indústrias de grande porte. As futuras propostas de legislação devem considerar esta realidade, para evitar os prejuízos possíveis acima descritos pela empreendedora. A participação dos setores envolvidos (tanto a nível de riscos das tecnologias, quanto a nível empresarial e tecnológico) será fundamental para mitigar o impacto negativo que esse *status quo* regulatório parece causar.

A quarta variável analisada na entrevista foi o impacto do **financiamento público e privado** no processo de desenvolvimento da firma analisada:

“[A firma] é financiada por um investidor privado, então este é nosso maior impacto. Temos que cumprir nossas metas sob pena de desinvestimento. Se pensarmos em financiamento público para o aporte direto de valores na companhia...este não é um tema de alto impacto em razão do investimento privado... não captamos recursos dessa forma. Contudo, importante citar que o cartão BNDES foi importante quando da construção do laboratório e financiamento de alguns equipamentos. Por outro lado, no tocante a financiamento público para contratação de projetos, especialmente EMBRAPPII, o impacto é bastante alto e positivo, pois contratamos vários projetos para desenvolvimento conjunto e isso nos confere visibilidade e credibilidade.” (E2, 2021).

Na dinâmica da spin-out analisada, o financiamento privado parece ter o maior protagonismo. As exigências do financiamento privado parecem demandar maior competitividade da firma, e, por tanto, a obtenção de resultados positivos se torna um objetivo praticamente de sobrevivência para a organização. Já no que diz respeito ao financiamento público, ainda que a empreendedora manifesta não contar com incentivos diretos, é possível observa a presença de efeitos diretos e indiretos, seja mediante instrumentos financeiros como o “cartão do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)” ou mediante o aumento da reputação da firma mediante a parceria com instituições públicas de renome como no caso da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII).

A quinta variável avaliada pela empreendedora é sobre o impacto da relação **e interação com agências de inovação:**

“A interação com agências de inovação... não teve um impacto direto, mas certamente contribuiu muito para minha visão como gestora. Na época em que busquei esta via tudo era muito direcionado para TI, não se falava quase em materiais. Por outro lado, com instituições de ciência e tecnologia há um impacto positivo, pois nossa estratégia de desenvolvimento da companhia envolve a contratação de projetos e estes se dão via estas instituições, o que está relacionado com o tema capital humano” (E2, 2021).

Neste caso há coincidência com a visão apontada nos comentários de alguns dos participantes do NAPI-Nano com pouco o nulo conhecimento em spin-offs, sobre a necessidade de interação entre profissionais do âmbito da transferência tecnológica e cientistas e pesquisadores com conhecimentos nas tecnologias específicas. No caso da empreendedora em questão, a interação com as agências de inovação teve um impacto sobre sua visão como gestora (provavelmente relacionada com a absorção de conhecimentos técnicos no âmbito da transferência de tecnologia ou gestão da inovação).

A sexta variável indagada foi sobre o elemento **capital humano**, que na visão da empreendedora é um: “...fator de elevado impacto pois é necessário capital humano bastante qualificado para o desenvolvimento de projetos”. (E2, 2021). Em sintonia com os resultados do *survey* do NAPI-Nano, a questão do capital humano parece ser um ponto forte a favor do ecossistema de nanotecnologia no contexto paranaense.

A sétima variável discutida com a empreendedora foi a questão da **infraestrutura**:

“Desenvolver materiais depende de uma infraestrutura muito cara. Na [empresa] foi realizado um alto investimento em infraestrutura quando do projeto anterior. Essa infraestrutura nos auxiliou a progredir mais rapidamente do que se tivéssemos que depender de testes terceirizados todo o tempo. Ao longo dos anos entendemos que não é tão trivial contar com outros laboratórios e o desenvolvimento de tecnologia depende de infraestrutura adequada”. (E2, 2021).

O alto custo da infraestrutura no contexto da nanotecnologia tende a ser uma das principais barreiras de entrada para novos empreendimentos. Nesse sentido, fica evidenciado que contar com adequada infraestrutura pode ser um fator chave para o sucesso das spin-offs acadêmicas. No caso do arranjo NAPI-Nano, uma das visões é poder re(aproveitar) a estrutura já existente no entramado tecnológico de nanotecnologia que existe na região. Contudo, como bem apontou a empreendedora, o fato da firma depender da infraestrutura de outras instituições para desenvolver seus produtos pode representar um empecilho ou dificuldade.

Por último, entre as variáveis que podem impactar o surgimento e desenvolvimento de spin-offs e empreendimentos de base tecnológica em nanotecnologia, a entrevistada sugeriu uma “nova” variável que parece pouco explorada nos estudos de inovação e empreendedorismo acadêmico: a fé. Neste sentido, a variável teria um impacto positivo e a entrevistada comenta que:

“A fé é um fator fundamental. Nas épocas em que tivemos que dar alguns passos para trás no desenvolvimento foi a fé que nos deu forças para trabalharmos em equipe e superarmos os obstáculos”. (E2, 2021).

Este elemento explicativo pode ser abordado a partir da cultura, e merece atenção especial por se tratar de um tópico não detectado pela literatura consultada na revisão e com potencial para exploração em futuras pesquisas. Futuras pesquisas

comparativas podem direcionar a análise das firmas para a avaliação do desempenho como variável dependente e a “fé” como uma das possíveis variáveis explicativas.

Em seguida, o Quadro 6 apresenta uma síntese da percepção de influência das variáveis explicativas sobre o surgimento e desempenho de novos empreendimentos de caráter spin-off em nanotecnologia.

Quadro 6- Percepção de influência das variáveis no olhar do empreendedor

Aspecto	Percepção
Ambiente econômico	Alto impacto negativo
Cultura da inovação	Impacto positivo
Marco jurídico / regulatório	Impacto negativo
Financiamento público	Neutralidade do impacto
Financiamento privado	Alto impacto positivo
Interação com AGI	Baixo impacto positivo
Capital humano	Alto impacto positivo
Infraestrutura	Alto impacto positivo
Outras variáveis: Fé	Alto impacto positivo

Fonte: Elaboração do autor (2022) com base nos resultados obtidos na pesquisa.

Na penúltima parte da entrevista, o intuito foi captar a percepção da empreendedora sobre **o arranjo NAPI-Nano e sua influência na dinâmica empreendedora de sua empresa:**

“O NAPI-Nano traz benefícios por nos manter numa base de interesse comum sobre o tema nanotecnologia, o que facilita a interação com a academia, especialmente em outras cidades. Acredito que o desenvolvimento conjunto nessa área é importante por se tratar de algo muito novo e que precisa de muitas equipes pensando em conjunto sobre temas coligados. Contudo, no quesito de desenvolvimento de negócios, o NAPI ainda não gerou interações para a [nossa firma]. Talvez a rede ainda não tenha atingido um público um pouco menos especializado, mas que se beneficiará enormemente do trabalho que vem sendo desenvolvido pelos membros do NAPI”. (E2, 2021).

Em linhas gerais, a percepção da empreendedora sobre o NAPI-Nano é positiva, uma vez que será um instrumento que permite a conexão entre entidades e

atores da nanotecnologia que provavelmente não teriam suficiente interação sem este tipo de iniciativa. Entretanto, a entrevistada identifica as principais limitações do arranjo, uma vez que parece estar mais próximo do contexto acadêmico ou “especializado”. Assim sendo, o NAPI-Nano não tem gerado oportunidades de negócio para esta firma, ou as interações não tem sido percebidas como potenciais para o desenvolvimento de novas oportunidades de negócios, sendo que o foco principal parece ter sido a aproximação com o âmbito acadêmico e de pesquisa.

Já na parte final da entrevista o foco esteve em dois aspectos importantes para esta investigação, o primeiro relacionado com o **suporte direto do governo** e seu impacto na dinâmica empreendedora da firma sob análise:

“Nunca recebemos aportes financeiros diretos. Na verdade, inscrevemos 2 ótimos projetos para o SIBRATECNANO em parceria com a UFPR mas não foram aprovados – possivelmente por questões políticas. Após essas experiências temos preferido investir com capital próprio. Contudo, nos beneficiamos com a contratação de projetos, especialmente via EMBRAPII, onde nosso aporte financeiro é baixo por sermos uma [spin-out]. Temos um projeto com o CETIQT via EMBRAPII onde nossa contrapartida ficou abaixo de 20% do valor do projeto e isso nos auxilia muito no desenvolvimento.... A contratação de projetos pelo sistema das indústrias SENAI também já nos beneficiou através do segmento aliança industrial. Assim, podemos desenvolver em parceria agregando conhecimentos de outras equipes especializadas para testar nossos materiais a um custo mais acessível”. (E2, 2021).

Resulta interessante que na visão da empreendedora há possíveis conflitos de interesse ou “questões políticas” no contexto da aprovação de projetos em iniciativas como o SibraTECNANO: “um instrumento de aproximação, articulação e financiamento de projetos cooperativos entre micro, pequenas, médias e grandes empresas e ICTs que fazem parte do SisNANO (SibraTECNANO, 2021). Assim sendo, parece que a empresa nunca teve aportes financeiros diretos por parte do governo, e a maioria dos benefícios obtidos mediante aproximação com instituições públicas parecem ser de caráter essencialmente *spillover*.”

Já o último, e segundo aspecto importante comentado na entrevista com a empreendedora foi relacionada com a pergunta de **qual deveria ser o foco da política pública** de fomento e apoio ao empreendedorismo de base científica e tecnológica, principalmente no contexto de spin-offs acadêmicas de nanotecnologia:

“A minha maior crítica ao sistema é que empresas líderes globais muitas vezes obtêm financiamento público direto via FINEP e outros mecanismos. Essas empresas deveriam fomentar a inovação no Brasil investindo capital próprio e não se financiando diretamente pelo Estado. (E2, 2021).

As oportunidades de fomento direto para spin-offs de materiais muitas vezes possuem valores irrisórios que servem apenas para pagar uma espécie de bolsa para o pesquisador, sem verdadeiramente custear o avanço no desenvolvimento da tecnologia. Isso leva a uma perpetuação da ineficiência do sistema. Desenvolver custa caro e é preciso investir e incentivar. O maior foco precisa ser a criação de uma política ampla de incentivos fiscais para o desenvolvimento de tecnologia na área de materiais que beneficie pequenas empresas, bem como hubs de inovação públicos e privados, que desonerem as pequenas firmas da imensa burocracia de uma indústria química tradicional, permitindo o foco maior no desenvolvimento da tecnologia e aproximação com potenciais clientes”. (E2, 2021)

Nesta última percepção levantada a partir da entrevista 2, foi possível perceber um ponto que é constantemente discutido nos estudos sobre inovação no contexto brasileiro: a limitada disposição inovativa do empresariado do país. Outro ponto importante frisado pela autora e que tem uma implicação direta na racionalidade instrumental do arranjo NAPI-Nano discutida na seção anterior é a questão material das ações de fomento. Na visão desta empreendedora, o foco do suporte da política pública não deve ser apenas o custeio de bolsas para os pesquisadores, já que a verdadeira barreira para o crescimento da firma está no alto custo que acarreta o desenvolvimento da tecnologia. Em poucas palavras, pagar bolsas para os pesquisadores e não fomentar financeira e materialmente o avanço da nanotecnologia seria uma ação ineficiente por parte do governo. Sendo assim, a racionalidade instrumental e material do arranjo NAPI-Nano não seria realmente suficiente para conseguir os ambiciosos objetivos previstos na sua formulação como instrumento de política.

5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS À LUZ DA LITERATURA

Nesta seção serão discutidos os principais resultados empíricos obtidos a partir da pesquisa *survey* e das entrevistas qualitativas, contrastando com os elementos analíticos da literatura internacional levantados nas seções teóricas.

- **Contexto regulatório / burocrático e macroeconômico**

A percepção da maioria dos participantes sobre o contexto burocrático como um elemento inibidor de empreendimentos de spin-offs coincide com a tese sustentada por Monge, Briones-Peñalver e García-Pérez (2016) e Maldonado-Sada, Caballero-Rico e Ruvalcaba-Sánchez (2019) no contexto internacional; e o estudo de Fini, Gremaldi e Meoli (2020) no contexto das universidades. No Brasil, a percepção de um contexto burocrático não favorável para empreendimentos de spin-offs no Brasil também foi um resultado da discussão de Cunha et al (2017). No âmbito acadêmico ligado ao setor público, a falta de regulação específica pode gerar condições de incerteza que afetam na decisão de um docente e pesquisador a respeito de iniciar um novo negócio, seja por ambiguidades e divergências conceituais entre os marcos jurídicos, ou por desconhecimento dos limites e possibilidades que um vínculo empregatício público pode implicar.

Além disso, como mostra a revisão da literatura, a direção e intensidade do impacto da inserção de regulação sobre as atividades de empreendedorismo científico em universidades não é linear ou claramente definida (FINI; GREMALDI; MEOLI, 2020). A absorção e efeitos das regulações dependerá, em parte, das características específicas das normativas e de como os departamentos de pesquisa e atores reagem frente a isso. Por exemplo, a inserção de regulamentos do tipo restritivos ou até uma regulação que aumente a participação da universidade nas receitas são fatores que podem ter um impacto negativo na geração de novas spin-offs (MUSCIO; QUAGLIONE; RAMACIOTTI, 2016).

Parte da evidência levantada na E1 mostra que a AGI da UFPR possui informação somente das firmas incubadas mediante editais de fomento (aquelas com vínculos e regulação formais). Sendo assim, parece que existem atividades de empreendedorismo acadêmico que não são perceptíveis (ou até o momento não têm sido reportadas/mensuradas) pelo órgão responsável dos processos de inovação e transferência de tecnologia da universidade. Essa falta de dados e registros não é uma novidade em ambientes de inovação universitário no estado do Paraná (LUZ, 2012). Porém, nesse caso, pode estar acontecendo o que o estudo de Grasmik (2016) sugeriu: a rigidez burocrática condiciona os cientistas empreendedores a procurar laços informais.

Outrossim, considerando a evidência levantada na E2, percebe-se que no contexto empresarial dos nano-materiais, a atual estrutura jurídica do país representa uma dificuldade para os empreendedores, principalmente porque não há legislações

específicas para firmas de menor porte. A implicação prática disso é que as spin-offs ou startups são obrigadas a cumprir padrões (licitações, licenças de funcionamento, etc) de grandes indústrias do setor de materiais. Um resultado semelhante é apontado no estudo de Maldonado-Sada, Caballero-Rico e Ruvalcaba-Sánchez (2019) para o caso mexicano, mostrando as desvantagens dos empreendimentos de base tecnológica contra a grande indústria para superar as barreiras jurídicas / burocráticas.

No que diz respeito ao contexto macroeconômico, a evidência levantada no survey mostra que há consenso entre os usuários experientes em que este é um aspecto que impacta negativamente a geração e desenvolvimento de spin-offs. A evidência qualitativa levantada na E2 confirma essa percepção negativa sobre o entorno macroeconômico, refletido, por exemplo, na constante instabilidade da taxa de câmbio e seu impacto na importação de matérias primas ou equipamentos. Cabe salientar que há evidência na literatura de que o cenário macro impacta com maior intensidade no funcionamento e desenvolvimento de firmas já criadas do que na intenção por criar ou iniciar novos empreendimentos (KORPYSA, 2019).

O estudo de Korpysa (2019) aponta o cenário a estrutura tributária como um dos principais determinantes para a criação de novos negócios de tipo spin-offs acadêmicas. Este último aspecto merece destaque porque na E2 foi detectada a intenção do empreendedor para conseguir incentivos fiscais, ou seja, no status quo do ecossistema de inovação paranaense ainda há expectativas e demanda para esse tipo de estímulo aos novos negócios.

- **Localização e contexto regional**

A maior parte da literatura levantada coincide em que a localização e contexto regional são fatores de alta importância, não apenas para a criação, mas para o efetivo desenvolvimento de spin-offs. Contudo, o chamado “efeito regional” aparece com interpretações diversas pela literatura internacional, sobretudo, no momento de determinar a direção causal entre as variáveis. Ou seja, ainda não é totalmente claro se uma região causa o efeito sobre as spin-offs (PRENCIPE, et al, 2020), ou se a criação de spin-offs causa o efeito sobre a região (CORSI; PRENCIPE, 2018).

Este é um assunto controverso na literatura, porque além da questão do efeito regional também há controvérsias sobre o contexto ou composição de fatores da região. Por exemplo, Jung e Kim (2018) observaram que o número de indústrias nas

proximidades das spin-offs é um fator que impacta muito positivamente seu desempenho. Em contrapartida, Prokop, Huggins e Bristow (2019) mostraram que as spin-offs nascidas em regiões menos diversificadas industrialmente têm maior probabilidade de sobrevivência.

No caso do Napi-Nano, a evidência levantada indica que os participantes experientes não têm um consenso em relação ao impacto da variável localização e contexto regional. A metade dos experientes indica que a localização da spin-off pode gerar vantagens, sendo que a outra metade indica que é um fator indiferente no processo de criação e desenvolvimento das firmas. Essa constatação de alguma forma está alinhada com o estado da arte verificado na literatura. Entretanto, o estado do Paraná apresenta certa heterogeneidade na sua composição setorial econômica com alguns parques industriais nas regiões mais próximas da capital (PINTO, 2015), localização que frequentemente é identificada como o epicentro das atividades inovativas no estado. Por fim, a descoberta de vantagens a partir da localização e contexto regional é um assunto que merece atenção para futuras pesquisas.

- **Inserção e interação com atores dos ecossistemas de inovação**

Este fator provavelmente seja um dos determinantes que mais influencia a obtenção de vantagens a partir da localização e contexto regional para as firmas. Dito de outra forma, as spin-offs acadêmicas somente conseguirão vantagens e efeitos spillovers da sua localização e contexto regional se conseguirem interagir e receber suporte dos principais atores dos ecossistemas (VEGA-GÓMEZ; MIRANDA-GONZÁLEZ; PÉREZ-MAYO, 2020; CALVO, RODEIRO-PAZOS; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2017; CORSI; PRENCIPE, 2016). Na evidência levantada no arranjo Napi-Nano, a maioria dos participantes experientes consideraram positiva a interação com atores empreendedores e também ICT's do governo prestando suporte. Contudo, considerando a evidência qualitativa da E2, é possível perceber que a firma analisada não pertence a um ecossistema de inovação e nunca esteve sediada dentro de aceleradoras ou incubadoras e mesmo assim sobreviveu.

Aqui deve salientar-se que a firma em questão é uma spin-out, e não conta com laços diretos de Universidade-mãe, mas isso não implica a ausência de vinculações porque como sugere Laage-Hellman (2020), é comum encontrar diferentes tipos de laços nos empreendimentos. De fato, como mencionado na E2 a

firma teve algum efeito marginal positivo a partir da sua interação com grandes centros de P&D e ICT's públicos no sentido de melhorar sua reputação. Por outro lado, o que pode se inferir é que sem suporte direto de parques tecnológicos ou Universidade-mãe, a firma afrontou diretamente a hostilidade do mercado, e, provavelmente, isso fortaleceu sua trajetória (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018).

Por outro lado, a literatura aponta a importância dos escritórios de transferência de tecnologia e agências de inovação (PÉREZ-HERNÁNDEZ; CALDERÓN-MARTÍNEZ, 2019; CORSI; PRENCIPE, 2016). A evidência coletada na E2 mostra que, no geral, o efeito da interação com esse tipo de ator é positivo para os empreendedores, principalmente na transferência de know-how. Surge assim um importante nicho de pesquisa a partir da forma e intensidade em que as interações dos atores geram efeitos no processo de criação de conhecimento economicamente útil e sua efetiva transformação em empreendimentos spin-off.

- **Financiamento público e privado (captação e disponibilidade de recursos)**

Em relação ao financiamento público não há um posicionamento claro na percepção dos participantes experientes. Ou seja, a metade observa como um elemento que favorece os empreendimentos (pela efetiva dotação de recursos), e a outra metade como um elemento que dificulta o afeta negativamente (provavelmente pela dificuldade em acessar aos recursos públicos e pela baixa disponibilidade destes). Por sua vez, na E1 o diretor da AGI da UFPR argumenta que o financiamento público é uma grande ferramenta para obter resultados positivos na geração de spin-offs. Isso quer dizer que não há uma visão tão clara a respeito do impacto do financiamento público e, de fato, a literatura também não tem um posicionamento tão uniforme sobre o papel dos fundos públicos no caso específico de spin-offs.

Como visto na revisão da literatura, Jung e Kim (2018) argumentam que o financiamento público direto por si mesmo, em determinado contexto, não necessariamente acaba gerando um maior número de empreendimentos spin-offs. Na mesma linha, Calvo, Rodeiro-Pazos e Fernández-López (2017) sustentam sobre a inefetividade do suporte financeiro direto do governo, e recomendam que os fundos sejam entregados mediante incubadoras ou parques tecnológicos, argumento que coincide em parte com a visão do participante levantada na E1. Entretanto, Bock et al

(2018), argumentam que as spin-offs que recebem fundos públicos conseguem superar dificuldades financeiras no curto prazo, mas no longo prazo sua taxa de sobrevivência é menor. Nesse cenário, a questão sobre o financiamento público deve ser vista com cautela, não é apenas a disponibilidade de fundos públicos que vai criar empresas mais competitivas e desencadear ciclos virtuosos. Nesse contexto, Kulkov et al (2020) recomendam que o financiamento direto seja feito apenas nos estágios iniciais das iniciativas. Deste modo, o financiamento público, nas suas diversas formas, resulta uma condição necessária (direta ou indiretamente) para desenvolver as capacidades iniciais demandadas para o surgimento de empreendimentos de base tecnológica.

Isso resulta evidente quando analisada a perspectiva do empreendedor na E2. Apesar de que a firma não capta financiamento público direto, o relato reconhece a utilização de alguns mecanismos de fomento como o cartão BNDES que foram fundamentais para a aquisição de materiais e parte da infraestrutura inicial. No segmento específico da nanotecnologia a demanda por grandes investimentos iniciais é um ponto chave, como afirma Knobel (2005):

“Fazer ciência é caro. Fazer nanociência é mais caro ainda! Para ser competitivo, é preciso ter produtos de última geração (microscópios eletrônicos, modernos métodos de investigação de propriedades físicas e químicas, por exemplo), que custam muito mais do que os recursos dados às redes.” (KNOBEL, 2005, p. 5).

A percepção contida na E2 também reflete esse ponto da necessidade de maciços investimentos, quando na visão do empreendedor a grande barreira é o alto custo da tecnologia inicial. Entretanto, grandes investimentos públicos requerem de mecanismos de eficiência do recurso e uma solução apontada na literatura é o arranjo proposto por Bock et al (2018), que consiste em involucrar o setor privado nestes financiamentos iniciais, reduzindo assim a parcela de risco a ser “socializada” pela esfera pública.

Já em relação ao financiamento privado sua disponibilidade e captação, há dissenso entre os participantes experientes. Os participantes intermediários apontam a dificuldade financeira própria inicial como um grande empecilho junto à falta de conhecimento em captação de fundos. Na visão do empreendedor da E2, o financiamento privado ocupa um papel central porque gera competitividade uma vez que a firma é sujeita a consecução de objetivos sob risco de desinvestimentos. A

literatura aponta que a taxa de sobrevivência de uma spin-off tende a ser maior quando consegue a participação de investidores privados (PROKOP; HUGGINS; BRISTOW, 2019), e o estágio de maturidade ideal para considerar uma spin-off bem-sucedida é aquele enquanto a firma consegue captar capital de risco (KULKOV et al, 2020). Destarte, a evidência levantada na E2 sobre financiamento privado está alinhada com a evidência da literatura internacional.

Uma das possíveis formas de mitigar a dificuldade em captar financiamento privado é aumentar a proximidade espacial dos membros fundadores ou possíveis empreendedores de spin-offs acadêmicas com as esferas de negócios (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018). Tal aproximação aumenta a probabilidade de captar capital de risco no futuro, e é outro fator que determina o sucesso do efeito regional (RODRÍGUEZ-GULÍAS, FERNÁNDEZ-LÓPEZ E RODEIRO-PAZOS, 2020). No contexto de países em desenvolvimento a falta de capital de risco ainda é um grande desafio para os empreendimentos de spin-offs (MONGE; BRIONES-PEÑALVER; GARCÍA-PÉREZ, 2016). Entretanto, o estado do Paraná conta com seu próprio Fundo de Capital de Risco, criado pela Lei Estadual nº 19.479 de 30 de abril de 2018, futuras pesquisas poderiam indagar sobre como esse tipo de instrumento deveria ser utilizado para gerar vantagens competitivas na geração de spin-offs na região.

- **Infraestrutura e capital humano**

Na visão dos participantes experientes, contar com uma infraestrutura completa impacta muito positivamente a criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas de nanotecnologia. A respeito disso, a literatura de países latino-americanos mostra que a maioria de iniciativas de spin-offs bem sucedidas ocorre em universidades com maior desenvolvimento de infraestrutura (GOMEZ-ZULUAGA, 2019). E, como foi visto anteriormente, países em desenvolvimento com certo grau de industrialização eventualmente conseguem desenvolver suficientes capacidades iniciais de pesquisa (PANDEV; PANSERA, 2020; GRASMIK, 2016; GÓMEZ-ZULUAGA, 2019). Além disso, é reconhecido que instituições como a UFPR, no estado do Paraná, possuem infraestrutura de ponta para o desenvolvimento de atividades de pesquisa em nanotecnologia e forma parte de iniciativas como o SisNano no Brasil. Isso implica que a infraestrutura, a priori, não é um problema em

se tratando do arranjo Napi-Nano, pelo contrário parece ser uma importante vantagem do estado.

No que diz respeito à dimensão do capital humano (conhecimento especializado em nanotecnologia, profissionais experientes e altamente qualificados, e conhecimentos em patentes e TT), foi percebida como positiva pelos participantes experientes, intermediários e também na visão do empreendedor. Ponderando que a nanociência e nanotecnologia são esferas predominantemente interdisciplinares (PONOMARIOV, 2013), a estrutura de capital humano nesses segmentos tende a consagrar profissionais das diversas áreas correlatas. O estudo de Fini, Gremaldi e Meoli (2020) aponta que a diversidade de conhecimentos e disciplinas é um fator favorável para dinamizar a geração de spin-offs acadêmicas em setores de alta intensidade tecnológica. Além disso, a “dotação inicial de recursos” descrita por Soetanto e van Geenhuizen (2018) e nomeada por Marzocchi, Kitiagawa e Sánchez-Barrioluengo (2017) como um fator importante na trajetória das universidades e seu processo de geração de spin-offs, parece favorecer centros como a UFPR que conta com taxas significativas de pesquisadores especializados em nanotecnologia.

Nesse contexto, é provável que o papel do Napi-Nano, seja elencar as capacidades de capital humano a partir dos centros mais desenvolvidos no estado, e isso implicaria, em última instância, a geração de mobilidade intra e inter universitária assim como involucrar empresas nesse processo de interação. Esse ponto, de alguma forma, está previsto na visão do SisNano e seu caráter multiusuário, mas como foi evidenciado na perspectiva do empreendedor, muitas empresas não conhecem como e de que forma podem contribuir e se beneficiar dessa iniciativa.

Por fim, o capital humano entendido como capacidades técnicas dos atores em nanotecnologia parece ser um porto forte no contexto do Napi-Nano, mas deve ser salientado um ponto: a maioria dos participantes do survey foram profissionais que, embora especializados em pesquisa e com uma clara trajetória de vida acadêmica, são inexperientes em empreendedorismo científico.

- **Conhecimentos de negócios e aspectos socioculturais**

Em relação a conhecimentos de negócios, os participantes com nível de expertise intermediário foram quase unânimes em apontar a falta desses conhecimentos como um fator que inibe novos empreendimentos e iniciativas de spin-

offs acadêmicas. Além disso, a maioria dos participantes de perfil inexperiente (que representa a maioria dos participantes da amostra) não possuem conhecimentos de negócios e todos eles construíram sua trajetória apenas no setor público. No contexto da literatura internacional sobre spin-offs acadêmicas a visão sobre a necessidade de conhecimento de negócios é quase consensual: para garantir o sucesso das spin-offs é necessário que seus membros fundadores tenham conhecimentos ou vivências de negócios ou, no mínimo, que a spin-off tenha alguma interação com o setor empresarial (PROKOP; HUGGINS; BRISTOW, 2019; SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018; BOCK et al., 2018).

Quando os entornos inovativos são comandados maioritariamente por pesquisadores, existe o risco de que a geração de pesquisas e publicação de resultados seja priorizada como o objetivo primordial, em detrimento das atividades relacionadas com a transferência de tecnologia e geração de produtos comercializáveis (BOLZANI; RASMUSSEN, FINI, 2020). Da mesma forma, quando o suporte na criação e formulação de planos de negócios é prestada unicamente a partir da gestão pública os resultados tendem a ser menos efetivos (VEGA-GÓMEZ; MIRANDA-GONZÁLEZ; PÉREZ-MAYO, 2020). Assim sendo, para estabelecer políticas ou programas visando fomentar e promover conhecimentos de negócios nos corpos científicos e possíveis empreendedores da ciência, resulta desejável involucrar atores e instituições que já estão inseridos no mercado e possuem know-how de negócios.

A dimensão sociocultural tende a ser um aspecto abordado com menos frequência nos estudos relacionados ao empreendedorismo no contexto das spin-offs acadêmicas (PANDEV; PANSERA, 2020; OLIVEIRA; TORKOMIAN, 2008). A cultura de inovação, como elemento ou variável relacionada com o contexto empreendedor foi uma das prioridades que, na visão de expertos e intermediários, deveria ser fomentada pela política pública e ação do governo. Além disso, a metade dos participantes do perfil intermediário indicaram a falta de uma cultura de inovação como um elemento inibidor de novos empreendimentos spin-offs.

Na perspectiva do empreendedor da E2, a cultura da inovação é vista como um fator que impacta positivamente o negócio. Desde a perspectiva da AGI da UFPR na E1, a universidade apresenta dois perfis culturais demarcados, por um lado os conservadores, restritos a atividades de pesquisa e publicação, e, por outro lado, uma

camada de cientistas preocupados em conseguir ciência básica e aplicada transferível para o mercado.

Na literatura internacional a questão da cultura inovadora ainda é controversa, e um dos principais desafios é a construção de métricas e formas de mensuração ou apreensão empírica desta dimensão nas diversas esferas da vida econômica e social (BRUNO-FARIA; FONSECA, 2014). Um aspecto que pode ser especificado a partir da cultura da inovação é o entorno familiar e a pressão socioeconômica que permeia a vida dos cientistas e empreendedores. Por exemplo, em países como a Índia a pressão por estabilidade econômica e segurança familiar tende ser um grande empecilho para que os pesquisadores tomem riscos e decidam empreender (PANDEV; PANSERA, 2020).

No contexto do Napi-Nano a evidência mostra que na visão dos participantes do perfil intermediário a carga familiar e a procura por estabilidade não representam um fator inibidor relevante para a criação de iniciativas spin-offs. A princípio, tal resultado vai no sentido oposto de outras evidências de estudos no contexto brasileiro que apontam a pressão familiar e a procura por estabilidade (concurso público, emprego fixo, etc) como fatores que incidem negativamente na decisão de cientistas e profissionais do contexto acadêmico sobre a criação de empreendimentos ou na própria iniciativa de se engajar em atividades de patenteamento com fins comerciais, transferência de tecnologia para o mercado, exploração da propriedade intelectual, etc (CENTENO, 2020; ANDRADE; DE CAMPOS, 2014; DOLABELA et al., 2009).

A existência de conflito de interesses também é um aspecto mencionado na literatura internacional (OLIVEIRA; TORKOMIAN, 2019). Na visão do empreendedor obtido na E2, é mencionada a existência de possíveis “questões políticas” envolvidas nas escolhas de projetos para financiamentos públicos. Além disso, a empreendedora reclama de que grandes empresas são beneficiadas por financiamento público direto, limitando as opções de empreendimentos de menor porte que teriam maior necessidade desses recursos. O conflito de interesses e disputa de poder foi detectado em outros estudos sobre spin-offs acadêmicas da literatura brasileira (MARTINS, 2014; SANTOS, 2013; METZKER, 2019), sendo apontado como um problema que merece atenção no momento de formular políticas de fomento ao empreendedorismo acadêmico.

Como visto anteriormente na revisão, a literatura aponta que os centros de pesquisa de alguns países como EUA ou Alemanha parecem ter tido maior sucesso

no estabelecimento desses mecanismos de regulação formal com sistemas de normas, regras e valores que reduzem o oportunismo, a incerteza, e demais falhas ligadas ao contexto sociocultural (OLIVEIRA; TORKOMIAN, 2019; COOKE; URANGA; ETXEBARRIA, 1997; ČOREJOVÁ; ROSTÁŠOVÁ; ČOREJOVÁ, 2017).

O último elemento dos resultados da dimensão sociocultural está relacionado com aquilo que na visão do empreendedor foi chamado de fé. Esse fator, como visto na E2, foi considerado “positivo” e “fundamental” para a superação de adversidades e preservação da coesão social dentro da firma. Tal questão parece não ser muito discutida na literatura de spin-offs e empreendedorismo acadêmico, salvo em casos específicos como o da Índia no estudo de Pandev e Pansera (2020).

Outros estudos da literatura do empreendedorismo operacionalizaram essa questão com variáveis como o otimismo, confiança no negócio, expectativas, etc (TREVELYAN, 2008; GIACOMIN; JANSSEN; SHINNAR, 2015). O estudo de Anderson e Goldsmith (1997) no contexto da economia industrial, remete essa questão do otimismo com a visão keynesiana das expectativas, desenvolvendo uma metodologia que permite mensurar a expectativa de lucro futuro, e demonstrando que, de fato, existe um impacto positivo na indústria quando as expectativas do empresário ou gestor da empresa são otimistas. É claro que essa evidência levantada responde a firmas industriais já consolidadas que já superaram as principais barreiras de entrada do mercado, diferindo da dinâmica concorrencial que normalmente afronta uma firma de tipo spin-off no seu contexto de surgimento e desenvolvimento.

Por fim, caberia a novas pesquisas regionais ou até estudos de casos locais intrafirmas e no contexto dos ecossistemas locais de inovação, estudar se, de fato, existe alguma relação entre narrativas muito otimistas ou até messiânicas (no caso da política regional de inovação) e o impulso ao empreendedorismo de base científica e tecnológica, ou se apenas são narrativas que formam parte da própria racionalidade local e idiosincrasia dos atores no contexto paranaense.

Quadro 7 – Síntese da discussão dos resultados e posicionamento da literatura

Dimensão	Resultado empírico	Direção da literatura
Contexto regulatório/burocrático e macroeconômico	Percepção negativa do cenário regulatório e burocrático; Percepção negativa do cenário macroeconômico.	A evidência sobre regulação e burocracia se sustenta nos trabalhos levantados na revisão. Na questão do cenário macro cabe salientar que é um fator que não necessariamente inibe novos empreendimentos spin-offs, tal como argumenta Korpysa (2019).

Localização e contexto regional	Não há consenso sobre o efeito regional e as vantagens da localização da firma.	A literatura levantada reconhece a importância desta dimensão explicativa. Porém, não há clareza na direção e forma do efeito regional. Regiões mais desenvolvidas podem gerar mais spin-offs (PRENCIPE et al, 2020), ou spin-offs podem gerar maior desenvolvimento regional (CORSI; PRENCIPE, 2018). Além disso a composição setorial também não é clara: regiões mais industrializadas geram mais <i>spillovers</i> e as spin-offs alcançam maior desempenho nessas regiões (JUNG; KIM, 2018), ou, spin-offs nascidas em regiões menos diversificadas industrialmente têm maior probabilidade de sobrevivência (PROKOP, HUGGINS, BRISTOW, 2019).
Inserção e interação com atores dos ecossistemas de inovação	É percebido como um fator positivo. Entretanto, a E2 mostra que é possível empreendimentos bem-sucedidos sem inserção ativa em ecossistemas ou incubadoras. Mas, fica evidente que mesmo com pouca interação a firma teve <i>spillovers</i> da sua interação com atores.	A literatura, no geral, aponta que os efeitos <i>spillover</i> e a obtenção de vantagens da localização e efeito regional somente acontecem quando há interação ativa entre a spin-off, seus fundadores e os diversos atores do ecossistema (VEGA-GÓMEZ; MIRANDA-GONZÁLEZ; PÉREZ-MAYO, 2020; CORSI; PRENCIPE, 2016; BOLZAN. RASMUSSEN; FINI, 2020). Há um gap para novas pesquisas analisando a forma e intensidade das interações e como o efeito é de fato materializado no contexto das spin-offs.
Financiamento público e privado (captação e disponibilidade de recursos)	Não há consenso entre os <i>experts</i> a respeito do financiamento público. Outros atores, como o gestor da AGI da UFPR já tem uma perspectiva mais favorável, considerando como um fator bastante positivo para os empreendimentos spin-off. Na perspectiva do empreendedor o financiamento público aparece em formas de crédito para compras de equipamentos, mas não ocupa um papel central. Em relação ao financiamento privado, a visão do empreendedor é positiva uma vez que trabalhar sob a pressão de desinvestimentos pode estimular a produtividade da firma e melhorar sua competitividade.	Na literatura internacional o papel do financiamento público também não é totalmente claro. A efetividade do financiamento público somente é possível quando combinado com outro tipo de estímulos ou com a participação de outros atores na canalização desses fomentos financeiros diretos (JUNG E KIM, 2018; CALVO, RODEIRO-PAZOS E FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2017; BOCK et al., 2018; KULKOV, et al., 2020). Em relação ao financiamento privado, a literatura mostra evidência de maiores taxas de sobrevivência para spin-offs com investidores privados (PROKOP; HUGGINS; BRISTOW, 2019). Diante de dificuldades para captar investimentos privados, a aproximação espacial dos fundadores da spin-off pode melhorar essa condição (SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018).
Infraestrutura e Capital humano	Contar com infraestrutura completa é um fator que impacta positivamente na criação e desenvolvimento de spin-offs. No caso do ecossistema paranaense de nanotecnologia a infraestrutura parece ser uma vantagem competitiva. Em relação ao capital humano, não se perceberam dificuldades ou escassez de mão de obra altamente qualificada em nanotecnologia. Isso também pode ser considerado uma importante vantagem da região.	A literatura latino-americana mostra que a maioria de iniciativas de spin-offs bem sucedidas ocorre em universidades com maior desenvolvimento de infraestrutura (GOMEZ-ZULUAGA, 2019). Sendo assim, contar com a infraestrutura é um fator essencial e muito positivo para o desenvolvimento de spin-offs acadêmicas. Fini, Gremaldi e Meoli (2020) apontam que a diversidade de conhecimentos e disciplinas é um fator favorável para dinamizar a geração de spin-offs acadêmicas em setores de alta intensidade tecnológica. Além disso, a “dotação inicial de recursos” descrita por Soetanto e van Geenhuizen (2018) e nomeada por Marzocchi, Kitiagawa e Sánchez-Barrioluengo (2017) como um fator importante que determina a trajetória das universidades em seu processo de geração de spin-offs.
Conhecimentos de negócios e aspectos socioculturais	A falta de conhecimentos de negócios é vista como um elemento inibidor de novos empreendimentos spin-offs. Além disso, a maioria dos participantes do tipo inexperiente nunca tiveram nenhum contato com conhecimentos de negócios. Em relação ao aspecto sociocultural tem-se a cultura de inovação como um aspecto importante que na visão dos participantes deve ser fomentado pelas políticas públicas. A falta de uma cultura de inovação também foi vista como um elemento inibidor de novos empreendimentos. Na visão do empreendedor a cultura de inovação impacta positivamente o negócio. E na visão do gestor da AGI-UFPR há dois perfis culturais de cientistas. O entorno familiar e pressão socioeconômica não parecem ser um elemento inibidor, na visão dos participantes intermediários. Há conflito de interesses no contexto das políticas de fomento a CTI desde a perspectiva do empreendedor. Por último, elementos associados com a cultura religiosa ou crenças do empreendedor parecem ser um elemento importante no sucesso da firma.	A literatura mostra uma posição mais ou menos consensual sobre conhecimentos de negócios: para garantir o sucesso das spin-offs é necessário que seus membros fundadores tenham conhecimentos ou vivências de negócios ou, no mínimo, que a spin-off tenha alguma interação com o setor empresarial (PROKOP; HUGGINS; BRISTOW, 2019; SOETANTO; VAN GEENHUIZEN, 2018; BOCK et al., 2018). A cultura de inovação é uma dimensão explicativa que não é abordada com tanta frequência na literatura sobre spin-offs acadêmicas e sua mensuração ainda é um desafio teórico. Por sua vez, elementos dessa dimensão como no caso do entorno familiar, procura por estabilidade e pressão socioeconômica aparecem como elementos que afetam negativamente a propensão para empreender novas spin-offs e isso é relatado na literatura nacional (LEMONS-CENTENO, 2020; ANDRADE; DE CAMPOS, 2014; DOLABELA et al., 2009) e internacional (PANDEV; PANSERA, 2020). O conflito de valores também é um elemento que afeta negativamente a criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas (OLIVEIRA; TORKOMIAN, 2019) e é um problema que pode ser resolvido progressivamente com regulação formal e sistemas de normas, regras e valores que reduzem o oportunismo, a incerteza, e demais falhas ligadas ao contexto sociocultural (OLIVEIRA; TORKOMIAN, 2019; COOKE; URANGA; ETXEBARRIA, 1997; ČOREJOVÁ; ROSTÁŠOVÁ; ČOREJOVÁ, 2017).

Fonte: Elaboração do autor com dados obtidos na pesquisa e revisão de literatura (2022)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito principal desta pesquisa foi desenvolver uma análise da política pública de inovação regional do estado do Paraná, focalizando o instrumento NAPI-Nano e o contexto de empreendedorismo acadêmico de spin-offs de nanotecnologia na região. Nesse sentido a pesquisa se estruturou em diversos momentos, visando construir uma análise articulada desde a ótica macro das políticas públicas e desde a ótica micro a partir da perspectiva dos atores e empreendedores do arranjo.

No primeiro momento foi desenvolvida uma revisão sistemática de literatura para retratar o estado da arte e detectar as principais variáveis explicativas no estudo dos determinantes exógenos ou institucionais da criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs acadêmicas. Em linhas gerais, a revisão revelou um programa de pesquisa ainda em processo de evolução e consolidação, principalmente no contexto de países emergentes com certo grau de industrialização. Uma das evidências desse quadro foi a heterogeneidade de resultados e linhas explicativas. Os resultados gerais apontados na revisão sistemática dialogam diretamente com outros trabalhos de revisão (DJOKOVIC E SOUITARIS, 2006; ROTHAERMEL, AGUNG; JIANG, 2007; MATHISEN; RASMUSSEN, 2019) que sugerem: i) perguntas mais específicas e explicações teóricas aprofundadas para futuros estudos; ii) sistematização do acúmulo de evidências empíricas sucessivas levantadas até hoje pela literatura.

Do ponto de vista metodológico, observa-se uma predominância dos estudos de natureza quantitativos e econométricos e pouca utilização de teorias de longo alcance. Há uma concentração geográfica dos estudos nos países desenvolvidos, com menor presença de trabalhos que analisem ou sejam produzidos em países emergentes. Outro ponto a destacar é a presença do chamado viés *survivorship*, ou seja, a escolha prioritária de casos exitosos ou iniciativas de spin-offs já inseridas no mercado. Isso abre uma brecha para possíveis novos estudos que abordem países emergentes ou analisem casos de spin-offs falidas para determinar os fatores que levam ao fracasso este tipo de firmas.

Os resultados específicos sobre os determinantes da criação e desenvolvimento de spin-offs foram classificados pela natureza metodológica das abordagens, sendo detectadas diversas variáveis explicativas dos estudos quantitativos como: o contexto regional; a regulação; a relação com a indústria; o

patenteamento; a presença de capital de risco; a presença de financiamento público; o suporte de atores do ecossistema, entre outros. No caso dos estudos qualitativos, os resultados convergiram na complexidade de promover o empreendedorismo acadêmico de spin-offs em países emergentes, arrojando variáveis explicativas como: o ambiente empresarial; a natureza dos vínculos ou laços da spin-off; o marco jurídico e a estrutura regulatória; o tipo de suporte recebido; a dimensão sociocultural; o tipo de interação no ecossistema; e a dimensão relacionada com direitos de propriedade e patenteamento. Outras variáveis como o cenário macroeconômico foram apontadas pelos estudos de natureza metodológica mista. Em síntese, obteve-se uma amalgama de variadas linhas e variáveis explicativas, com diferentes direções causais para explicar os fatores que incidem no processo de criação, disseminação e desenvolvimento de spin-offs.

No segundo momento, correspondente ao Capítulo 3, foi realizada uma breve revisão da trajetória das iniciativas nacionais de nanotecnologia nas maiores economias emergentes do mundo, os BRICS, destacando o papel da atuação estatal, a dinâmica de evolução da iniciativa, seus principais aspectos institucionais e, por último, uma breve comparação dos resultados da produção científica recente em nanotecnologia entre os países. Em linhas gerais, notou-se que as principais iniciativas de nanotecnologia dos BRICS têm sido historicamente comandadas pelo Estado, ainda que com certa heterogeneidade institucional das estratégias de formulação e implementação das iniciativas. Além disso, a geopolítica ocupa um papel fundamental na trajetória das iniciativas, notadamente nos países que conseguem disputar liderança internacional contra as principais potências ocidentais. É importante notar que em todos os países dos BRICS a retórica em torno da nanotecnologia foi permeada pelo otimismo, devido aos grandes potenciais da inovação nessa tecnologia emergente para resolver problemas de diversa índole, assim como seu potencial para dinamização das economias emergentes.

Observando a produção científica dos países, é possível perceber a notável assunção da China como liderança global no número absoluto de produções científicas em nanotecnologia. A Índia acompanha essa tendência chinesa, ainda que em menor escala de produção científica. No caso da produção científica do Brasil, Rússia e África do Sul, percebeu-se um estágio inferior e certa estagnação no crescimento do número de produções. O grande desafio dos líderes BRICS é melhorar as conexões entre a academia e a indústria para melhorar a absorção dos

investimentos públicos em P&D em nanotecnologia. No caso específico do Brasil, foi revisada uma iniciativa nacional que viveu um momento de importante expansão das capacidades iniciais em nanotecnologia, mas que atravessa uma forte crise institucional no contexto de CTI que se reflete na chamada “nano-paralização” e desmonte orçamentário da política. Uma agenda de pesquisa comparativa de resultados inovativos, estratégias de P&D e possível complementariedade entre os BRICS, pode gerar resultados importantes para a formulação de políticas conjuntas e regionais.

No terceiro momento, correspondente ao Capítulo 4, foi realizada uma análise da Política de Inovação Regional do estado do Paraná, com foco específico em dois dos seus principais instrumentos: a LEI-Pr e os NAPIs, ambos representam o suporte basilar para a construção de um programa regional de nanotecnologia, materializado no arranjo NAPI-Nano. A lente teórica utilizada foi uma síntese entre a perspectiva retórica das políticas públicas e a teoria do programa. Um dos aspectos analisados foi o possível caráter retórico do programa Napi-Nano, visando identificar a presença de características essenciais levantadas a partir da literatura latino-americana correlata (GERHARDT, 2014; RODRIGUEZ, 2018; VELÁSCO-GONZÁLEZ, 2014; GERHARDT, 2009; MORICONI, 2011; DELGADILLO-POLANCO, 2012) que o configurariam como um programa retórico: i) uma clara separação entre os objetivos e condicionantes estruturais; ii) uma narrativa ou visão messiânica a respeito da intervenção ou reforma a ser implementada; iii) uma limitada dotação orçamentária em relação aos objetivos propostos; iv) picos de entusiasmo que denotam irregularidade na racionalidade material do programa; v) ausência de um planejamento de monitoramento e avaliação do programa no curto, médio e longo prazo.

Os resultados da análise mostraram uma recorrente construção argumentativa que incorpora uma visão messiânica da inovação. Começando pelo Plano de Governo 2019-2022 do atual governador, e a visão determinística e linear nele contida, sobre a ação e capacidade do governo para executar políticas de inovação no contexto regional e a geração de eventuais “ciclos virtuosos” que gerariam efeitos benéficos para a sociedade. O papel da retórica como mecanismo de legitimação de propostas inverossímeis fica evidente neste caso. Em seguida, foi analisada a LEI-Pr, um instrumento que prevê como principal objetivo o alcance do desenvolvimento econômico e social, e a autonomia tecnológica da região.

Na construção argumentativa da LEI-Pr a questão da dependência tecnológica parece ser projetada como um problema, a priori, passível de solução a partir da esfera regional. Além disso, o objetivo de desenvolvimento econômico e social, que é detalhadamente projetado no inciso II do Artigo 1 da LEI-Pr, demandaria, necessariamente uma mudança no comportamento dos atores: empresas mais competitivas; cidadãos se inserindo na dinâmica do mercado; pessoas saindo da pobreza; surgimento de empreendimentos de base tecnológica, ou seja, indivíduos decididos a tomar riscos. Tudo isso a partir de círculos virtuosos inovativos e efeitos *spillovers* da inovação sobre aspectos sociais como o IDH. Evidentemente o instrumento incorpora macro objetivos bastante ambiciosos, e sua factibilidade é questionável pelo menos se considerado o limitado espaço de tempo que representa um período de gestão política estadual.

O seguinte instrumento analisado foram os NAPIs, concebidos como arranjos de caráter “socio-técnicos”, são considerados pela gestão de CTI paranaense como o alicerce para o desenvolvimento da política estadual de inovação. Embora o caráter social esteve presente em toda a argumentação que fundamenta este instrumento, a empresa e o empresário privado aparecem como único e principal ator no cerne das dinâmicas inovativas projetadas. Isso, em alguma medida, é contraditório com ideias empregadas na formulação da iniciativa, como por exemplo: “coprodução”, “cogestão”, e procura de soluções a partir dos contextos e realidades locais. A razão é que em processos como esses o empresário não necessariamente comanda as dinâmicas inovativas, e nos documentos analisados não se encontraram evidências de mecanismos para explicar como serão definidas as prioridades das possíveis demandas da sociedade. Por último, nesta seção, tem-se o Programa NAPI-Nano, um programa específico projetado para expandir a capacidade inovativa do estado no contexto da nanociência e nanotecnologia. A análise demonstrou a presença de todas as características para considerar efetivamente esta iniciativa como um programa de caráter retórico, com limitada capacidade material e objetivos inverosímeis.

No quarto e último momento, de caráter empírico e correspondente ao capítulo 5, foi analisado o *status quo* das spin-offs de nanotecnologia dentro do arranjo NAPI-Nano a partir da perspectiva dos diversos atores. A estratégia metodológica adotada foi de caráter misto, com uma primeira etapa quantitativa operacionalizada por um *survey*, e uma segunda etapa qualitativa desenvolvida mediante duas entrevistas a atores do ecossistema. Em relação aos principais resultados da pesquisa

survey, percebeu-se a predominância de profissionais com certo grau de senioridade profissional no âmbito do ensino e pesquisa em nanotecnologia, com maior atuação no segmento de nano-materiais. Contudo, quando avaliado o nível de *expertise* em spin-offs acadêmicas foi detectado que a maioria é inexperiente (56%), aproximadamente um terço (29%) possui conhecimentos intermediários, e uma minoria (15%) considerou experiente nesse tipo de empreendimento. Esse resultado confirma a tendência nacional já verificada em outros estudos sobre limitações nas habilidades de empreendedorismo de base tecnológica no contexto acadêmico.

No que diz respeito ao número de spin-offs foram detectadas seis firmas, nenhuma delas com suporte direto das universidades ou governo. A maior parte dessas firmas parece receber unicamente financiamento privado e não participam ativamente de incubadoras ou arranjos de inovação. De modo geral, os participantes coincidem com uma percepção negativa sobre fatores como: contexto regulatório e burocrático, cenário macroeconômico, a falta de conhecimentos de negócios e de captação de recursos, entre outros; como variáveis que dificultam o processo de criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas. A partir do *survey* foi possível perceber que no contexto do NAPI-Nano a dotação de capital humano especializado em nanotecnologia junto com a existência de uma infraestrutura razoável, são fatores que podem ser considerados vantagens competitivas do contexto regional.

Nesse sentido, o *survey* também mostrou que na visão dos participantes experientes e de nível intermediário o foco da política pública regional de inovação em nanotecnologia deve ser: fomento à cultura de inovação; articulação público-privada; maior dotação monetária de recursos e flexibilização burocrática. No caso dos participantes inexperientes ou com pouco conhecimento a respeito de spin-offs acadêmicas, foi possível perceber uma baixa propensão a empreender ou intenção de exercer atividades de mercado, o que pode estar relacionado com o fato de todos esses participantes atuar unicamente no setor público. Um último dato que merece destaque é que todos os participantes do arranjo manifestaram que entendem como necessária a formação em spin-offs e empreendedorismo de base científica e tecnológica no contexto acadêmico.

Na parte das evidências qualitativas, a E1 com o gestor da AGI da UFPR mostrou a falta de dados amplos sobre o real *status quo* das spin-offs e demais firmas geradas a partir de empreendimentos de base tecnológica nos diversos departamentos da maior universidade participante no NAPI-Nano, pois a informação

disponível contemplava apenas os casos contemplados em editais (laços formais). Como já foi discutido na literatura, em contexto de países emergentes a existência de laços informais no empreendedorismo de spin-offs acadêmicas pode ser uma situação frequente. Nesse sentido, seria importante para as universidades e demais ITC's do contexto regional fazer um mapeamento desses possíveis empreendimentos que surgem à margem da regulação formal, mas que de direta ou indiretamente aproveitam a estrutura e *know-how* técnico do contexto universitário.

Além disso, a evidência gerada na E1 trouxe uma possível segmentação dos perfis dos acadêmicos pesquisadores do ecossistema inovativo da UFPR: conservadores vs inovadores. Como explica Miller et al., (2018) dentro de ambientes de inovação no contexto acadêmico, as formas de empreendedorismo e inovação são diversas e a combinação de atividades entre acadêmicos empreendedores e empreendedores acadêmicos não resultam excludentes entre si. É esperado que arranjos inovativos apresentem os dois perfis de participantes. Entretanto, a consecução de objetivos específicos sobre produtos, resultados de publicação ou patenteamento, transferência de tecnologia ou geração de firmas intensivas em tecnologia, sem dúvida, dependerá do perfil dominante desses profissionais. Considerando a relevância percebida da UFPR dentro do contexto de nanotecnologia regional, resulta importante que desde a gestão dos programas de pós-graduação nas áreas correlatas sejam pensadas estratégias para dinamizar a versatilidade dos perfis profissionais, visando conseguir melhores resultados inovativos que perpassem a publicação científica como fim único ou fim último da alocação de recursos.

Por outro lado, a E2 trouxe informações de valor a respeito da perspectiva do empreendedor. Nesse caso, tratou-se de uma participante experiente em matéria de empreendedorismo no contexto da nanotecnologia, ainda que a firma seja categorizada como uma spin-out pela ausência de laços formais⁵⁷. Parte da percepção coincide com dados levantados no *survey*, como foi o caso do ambiente macroeconômico e burocrático como os principais empecilhos. Além disso, confirmou-se a questão do capital humano e infraestrutura como variáveis que representam vantagens no contexto paranaense, pois a região parece contar com ambos fatores

⁵⁷ Essa distinção é recorrente na literatura especializada em empreendedorismo acadêmico. Entretanto, ambas formas “spin-off” e “spin-out”, podem ser entendidas como equivalentes, principalmente desde uma perspectiva dinâmica, pois ambas são um conjunto de recursos físicos e humanos que existem pela mesma motivação de expansão (PENROSE, 2006).

em uma escala razoável. A necessidade de regulações específicas para firmas de menor porte foi colocada como uma pauta que os governos deveriam atender, pois atualmente não existe discriminação entre grandes indústrias de materiais e empreendimentos de base científica e tecnológica de menor porte.

Outrossim, a E2 também trouxe na discussão a relevância do financiamento privado como variável que tende a dinamizar a competitividade dos empreendimentos de base tecnológica em nanotecnologia, o que esteve em total sintonia com a síntese de evidências levantadas na literatura internacional. Um último aspecto discutido nas evidências de ambas seções (quali e quanti) foi a questão do cenário sociocultural, que muitas vezes tende a ser negligenciado em pesquisas relacionadas ao empreendedorismo acadêmico de base científica e tecnológica nos países mais industrializados, mas que tanto a revisão de literatura quanto os resultados empíricos obtidos na presente pesquisa conseguem demonstrar sua importância. O elemento central que permeia o discurso de *policymakers*, pesquisadores, empreendedores, cientistas, e participantes no geral de diversos entornos de inovação é sobre a necessidade de uma “cultura de inovação”. Essa dimensão é uma das mais controversas na literatura e ainda há espaço para novas agendas de pesquisa tanto conceituais como empíricas, principalmente pesquisas com recortes regionais ou de contextos específicos de países emergentes que permitam um maior esclarecimento sobre como e em qual direção existe e afeta os empreendimentos de spin-offs a presença ou ausência de uma cultura inovadora na sociedade.

Em relação ao objetivo central desta pesquisa, e com a conjunção dos elementos acima descritos: -inovação, no contexto de países emergentes com certo grau de industrialização; empreendedorismo acadêmico mediante spin-offs; e, aspectos da política pública e âmbito institucional,- é possível concluir que foi atingido mediante uma análise exploratória que conseguiu descrever o atual quadro de inovação regional em nanotecnologia no contexto paranaense, detalhando a situação das as spin-offs do arranjo NAPI-Nano, assim como o perfil empreendedor e percepção dos seus participantes sobre os diversos fatores exógenos (ambientais ou institucionais) que impactam na criação, desenvolvimento e disseminação de spin-offs universitárias.

Por último, à luz da discussão até aqui apresentada, cabe mencionar **algumas possíveis implicações para futuras políticas ou ações públicas** de CTI em nanotecnologia no contexto paranaense. **Primeiro**, priorizar a formação dos cientistas

e participantes do NAPI-Nano no contexto do empreendedorismo acadêmico de spin-offs, já que foi detectado como uma necessidade. Como discutido, este tipo de atividades é versáteis e diversos perfis de participantes e atividades podem ser complementar entre si. **Segundo**, a construção de dados primários pode ser um fator que além de ser determinante para melhorar a qualidade das pesquisas produzidas no contexto de spin-offs acadêmicas na região, também pode ter um impacto notável nas estratégias adotadas desde a esfera pública para traçar melhores estratégias de fomento a este tipo de organizações. A construção de iniciativas como observatórios regionais (tanto da nanotecnologia, quanto das spin-offs acadêmicas), que contem com a participação de equipes multidisciplinares pode ser uma boa forma de aproveitar as vantagens de capital humano da região e desenvolver produtos como websites especializados ou monitores de visualização de dados para auxiliar nas tomadas de decisão. **Terceiro**, é necessário reforçar a participação democrática do público na construção das políticas e iniciativas de fomento a CTI em nanotecnologia na região. As demandas cidadãos podem ser canalizadas mediante amplas consultas públicas, que não apenas trarão as realidades locais e demandas sociais reais da tecnologia, mas poderão criar legitimidade real nas iniciativas. A literatura mostrou que é possível engajar a sociedade ao ponto de criar sentido de pertencimento e identidade com uma tecnologia emergente. Sem a participação efetiva e democrática da sociedade será impossível superar a condição apenas retórica dos programas regionais de fomento à nanotecnologia. **Quarto** e último ponto, “ciclos virtuosos de inovação” dependem de ciclos virtuosos de investimentos. Na atual situação orçamentária, o NAPI-Nano está sem condições de avançar como um programa efetivo para atingir os grandes objetivos pautados na política regional de fomento à nanotecnologia. O engajamento do capital de risco poderia ser uma saída para melhorar a competitividade das iniciativas e auxiliar na instrumentação da política, entretanto, sem investimentos públicos maciços e estrategicamente planejados (a exemplo do apontado na E2, é necessário ir além de conceder bolsas de pesquisa) será quase impossível avançar na consecução de verdadeiros resultados inovativos em uma tecnologia emergente tão promissora e custosa como a nanotecnologia.

REFERÊNCIAS

- AAKER, David A. et al. **Marketing research: International student version**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2013.
- AMABLE, Bruno. Institutional complementarity and diversity of social systems of innovation and production. **Review of International Political Economy**, v. 7, n. 4, p. 645-687, 2000.
- ANDERSON, Michael A.; GOLDSMITH, Arthur H. Mr. Keynes' theory of investment: Do forward looking expectations and weight really matter?. **Journal of Economic Psychology**, v. 18, n. 5, p. 547-573, 1997.
- ANDRADE, Nathalia Dayrell; DE CAMPOS, André Luiz Sica. A formação para o empreendedorismo acadêmico e o mercado de trabalho acadêmico brasileiro. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 10, n. 20, p. 36-48, 2014.
- ANDREA, Čorejová; MÁRIA, Rostášová; TATIANA, Čorejová. Knowledge Transfer Model and Spin-off Company set up in Significant Academic Centres in Taiwan. **Procedia Engineering**, v. 192, p. 86–91, 2017. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.015.
- ARNOLD, Erik et al. **The role of industrial research institutes in the national innovation system**. Stockholm: VINNOVA, 2007.
- ASEN, Robert. Reflections on the role of rhetoric in public policy. **Rhetoric and Public Affairs**, v. 13, n. 1, p. 121-143, 2010.
- AUDRETSCH, David B. From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. **The Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 3, p. 313-321, 2014.
- BAGATTOLLI, Carolina; DAGNINO, Renato Peixoto. Política de estímulo às patentes no Brasil: avançando na contramão?. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 9, n. 3, 2013.
- BANCO MUNDIAL. **Doing Business Subnacional Brasil 2021**. Washington, Dc: World Bank Publications, 2021.
- BARBOSA, Fernando de Holanda. A crise econômica de 2014/2017. **Estudos avançados**, v. 31, p. 51-60, 2017.
- BARBOSA, Tiago Claudino; BAGATTOLLI, Carolina; INVERNIZZI, Noela. Política de inovação em nanotecnologia no Brasil: a trajetória dos instrumentos financeiros não reembolsáveis. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 31, p. 56-74, 2018.
- BARBOSA, Tiago Claudino; BAGATTOLLI, Carolina; INVERNIZZI, Noela. Política de inovação em nanotecnologia no Brasil: a trajetória dos instrumentos financeiros não reembolsáveis. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 31, p. 56-74, 2018.
- BARDIN, L. **Análisis de contenido**. Ediciones Akal, 1991.

BASTOS, Pedro Paulo Zahluth. Ascensão e crise do governo Dilma Rousseff e o golpe de 2016: poder estrutural, contradição e ideologia. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 21, 2017.

BATHELT, Harald; KOGLER, Dieter F.; MUNRO, Andrew K. A knowledge-based typology of university spin-offs in the context of regional economic development. **Technovation**, v. 30, n. 9–10, p. 519–532, 2010. DOI: 10.1016/j.technovation.2010.04.003.

BAUMGARTNER, Frank R.; JONES, Bryan D. **Agendas and instability in American politics**. University of Chicago Press, 2010.

BEUMER, Koen. Nation-building and the governance of emerging technologies: the case of nanotechnology in India. **NanoEthics**, v. 13, n. 1, p. 5-19, 2019.

BEUMER, Koen; BHATTACHARYA, Sujit. Emerging technologies in India: developments, debates and silences about nanotechnology. **Science and Public Policy**, v. 40, n. 5, p. 628-643, 2013.

BHATIA, Pooja; VASAIKAR, Suhas; WALLI, Anil. A landscape of nanomedicine innovations in India. **Nanotechnology Reviews**, v. 7, n. 2, p. 131-148, 2018.

BHATTACHARYA, S.; JAYANTHI, A. P.; SHILPA, S. Nanotechnology Development in India: Investigating Ten years of India's efforts in Capacity Building. **CSIR-NISTADS Policy Brief I. Delhi: NISTADS. 'Moving Forward Responsibly': From Agribiotechnology to Agrinanotechnology**, 2012.

BICKMAN, L.; ROG, D.; HEDRICK, T. E. Applied Research Design. In: ed. **Handbook of Applied Social Research Methods**. Sage Publications, Newbury Park, 1997.

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe**. Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición. BID, Washington, 2018.

BOCK, Carolin; LANDAU, Christian; ORENDT, Moritz; SCHMIDT, Maximilian. Are public financing schemes beneficial for university spin-offs and the technology transfer of innovations? **International Journal of Innovation Management**, v. 22, n. 6, p. 1–30, 2018. DOI: 10.1142/S1363919618500524.

BOLZANI, Daniela; RASMUSSEN, Einar; FINI, Riccardo. Spin-offs' linkages to their parent universities over time: The performance implications of equity, geographical proximity, and technological ties. **Strategic Entrepreneurship Journal**, n. May, p. 1–29, 2020. DOI: 10.1002/sej.1359.

BORGES, Mariele Rios; PORTO, Geciane Silveira; DIAS, Alexandre Aparecido. Empresas spin-offs geradas no campus da USP de São Paulo: características e impactos econômicos. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 8, n. 2, 2017.

BOZEMAN, Barry; SAREWITZ, Daniel. Public values and public failure in US science policy. **Science and Public Policy**, v. 32, n. 2, p. 119-136, 2005.

BRADLEY, SAMANTHA R. HAYTER, CHRISTOPHER. LINK, Albert. Models and Methods of University Technology Transfer. **Foundations and Trends® in Entrepreneurship**, v. 9, n. 6, p. 571–650, 2013. DOI: 10.1561/03000000048.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Depois do capitalismo, o gerencialismo democrático. **Revista de Administração de Empresas**, v. 61, 2021.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Desenvolvimento, progresso e crescimento econômico. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, n. 93, p. 33-60, 2014.

BROUSSELLE, Astrid; CHAMPAGNE, François. Program theory evaluation: Logic analysis. **Evaluation and program planning**, v. 34, n. 1, p. 69-78, 2011.

BRUNDENIUS, Claes; LUNDVALL, Bengt-Åke; SUTZ, Judith. The role of universities in innovation systems in developing countries. In: **Handbook on Innovation Systems in Developing Countries**. Edward Elgar Publishing, 2009. p. 311-336.

BRUNO-FARIA, Maria de Fatima; FONSECA, Marcus Vinicius de Araújo. Cultura de Inovação: Conceitos e Modelos Teóricos. **ANPAD**. Rio de Janeiro, v.18, n.4, pp. 372-396, Jul./Ago. 2014

BUAINAIN, Antônio Márcio; CORDER, Solange; BONACELLI, Maria Beatriz Machado. Crise do Financiamento Público à Inovação no Brasil. In: **XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica**. Cidade do México. 2017.

CALVO, Nuria; PAZOS, David Rodeiro; LÓPEZ, Sara Fernández. Science and technology parks as accelerators of knowledge-intensive business services. A case study. **International Journal of Business and Globalisation**, v. 18, n. 1, p. 42, 2017. DOI: 10.1504/IJBG.2017.081025.

CANO, Luisa Fernanda. El enfoque retórico del análisis de políticas públicas. In: DEUBEL, André-Noël Roth (Ed). **Enfoques para el análisis de políticas públicas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2010. p. 213-228.

CARLSSON, B.; ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B.; BRAUNERHJELM, P.. Knowledge creation, entrepreneurship, and economic growth: a historical review. **Industrial And Corporate Change**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 1193-1229, 13 out. 2009. Oxford University Press (OUP).

CARVALHO, Adão. Wishful thinking about R&D policy targets: What governments promise and what they actually deliver. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 3, p. 373-391, 2018.

CARVALHO, R.; CARVALHO, R.; ZAGNI, R. M. EM GUERRA E SEM ARMAS: a pandemia mundial e o desmonte das ciências no Brasil. **Confluências | Revista Interdisciplinar de Sociologia e Direito**, v. 22, n. 2, p. 107-130, 1 ago. 2020.

CASALI, Giovana F. Rossi; SILVA, Orlando Monteiro da; CARVALHO, Fátima. Sistema regional de inovação: estudo das regiões brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 515-550, 2010.

CASSIOLATO, José Eduardo et al. Indicadores de Inovação: uma análise crítica para os BRICS. **Rio de Janeiro: RedeSist–Relatório de Pesquisa**, 2008.

CELE, Leskey M.; RAY, Suprakas Sinha; COVILLE, Neil J. Guest editorial: nanoscience and nanotechnology in South Africa. **South African Journal of Science**, v. 105, n. 7-8, p. 242-242, 2009.

CENTENO, Ana Paula Lemos. **O processo decisório de startups sob a perspectiva da Teoria Effectuation**. 2020. 194 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Administração) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/9337>

CHEN, Huey T. The bottom-up approach to integrative validity: a new perspective for program evaluation. **Evaluation and program planning**, v. 33, n. 3, p. 205-214, 2010.

CHIARINI, Tulio; CALIARI, Thiago. **A Economia Política do Patenteamento na América Latina: Tecnologia e Inovação a Favor do Desenvolvimento**. Paco e Littera, 2019.

CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; OCAÑA-ROSA, Kevin; VARGAS-QUESADA, Benjamín. How to combine research guarantor and collaboration patterns to measure scientific performance of countries in scientific fields: nanoscience and nanotechnology as a case study. **Frontiers in Research Metrics and Analytics**, v. 1, p. 2, 2016.

CLARYSSE, B.; WRIGHT, M.; LOCKETT, A.; MUSTAR, P.; KNOCKAERT, M. Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 609–640, 2007. DOI: 10.1093/icc/dtm019.

COHAN, Peter S. Launching Startups from Universities. In: **Startup Cities**. Apress, Berkeley, CA, 2018. p. 51-82.

COMISSÃO EUROPEIA. **Nanometrics: A Technometric and Socio-Economic System to Support the Development of European Nanotechnology Strategy Options (Part I: Monitoring System)**. Luxembourg: Ramboll Management Consulting. 2013

CONNOLLY, Richard. State industrial policy in Russia: the nanotechnology industry. **Post-Soviet Affairs**, v. 29, n. 1, p. 1-30, 2013.

COOKE, Philip; GOMEZ URANGA, Mikel; ETXEBARRIA, Goio. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. **Research Policy**, v. 26, n. 4–5, p. 475–491, 1997. DOI: 10.1016/S0048-7333(97)00025-5.

CORIAT, Benjamin; WEINSTEIN, Olivier. National institutional frameworks, institutional complementarities and sectoral systems of innovation. In: **Sectoral systems of innovation, concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**, MALERBA, F. (org). Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

CORSI, Christian; PRENCIPE, Antonio. Improving Innovation in University Spin-Offs: The Fostering Role of University and Region. **Journal of technology management & innovation**, v. 11, n. 2, p. 13–21, 2016.

CORSI, Christian; PRENCIPE, Antonio. The Contribution of University Spin-Offs to the Competitive Advantage of Regions. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 9,

n. 2, p. 473–499, 2018. DOI: 10.1007/s13132-017-0501-1.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. **Pesquisa de Métodos Mistos: Série Métodos de Pesquisa**. Penso Editora, 2015.

CROISFELTS, Henrique et al. Redes de Inovação, cooperação universidade-empresa e spin off: estudo de caso Café consciência. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33792-33811, 2020.

CROSARA, D. de M.; SILVA, L. B. e. A Constituição Federal de 1988: os caminhos das políticas de democratização do acesso e permanência na educação superior como direito fundamental. **Revista Educação e Políticas em Debate**, v. 7, n. 2, p. 289–312, 2018. DOI: 10.14393/REPOD.issn.2238-8346.v7n2a2018-07.

CUNHA, Robson Moreira. et al. **O Fenômeno das Spin-Offs universitárias: uma reflexão sobre a experiência brasileira**. ALTEC: 2017.

D'AURIA, Anna et al. Exploring innovation contexts: system, network and ecosystem innovation. **International Journal of Management and Enterprise Development**, v. 15, n. 2-3, p. 127-146, 2016.

DAGNINO, Renato; THOMAS, Hernán. Planejamento e políticas públicas de inovação: em direção a um marco de referência latino-americano. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 23, 2009.

DAVIDSON, Carl; SEGERSTROM, Paul. R&D subsidies and economic growth. **The RAND Journal of Economics**, p. 548-577, 1998.

DELGADILLO POLANCO, Víctor Manuel. El derecho a la ciudad en la Ciudad de México. ¿ Una retórica progresista para una gestión urbana neoliberal?. **Andamios**, v. 9, n. 18, p. 117-139, 2012.

DEUBEL, André-Noël. Perspectivas teóricas para el análisis de las políticas públicas: ¿de la razón científica al arte retórico?. **Estudios políticos**, n. 33, p. 67-91, 2008.

DIAS, BRUNA DE PAULA et al. A NANOTECNOLOGIA NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM ATIVIDADE ANTIMICROBIANA. **Química Nova** [online]. 2021, v. 44, n. 08. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170743>

DJOKOVIC, Djordje; SOUITARIS, Vangelis. Spinouts from academic institutions: a literature review with suggestions for further research. **The journal of technology transfer**, v. 33, n. 3, p. 225-247, 2008.

DOLABELA, F.; FREIRE D. S. P. D. C.; BARROS, A. D. **A influência da cultura familiar no despertar da intenção empreendedora em empresários ibero-americanos**. Santiago de Cali: Universidad Icesi, Von. 2009

DONG, Haiyan et al. The nanotechnology race between China and the United States. **Nano Today**, v. 11, n. 1, p. 7-12, 2016.

DUNN, W. **Public policy analysis: An integrated approach**. Routledge, 2018.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix - -University-Industry-

Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. **EASST Review**, 1995.

ETZKOWITZ, Henry. Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. **Social science information**, v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.

ETZKOWITZ, Henry. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 823–833, 1998. DOI: 10.1016/S0048-7333(98)00093-6.

FERNANDES, Maria Fernanda Marques; FILGUEIRAS, Carlos AL. Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios). **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2205-2213, 2008.

FINI, Riccardo; GRIMALDI, Rosa; MEOLI, Azzurra. The effectiveness of university regulations to foster science-based entrepreneurship. **Research Policy**, v. 49, n. 10, p. 104048, 2020. DOI: 10.1016/j.respol.2020.104048.

FINK, Arlene. **Conducting research literature reviews: From the Internet to paper (3rd ed.)**. SAGE: Los Angeles, 2010.

FOLADORI, Guilllerno; FIGUEROA, Santiago; ZÁYAGO-LAU, Edgar; INVERNIZZI, Noela. Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. **Sociologias** v. 14, n. 30, p. 330-363, 2012.

FORERO PORTELA, Julieth; HURTADO PARDO, Diana Paola. ACD: una propuesta para el análisis de política pública de género. **Discurso & Sociedad**, n. 2, p. 266-289, 2013.

FREEMAN, Chris. The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. **Cambridge Journal of economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **A economia da inovação industrial**. Editora da UNICAMP, 2008.

FREITAS, Henrique et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 35, n. 3, 2000.

FREITAS, Jonathan Simões; GONÇALVES, Carlos Alberto; CHENG, Lin Chih; MUNIZ, Reynaldo Maia. THE ACADEMIC SPIN-OFF PHENOMENON: STRUCTURING A NEW FIELD OF RESEARCH IN BRAZIL. **Review of Administration and Innovation - RAI**, v. 8, n. 4, 2012. DOI: 10.5773/rai.v8i4.698.

FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA. **Fundação Araucária lança Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação Superhub Nanotecnologia**. 2020. Disponível em: <https://www.fappr.pr.gov.br/Noticia/Fundacao-Araucaria-lanca-Novo-Arranjo-de-Pesquisa-e-Inovacao-Superhub-Nanotecnologia>. Acesso em: 10 set. 2021

FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA. **Nota Técnica da Fundação Araucária nº 01/2019 Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação - NAPI**. Curitiba, 2019. Disponível em: https://www.fappr.pr.gov.br/sites/fundacao-araucaria/arquivos_restritos/files/documento/2020-06/nota_001_napi.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

FUSTER, Elena; PADILLA-MELÉNDEZ, Antonio; LOCKETT, Nigel; DEL-ÁGUILA-OBRA, Ana Rosa. The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia.

Technological Forecasting and Social Change, v. 141, p. 219–231, 2019. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.10.020.

GANICHEV, N. A.; KOSHOVETS, O. B. Russian nanotechnology market: high-technology industry or statistical phenomenon. **Studies on Russian Economic Development**, v. 29, n. 1, p. 12-20, 2018.

GASTROW, M. Thinking small: the state of nanotechnology research and development in South Africa. **Journal for New Generation Sciences**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

GERHARDT, Cleyton Henrique. Tautologia e retórica messiânica da “transição agroecológica” na “nova extensão rural”. **Extensão Rural**, v. 21, n. 3, p. 09-43, 2014.

GERHARDT, Cleyton. Circularidade discursiva e reificação da retórica messiânica. Da transição agroecológica nos discursos da Nova ATER. In: **XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires**. Asociación Latinoamericana de Sociología, 2009.

GEVA-MAY, Iris; PAL, Leslie A. Good fences make good neighbours: policy evaluation and policy analysis—exploring the differences. **Evaluation**, v. 5, n. 3, p. 259-277, 1999.

GIACOMIN, Olivier; JANSSEN, Frank; SHINNAR, Rachel. University students and their faculty: Perceptions of entrepreneurial optimism, overconfidence and entrepreneurial intentions. **Management international/International Management/Gestión Internacional**, v. 20, n. 1, p. 123-134, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social: um tratamento conceitual**. São Paulo: Atlas, 1994.

GODIN, Benoît. In the shadow of Schumpeter: W. Rupert Maclaurin and the study of technological innovation. **Minerva**, v. 46, n. 3, p. 343-360, 2008.

GODIN, Benoît. Why is imitation not innovation?. In: **Critical Studies of Innovation**. Edward Elgar Publishing, 2017.

GOKHBERG, Leonid et al. Developing and using indicators of emerging and enabling technologies. In: **Handbook of innovation indicators and measurement**. Edward Elgar Publishing, 2013.

GOKHBERG, Leonid; FURSOV, Konstantin; KARASEV, Oleg. Nanotechnology development and regulatory framework: The case of Russia. **Technovation**, v. 32, n. 3-4, p. 161-162, 2012.

GOLUBEV, Sergei S. et al. Nanotechnology market research: Development and prospects. **Revista ESPACIOS**, v. 39, n. 36, 2018.

GÓMEZ-ZULUAGA, María Eugenia. Emprendimiento de base tecnológica: Un reto por cumplir. **Tec Empresarial**, v. 13, n. 2, p. 33–44, 2019. DOI:

10.18845/te.v13i2.4493.

GRAHAM, Loren R.; DEZHINA, Irina. **Science in the new Russia: Crisis, aid, reform**. Indiana University Press, 2008.

GRANOVETTER, Mark S. The Strength of Weak Ties. **American Journal of Sociology**, 1973. DOI: 10.1086/225469.

GRASMIK, Konstantin. Academic Spin-off as Triple Helix Element: Case-Study of Russian Regions. **Journal of technology management & innovation**, v. 11, n. 3, p. 127–136, 2016. DOI: 10.4067/S0718-27242016000300015.

GRILICHES, Zvi. The Search for R&D Spillovers. **The Scandinavian Journal of Economics**, 1992. DOI: 10.2307/3440244.

HAAPANEN, Mika; LENIHAN, Helena; MARIANI, Marco. Government policy failure in public support for research and development. **Policy Studies**, v. 35, n. 6, p. 557-575, 2014.

HALL, Bronwyn H. R&D tax policy during the 1980s: success or failure? **Tax policy and the economy**, v. 7, p. 1-35, 1993.

HARSH, Matthew et al. The role of emerging technologies in inclusive innovation: the case of nanotechnology in South Africa. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 5, p. 597-607, 2018.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; BAPTISTA, Pilar; FERNÁNDEZ, Carlos. **Metodología de la Investigación**. México: Editorial McGraw Hill, 2014.

HIRSCHMAN, Albert. **A Retórica da Intransigência**. São Paulo: Cia. das Letras, 1985.

HOWELLS, John. **The management of innovation and technology: the shaping of technology and institutions of the market economy**. SAGE: Londres, 2005.

HUANG, Can; SHARIF, Naubahar. Global technology leadership: The case of China. **Science and Public Policy**, v. 43, n. 1, p. 62-73, 2015.

HUANG, Can; WU, Yilin. State-led technological development: A case of China's nanotechnology development. **World Development**, v. 40, n. 5, p. 970-982, 2012.

IACOBUCCI, Donato; IACOPINI, Alessandro; MICOZZI, Alessandra; ORSINI, Simone. Fostering entrepreneurship in academic spin-offs. **International Journal of Entrepreneurship And Small Business**, v. 12, n. 4, p. 513, 2011.

INSHAKOVA, E.; INSHAKOVA, A. Nanomaterials and nanotechnology: prospects for technological re-equipment in the power engineering industry. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 033020.

INVERNIZZI, Noela. Visões de futuro: nanociência e nanotecnologia no Jornal da Ciência. **VII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología: Rio de Janeiro, Brasil**. Recuperado de <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/35807.htm>, 2008.

INVERNIZZI, Noela; FOLADORI, Guillermo; DE QUEVEDO, Josemari Perschke. Do nano-boom à paralisação: a trajetória da política brasileira de nanotecnologia. **Ciências Sociais Unisinos**, v. 55, n. 1, p. 24-34, 2019.

INVERNIZZI, Noela; FOLADORI, Guillermo; DE QUEVEDO, Josemari Poerschke. Do nano-boom à paralisação: a trajetória da política brasileira de nanotecnologia. **Ciências Sociais Unisinos**, v. 55, n. 1, p. 24-34, 2019.

INVERNIZZI, Noela; FOLADORI, Guillermo; MACLURCAN, Donald. Nanotechnology's controversial role for the South. **Science, Technology and Society**, v. 13, n. 1, p. 123-148, 2008.

INVERNIZZI, Noela; HUBERT, Matthieu; VINCK, Dominique. 11: Nanoscience and nanotechnology: how an emerging area on the scientific agenda of the core countries has been adopted and transformed in Latin America. **Beyond imported magic. Essays on science, technology, and society in Latin America**, p. 223-242, 2014.

INVERNIZZI, Noela; KORBES, Cleci; FUCK, Marcos Paulo. Política de nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina, México, Miguel Ángel Porrúa**, p. 55-84, 2012.

ITO, Rodrigo; DE CAMPOS, André Luiz Sica. Obstáculos ao êxito de políticas públicas de empreendedorismo no nível regional dos estados brasileiros. **Pymes, Innovación y Desarrollo**, v. 8, n. 1, p. 75-95, 2020.

JACOSKI, Claudio Alcides et al. Análise do desempenho da inovação regional-um estudo de caso na indústria. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 2, p. 71-88, 2014.

JASANOFF, Sheila. In the democracies of DNA: ontological uncertainty and political order in three states. **New Genetics and Society**, v. 24, n. 2, p. 139-156, 2005.

JASANOFF, Sheila. Ordering knowledge, ordering society. **States of knowledge: The co-production of science and social order**, p. 13-45, 2004.

JIA, Lee; ZHAO, Yuliang; LIANG, Xing-Jie. Fast evolving nanotechnology and relevant programs and entities in China. **Nano Today**, v. 6, n. 1, p. 6-11, 2011.

JOHNSON, R.; ONWUEGBUZIE, A.; TURNER, L. Toward a Definition of Mixed Methods Research. **Journal Of Mixed Methods Research**, v. 1, n. 2, p. 112-133, abr. 2007.

JUNG, Hyejin; KIM, Byung Keun. Determinant factors of university spin-off: the case of Korea. **Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 6, p. 1631-1646, 2018. DOI: 10.1007/s10961-017-9571-2.

KAHN, Michael. A cooperação dos BRICS na ciência, tecnologia e inovação: retórica e realidades. **Contexto internacional**, v. 37, n. 1, p. 185-213, 2015

KARAULOVA, Maria et al. Science system path-dependencies and their influences: nanotechnology research in Russia. **Scientometrics**, v. 107, n. 2, p. 645-670, 2016.

- KARPAGAM, R. Global research output of nanobiotechnology research: A scientometrics study. **Current Science**, p. 1490-1499, 2014.
- KAY, Luciano; SHAPIRA, Philip. Developing nanotechnology in Latin America. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 11, n. 2, p. 259-278, 2009.
- KEARNES, Matthew; WYNNE, Brian. On nanotechnology and ambivalence: the politics of enthusiasm. **NanoEthics**, v. 1, n. 2, p. 131-142, 2007.
- KINGDON, J.K. **Agendas, Alternatives, and Public Policies 2nd Ed.** Harlow: Pearson, 2014.
- KNOBEL, Marcelo. O futuro da nanotecnologia no Brasil: vinte anos não são nada?. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 1, p. 4-5, 2005.
- KNOEPFEL, Peter; LARRUE, Corinne; VARONE, Frédéric; HILL, Michael. **Public policy analysis.** Policy Press, 2007.
- KÖRBES, Clecí. **Educação não-formal em mídias: divulgação científica sobre nanotecnologia.** Tese de doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2013.
- KORPYSA, Jaroslaw. Endo- and exogenous conditions of entrepreneurial process of university spin-off companies in Poland. **Procedia Computer Science**, v. 159, p. 2481–2490, 2019. DOI: 10.1016/j.procs.2019.09.423.
- KOSTOFF, Ronald N. China/USA nanotechnology research output comparison—2011 update. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 5, p. 986-990, 2012.
- KULKOV, Ignat; BERGGREN, Björn; ERIKSSON, Kent; HELLSTRÖM, Magnus; WIKSTROM, Kim. The importance of financial resources and ownership of intellectual property rights for university spin-offs: the cases of Finland and Sweden. **Journal of Small Business and Enterprise Development**, v. 27, n. 7, p. 1125–1147, 2020. DOI: 10.1108/JSBED-09-2019-0308.
- KUMAR, Amit et al. **Nanotechnology development in India: an overview.** New Delhi: Research and Information System for Developing Countries, 2014.
- LAAGE-HELLMAN, Jens; LIND, Frida; ÖBERG, Christina; SHIH, Tommy. Interactions between university spin-offs and academia: a dynamic perspective. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 35, n. 12, p. 1941–1955, 2020. DOI: 10.1108/JBIM-08-2019-0380.
- LAMBAIS, Guilherme BR. Empresas de base tecnológica induzidas e espontâneas na região metropolitana de Campinas: limitações, potencialidades e relações com o espaço geográfico. **Parcerias Estratégicas**, v. 14, n. 29, p. 201-224, 2010.
- LAMBEROVA, Natalia. **Essays on Political Economy of Technological Development.** 2020. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística e Governo, Universidade da Califórnia em Los Angeles, Los Angeles, 2020.

LAMBOOY, Jan. The transmission of knowledge, emerging networks, and the role of universities: an evolutionary approach. **European Planning Studies**, v. 12, n. 5, p. 643-657, 2004.

LANE, Neal; KALIL, Thomas. The national nanotechnology initiative: present at the creation. **Issues in Science and Technology**, v. 21, n. 4, p. 49-54, 2005.

LAREDO, Philippe. Revisiting the third mission of universities: toward a renewed categorization of university activities? **Higher education policy**, v. 20, n. 4, p. 441-456, 2007.

LASWELL, H. La orientación hacia las políticas públicas. In: AGUILAR, Luis F. (Ed). **Antología de Políticas Públicas (Tomo 1)**. México: Miguel Ángel Porrúa, 1992.

LEITCH, Claire M.; HARRISON, Richard T. Entrepreneurial learning: a review and research agenda. **Entrepreneurial Learning**, p. 25-46, 2008.

LIU, Li; ZHANG, Jingjing. Characterising nanotechnology research in China. **Science, Technology and Society**, v. 12, n. 2, p. 201-216, 2007.

MAJONE, Giandomenico. Los usos del análisis de políticas. In: AGUILAR, Luis F. (Ed). **La hechura de las políticas**. México: Miguel Ángel Porrúa, 1992, p. 201-226.

MAJONE, Giandomenico. **Evidence, argument, and persuasion in the policy process**. Yale University Press, 1989.

MALDONADO-SADA, María Teresa; CABALLERO-RICO, Frida Carmina; RUVALCABA-SÁNCHEZ, Loecelia. Retos para las spin-off académicas en México como resultado de la valorización económica de I+D+i de las universidades. **CienciaUAT**, v. 14, n. 1, p. 85, 2019. DOI: 10.29059/cienciauat.v14i1.1136.

MANTEROLA, Carlos; ASTUDILLO, Paula; ARIAS, Esteban; CLAROS, Nataniel. Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. **Cirugía Española**, v. 91, n. 3, p. 149–155, 2013. DOI: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009.

MARADANA, Rana P. et al. Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2017.

MARKHAM, Stephen K. Moving technologies from lab to market. **Research-technology management**, v. 45, n. 6, p. 31-42, 2002.

MARTINS, Paula Salomão. **Spin-offs da ciência: terras raras do empreendedorismo acadêmico brasileiro?**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARZOCCHI, Chiara; KITAGAWA, Fumi; SÁNCHEZ-BARRIOLUENGO, Mabel. Evolving missions and university entrepreneurship: academic spin-offs and graduate start-ups in the entrepreneurial society. **Journal of Technology Transfer**, v. 44, n. 1, p. 167–188, 2019. DOI: 10.1007/s10961-017-9619-3.

MASARA, Brian; VAN DER POLL, John Andrew; MAAZA, Malik. A nanotechnology-foresight perspective of South Africa. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 23, n. 4, p. 1-22, 2021.

MASCARENHAS, Carla; FERREIRA, João J.; MARQUES, Carla. University–industry cooperation: A systematic literature review and research agenda. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 5, p. 708–718, 2018. DOI: 10.1093/scipol/scy003.

MATHISEN, Marius Tuft; RASMUSSEN, Einar. The development, growth, and performance of university spin-offs: a critical review. **The Journal of Technology Transfer**, v. 44, n. 6, p. 1891–1938, 2019. DOI: 10.1007/s10961-018-09714-9.

MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor**: desmascarando o mito de setor público vs. Setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014

MERCER, S.L.; GOEL, V. Program evaluation in the absence of goals: a comprehensive approach to the evaluation of a population-based breast cancer screening program. **The Canadian Journal of Program Evaluation**, v. 9, n. 1, p. 97-112, 1994.

MESSINA, Lisa; MILLER, Kristel; HEWITT-DUNDAS, Nola. USO Imprinting and Market Entry Timing: Exploring the Influence of University Ecosystems. **IEEE Transactions on Engineering Management**, p. 1–16, 2020. DOI: 10.1109/TEM.2020.2979181.

METZKER, Gabriela D’ávila. **Levantamento dos recursos e capacidades utilizados pelo Núcleo de Inovação Tecnológica de uma universidade pública no processo de criação de SPIN-OFFS acadêmicas: o caso da UFMG**. 2019. 119 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32128>.

MILLER, Kristel et al. Entrepreneurial academics and academic entrepreneurs: A systematic literature review. **International Journal of Technology Management**, v. 77, n. 1-3, p. 9-37, 2018.

MOCELIN, Daniel Gustavo; AZAMBUJA, Lucas Rodrigues. Empreendedorismo intensivo em conhecimento: elementos para uma agenda de pesquisas sobre a ação empreendedora no Brasil. **Sociologias**, v. 19, n. 46, p. 30-75, 2017.

MOLLO, Maria de Lourdes Rollemberg; FONSECA, Pedro Cezar Dutra. Desenvolvimentismo e novo-desenvolvimentismo: raízes teóricas e precisões conceituais. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 33, p. 222-239, 2013.

MONGE-A., Mauricio; BRIONES-PEÑALVER, Antonio Juan; GARCÍA-PÉREZ DE LEMA, Domingo. Elementos para el diseño de una estrategia que promueva la creación de spin-offs académicas en las universidades públicas costarricenses. **Revista Tecnología en Marcha**, v. 29, n. 2, p. 25, 2016. DOI: 10.18845/tm.v29i2.2689.

MORICONI, M. **Retórica, política y administración pública: por qué fallan las reformas administrativas**. México: UAM-Xochimilco. Clacso, 2011.

MORRA-IMAS, Linda G.; MORRA, Linda G.; RIST, Ray C. **The road to results: Designing and conducting effective development evaluations**. World Bank Publications, 2009.

MULLER, P. **Las políticas públicas**. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2006

MULLER, Pierre; SUREL, Yves. **Análise das políticas públicas**. Pelotas, EDUCAT, 2002.

MUSCIO, Alessandro; QUAGLIONE, Davide; RAMACIOTTI, Laura. The effects of university rules on spinoff creation: The case of academia in Italy. **Research Policy**, v. 45, n. 7, p. 1386–1396, 2016. DOI: 10.1016/j.respol.2016.04.011.

MUSTAR, Philippe; RENAULT, Marie; COLOMBO, Massimo G.; PIVA, Evila; FONTES, Margarida; LOCKETT, Andy; WRIGHT, Mike; CLARYSSE, Bart; MORAY, Nathalie. Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. **Research Policy**, v. 35, n. 2, p. 289–308, 2006. DOI: 10.1016/j.respol.2005.11.001.

NIOSI, Jorge; REID, Susan E. Biotechnology and nanotechnology: science-based enabling technologies as windows of opportunity for LDCs?. **World Development**, v. 35, n. 3, p. 426-438, 2007.

O'MARA, Margaret. **The code: Silicon Valley and the remaking of America**. New York: Penguin, 2020.

O'SHEA, Rory P.; CHUGH, Harveen; ALLEN, Thomas J. Determinants and consequences of university spinoff activity: a conceptual framework. **The Journal of Technology Transfer**, v. 33, n. 6, p. 653–666, 2008. DOI: 10.1007/s10961-007-9060-0.

OCDE. **A Territorial Approach to the Sustainable Development Goals**. Paris: Oecd Publishing, 2020.

OECD. **The OECD innovation strategy: getting a head start on tomorrow**. OECD Pub., 2010.

PANDEY, Garima. Challenges and future prospects of agri-nanotechnology for sustainable agriculture in India. **Environmental Technology & Innovation**, v. 11, p. 299-307, 2018.

PANDEY, Poonam; PANSERA, Mario. Bringing Laxmi and Saraswati together: Nano-scientists and academic entrepreneurship in India. **Technology in Society**, v. 63, p. 101440, 2020. DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101440.

PARANÁ (Estado). Lei nº 20541, de 20 de abril de 2021. **Lei Estadual de Inovação**: Dispõe sobre política pública de incentivo à inovação, à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico, ao fomento de novos negócios, e a integração entre o setor público e o setor privado em ambiente produtivo no Estado do Paraná. Curitiba, PR, 2021.

PAVANI, Claudia. **Spin offs universitárias de sucesso: um estudo multicase de empresas originárias da Escola Politécnica da USP e da COPPE da UFRJ**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEIXOTO, Flávio José M. Nanotecnologia e sistemas de inovação: implicações para política de inovação no Brasil. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

PENROSE, Edith Tilton. **A teoria do crescimento da firma**. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

PÉREZ HERNÁNDEZ, María Del Pilar Monserrat; CALDERÓN MARTÍNEZ, María Guadalupe. Avances normativos en la creación de empresas spin off universitarias en México. **Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento**, v. 7, n. 20, 2019. DOI: 10.22201/enesl.20078064e.2019.20.68321.

PINA, Ana Teresa Coelho. **Modelos e prioridades estratégicas em ciência, tecnologia e inovação nos países da OCDE e nos BRICS**. 2009. Tese de Doutorado - Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa, Portugal.

PINTO, Emerson. **Desenvolvimento e crescimento econômico em perspectiva: a trajetória da economia paranaense e o desenvolvimento econômico atual**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/147483>.

PINTO, José Henrique Ferreira. **Impacto da política de nanotecnologia na organização e produção científica do LCNano na Universidade Federal do Paraná**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2013.

PISCOPO, Marcos Roberto et al. O setor brasileiro de nanotecnologia: Oportunidades e desafios. **Revista de Negócios**, v. 19, n. 4, p. 43-63, 2015.

PLENTZ, Flávio; FAZZIO, Adalberto. Considerações sobre o Programa brasileiro de Nanotecnologia. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 3, p. 23-27, 2013.

PONTES, Jorge M. Nanotecnologia, inovação, comunicação e mercado de trabalho. **Marketing, comunicação, educação e inovação: novos olhares**, p. 173-194, 2017.

PRADO, Fernando Correa. **A ideologia do desenvolvimento e a controvérsia da dependência no Brasil contemporâneo**. 2015. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Política Internacional). Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PRENCIPE, Antonio; CORSI, Christian; RODRÍGUEZ-GULÍAS, María Jesús; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Sara; RODEIRO-PAZOS, David. Influence of the regional entrepreneurial ecosystem and its knowledge spillovers in developing successful university spin-offs. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 72, n. November 2019, 2020. DOI: 10.1016/j.seps.2020.100814.

PROKOP, Daniel; HUGGINS, Robert; BRISTOW, Gillian. The survival of academic spinoff companies: An empirical study of key determinants. **International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship**, v. 37, n. 5, p. 502–535, 2019. DOI: 10.1177/0266242619833540.

PONOMARIOV, Branco. Government-sponsored university-industry collaboration and the production of nanotechnology patents in US universities. **The Journal of Technology Transfer**, v. 38, n. 6, p. 749-767, 2013.

RAMALHO DE OLIVEIRA, Meire; VITALE TORKOMIAN, Ana Lúcia. How to Stimulate an Entrepreneurial Ecosystem? Experiences of North American and European Universities. **Innovar**, v. 29, n. 71, p. 11–24, 2019. DOI: 10.15446/innovar.v29n71.76392

RAMANI, Shyama V. et al. On India's plunge into Nanotechnology: What are good ways to catch-up?. **UNU-MERIT Working Paper Series**, n. 2011-020, 2011.

RAMAR, N. et al. Role of Technology Incubation Centers in Promoting Small-Scale Business: A Case with Special Reference to Tamilnadu. **Test Engineering and Management, Page**, v. 9279, 2020.

RAMARAJU, G.V. **Assessing the Economic Impact of Nanotechnology: India Perspective**. Presentation made at International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology held in Washington, USA on 27-28 March. 2012

REYNOLDS, Elisabeth B.; SCHNEIDER, Ben Ross; ZYLBERBERG, Ezequiel (Ed.). **Innovation in Brazil: Advancing Development in the 21st Century**. Routledge, 2019.

RIBEIRO, Claudia. Projeto da Nova Lei de Inovação do Paraná avança na Comissão de Ciência e Tecnologia. **Assembleia Legislativa do Parana, Notícias**. Curitiba, p. 1-1. mar. 2021. Disponível em: <https://www.assembleia.pr.leg.br/comunicacao/noticias/projeto-da-nova-lei-de-inovacao-do-parana-avanca-na-comissao-de-ciencia-e-tecnologia>. Acesso em: 10 set. 2021.

RIBEIRO, Ana Regina Bezerra et al. Fatores que contribuem para o sucesso de empresas de base tecnológica: um estudo multicase em incubadoras de Pernambuco. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 9, n. 2, p. 208-233, 2016.

RIKAP, Cecilia. La vinculación de la universidad con el sector productivo. Transferencia tecnológica: technological transference. **Ecós de Economía**, v. 16, n. 34, p. 127-149, 2012.

RODRÍGUEZ, Sonia. Turismo comunitario en Colombia: ¿retórica de Estado?. **Anuario Turismo y Sociedad**, n. 22, p. 195-212, 2018.

RODRÍGUEZ-GULÍAS, María Jesús; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Sara; RODEIRO-PAZOS, David. Innovation in cultural and creative industries firms with an academic origin (CCI-USOs): The role of regional context. **Technovation**, v. 92–93, n. January 2017, p. 1–10, 2020. DOI: 10.1016/j.technovation.2018.06.007.

ROESE, Mauro. Política industrial e de C&T regional: sistemas de inovação regionais? O caso da aglomeração moveleira de Bento Gonçalves/RS. **Read: revista eletrônica de administração**. Porto Alegre. Edição 16, vol. 6, n. 4 (out. 2000), p. 139-169, 2000.

ROGERS, Patricia J. et al. Program theory evaluation: Practice, promise, and problems. **New directions for evaluation**, v. 2000, n. 87, p. 5-13, 2000.

ROSSI, P. H.; FREEMAN, H. E.; LIPSEY, M. W. **Evaluation. A Systematic Approach**. 6^aed. Thousand Oaks, CL: Sage, 1998.

ROTHAERMEL, Frank T.; AGUNG, Shanti D.; JIANG, Lin. University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. **Industrial and corporate change**, v. 16, n. 4, p. 691-791, 2007.

ROUSSEAU, Ronald. The F-measure for research priority. **Journal of Data and Information Science**.-[SI], v. 3, n. 1, p. 1-18, 2018.

SAIDI, Trust; DOUGLAS, Tania S. et al. Nanotechnology in South Africa-Challenges in evaluating the impact on development. **South African Journal of Science**, v. 113, n. 7-8, p. 1-2, 2017.

SAMAL, Subhranshu Sekhar; MANOHARA, S. R. Nanoscience and Nanotechnology in India: A broad perspective. **Materials Today: Proceedings**, v. 10, p. 151-158, 2019.

SANDSTRÖM, Christian; WENNBERG, Karl; WALLIN, Martin W.; ZHERLYGINA, Yulia. Public policy for academic entrepreneurship initiatives: a review and critical discussion. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 5, p. 1232–1256, 2018. DOI: 10.1007/s10961-016-9536-x.

SANTOS, ÉDER. **Os Spin-offs estudantis, suas dificuldades e a atuação da Universidade: estudo de múltiplos casos no Estado de Sergipe**. 2013. 129 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2013. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/3000>.

SHAPIRA, Philip; YOUTIE, Jan. The economic contributions of nanotechnology to green and sustainable growth. In: **Green processes for nanotechnology**. Springer, Cham, 2015. p. 409-434.

SHAPIRA, Philip; YOUTIE, Jan; KAY, Luciano. National innovation systems and the globalization of nanotechnology innovation. **The Journal of Technology Transfer**, v. 36, n. 6, p. 587-604, 2011.

SILUK, Julio Cezar Mairesse et al. Empreendedorismo de base tecnológica no sul do Brasil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 11, p. 471-488, 2018.

SINGH, Jyoti; SENGAR, R. S. Nanotechnology in agriculture and food. **Annals of Horticulture**, v. 13, n. 1, p. 14-24, 2020.

SOETANTO, Danny; VAN GEENHUIZEN, Marina. Life after incubation: The impact of entrepreneurial universities on the long-term performance of their spin-offs. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 141, n. October, p. 263–276, 2019. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.10.021.

SON, Hosung; CHUNG, Yanghon; YOON, Sangpil. How can university technology holding companies bridge the Valley of Death? Evidence from Korea. *Technovation*, p. 102158, 2020.

SPINOSA, Luiz Márcio; COSTA, Eduardo M. Urban Innovation Ecosystem & Humane and Sustainable Smart City: A Balanced Approach in Curitiba. *Handbook of Smart Cities*, p. 1-23, 2020.

STEFANELLI, Valeria; BOSCIA, Vittorio; TOMA, Pierluigi. Does knowledge translation drive spin-offs away from the “valley of death”? A nonparametric analysis to support a banking perspective. *Management Decision*, 2020.

SUNDARARAJAN, G. **Knowledge Creation and Innovation in Nanotechnology: Contemporary and Emerging Scenario in India**. Local Project Advisory Committee (LPAC): New Delhi, India, 2012.

ŠVARC, Jadranka. Socio-political factors and the failure of innovation policy in Croatia as a country in transition. *Research Policy*, v. 35, n. 1, p. 144-159, 2006.

TEREKHOV, Alexander I. Russia’s policy and standing in nanotechnology. *Bulletin of Science, Technology & Society*, v. 33, n. 3-4, p. 96-114, 2013.

TEREKHOV, Alexander I. Russian Research in Nanophotonics in a Global Context. *World economy and international relations*, v. 63, n. 4, p. 29-39, 2019.

TRE-PR, (Tribunal Regional Eleitoral do Paraná). **Proposta de governo ao cargo de Governador do Estado do Paraná: Paraná Inovador**. Partido: PSD, Candidato: “Ratinho Jr”. 2018. Disponível em:
https://divulgacandcontas.tse.jus.br/candidaturas/oficial/2018/BR/PR/2022802018/160000609226/proposta_1534182290253.pdf

TREVELYAN, Rose. Optimism, overconfidence and entrepreneurial activity. *Management Decision*, v. 46, n. 7, p. 986-1001, 2008

ULKU, Hulya. **R&D, innovation, and economic growth: An empirical analysis**. International Monetary Fund IMF, 04/185, out. 2004.

VEGA-GÓMEZ, F. I.; MIRANDA GONZÁLEZ, F. J.; PÉREZ-MAYO, J. Analyzing the Effects of Institutional- and Ecosystem-Level Variables on University Spin-Off Performance. *SAGE Open*, v. 10, n. 2, 2020. DOI: 10.1177/2158244020931116.

VELÁSICO-GONZÁLEZ, María. Gobernanza turística: ¿ Políticas públicas innovadoras o retórica banal?. *Caderno Virtual de Turismo*, v. 14, n. 1, p. 9-22, 2014.

VELMURUGAN, Chandran; RADHAKRISHNAN, N. Publication Analysis of Nanotechnology in Global Perspective: a Scientometric Approach. *Research Journal of Library and Information Science*, v. 2, n. 2, p. 36-49, 2018.

VOHORA, Ajay; WRIGHT, Mike; LOCKETT, Andy. Critical junctures in the development of university high-tech spinout companies. *Research Policy*, v. 33, n. 1, p. 147–175, 2004. DOI: 10.1016/S0048-7333(03)00107-0.

- WANG, Xianwen et al. International scientific collaboration of China: Collaborating countries, institutions and individuals. **Scientometrics**, v. 95, n. 3, p. 885-894, 2013.
- WANG, Xianwen et al. The role of Chinese–American scientists in China–US scientific collaboration: A study in nanotechnology. **Scientometrics**, v. 91, n. 3, p. 737-749, 2012.
- WEISS, Carol. **Evaluation**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.
- WHOLEY, Joseph S. Evaluability assessment. **Handbook of practical program evaluation**, v. 2, p. 33-62, 2004.
- WILSDON, James. China: The next science superpower?. **Engineering & Technology**, v. 2, n. 3, p. 28-31, 2007.
- WORLD BANK. **Innovation policy: A guide for developing countries**. The World Bank, 2010.
- WRIGHT, Mike; BIRLEY, Sue; MOSEY, Simon. Entrepreneurship and university technology transfer. **The Journal of Technology Transfer**, v. 29, n. 3, p. 235-246, 2004.
- YIP, George; MCKERN, Bruce. Innovation in emerging markets—the case of China. **International Journal of Emerging Markets**, 2014.
- YOUTIE, J., et al. Lessons from Ten Years of Nanotechnology Bibliometric Analysis. **OECD Blue Sky Forum on Science and Innovation Indicators**. Ghent: Belgium, 2016.
- ZHOU, Ruoying; TANG, Puay. The role of university Knowledge Transfer Offices: Not just commercialize research outputs! **Technovation**, v. 90–91, n. July, p. 102100, 2020. DOI: 10.1016/j.technovation.2019.102100.

ANEXOS

ANEXO 1: ESTRUTURA DETALHADA DO SURVEY

Dimensão	Objetivo	Variáveis instrumentais
1- Identificação do participante	Identificar o indivíduo e características de controle	<p>-Sexo (M, F, O). Idade (18-24; 25-34; 35-44; 45-54; 54~). -Rol (Docente; Docente e pesquisador; Pesquisador; -Estudante: doutorado, mestrado, graduação; técnico). Instituição do Napi-Nano (ICT's; Empresas; ONG's). Área de atuação / aplicação da nanotecnologia. Grau de experiência / conhecimento sobre spin-offs Nulo (Você desconhece o que é uma spin-off acadêmica) Pouco / limitado (Você sabe o que é uma spin-off, mas não tem experiência ou nunca pensou em algum projeto). Intermediário (Você sabe o que é uma spin-off / Pensa ou já pensou em algum projeto / Nunca participou diretamente em spin-offs). Experiente (Você participa atualmente ou participou antes em Spin-offs acadêmicas e seu contexto). Segmento ou atuação na cadeia de valor (nano-materiais; nano-intermediários; nano-habilitados). Julga como necessária a oferta de formação em spin-offs?</p>
2- Perfil do participante experiente	Identificar e compreender as principais características dos indivíduos empreendedores ou que atuam em spin-offs.	<p>- Posição/cargo que ocupa/ocupou na spin-off (a- sócio fundador/empresário/empreendedor; b- pesquisador/técnico/empregado/consultor). - Conhecimento de negócios (a- pouco/quase nulo; b- intermediário; c- avançado). - Experiência com pesquisa e publicações científicas (a- nacional indexado; b- internacional indexado; c- ambas indexados; d- no indexados; e- não publicou). - Experiência com redes (a- membro de rede/sociedade científica/tecnológica internacional; b- membro de rede/sociedade científica/tecnológica nacional; c- membro de grupo de pesquisa internacional; d- membro de grupo de pesquisa nacional; e- não participa de nenhuma rede ou grupo). - Experiência com patenteamento e transferência tecnológica (a- conhece procedimentos, instituições, regulação e já depositou patentes; b- conhece procedimentos, instituições, regulação, e nunca depositou patentes; c- não conhece procedimentos, instituições, regulação, e nunca depositou patentes). - Objetivo do participante (detecção de perfil) (a- pesquisa/publicação de resultados; b- patentes / transferência tecnológica / provas de conceito; c- novos produtos para o mercado / ganhos de produtividade; d- captação de investimento [público ou privado]). -Experiência com pesquisa científica (anos) -Experiência com pesquisa científica (âmbito) (ICT's públicos; Centro de P&D privado).</p>
3- Matriz da Spin-off a ser respondida por participante experiente	Identificar as características e entorno imediato da spin-off	<p>- Estágio (a- inicial/identificação de oportunidades; b- criação da firma / incubação; c- empresa inserida no mercado; d- spin-off morta ou falida). - Fonte de financiamento (a- público; b- privada; c- ambas). -Área da Spin-off (a definir). - Tempo de vida (a- 1 a 3 anos; b- 4 a 5 anos; c- mais de 5 anos; d- menos de 1 ano). - Tamanho (membros) (a- 1 a 5; b- 6 a 20; c- 21 a 50; d- +50). - Contato com parques industriais/tecnológicos e cooperação técnica/científica/material [a- Pouco/Nulo (Spin-off distante geograficamente e sem interação); b- Médio (Spin-off distante geograficamente, mas com alguma interação ativa); c- Médio-alto (Spin-off próxima geograficamente, e com pouca interação); d- Alto (Spin-off próxima geograficamente, com interação ativa)] - Laço com a universidade (a- Nenhum vínculo formal / nenhuma interação; b- Vínculo formal / recebe suporte ou financiamento; c- Vínculo formal / não recebe suporte ou financiamento; d- vínculo informal). - Ecossistema (a- inserida, participação ativa; b- inserida, com pouca participação; c- não inserida). -Área de aplicação. -Relação com o Napi-Nano.</p>
4- Percepção de influência (expert)	Identificar em atores participantes de spin-off a percepção sobre fatores que impactam o desempenho e criação de spin-offs (positiva ou negativamente)	<p>- Macroeconômicos: taxa de câmbio, situação fiscal, inflação, ambiente econômico (a- Afeta positivamente, o cenário macroeconômico é favorável; b- Afeta negativamente, fatores como inflação ou taxa de câmbio prejudicam o desempenho da spin-off; c- Indiferente, essas variáveis não afetam o desempenho da spin-off). -Tradição da universidade-mãe / Cultura de inovação (a- O espírito empreendedor da Universidade e a cultura de inovação favorecem o crescimento da spin-off; b- O espírito empreendedor e a cultura de inovação prejudicam o crescimento da spin-off; Indiferente, essas variáveis não afetam o desempenho da spin-off). - Microeconômicos: hostilidade do mercado, custos, concorrência e barreiras de entrada no setor de atuação (a- Afeta positivamente, o cenário microeconômico é favorável; b- Afeta negativamente, fatores como a concorrência e barreiras de entrada prejudicam o desempenho da spin-off; c- indiferente). - Infraestrutura / Equipamentos (a- A spin-off conta com a infraestrutura e equipamentos necessários, e isso impacta positivamente seu desempenho; b- A spin-off não conta com a infraestrutura e equipamentos necessários, e isso impacta negativamente seu desempenho; c- A dotação de infraestrutura e disponibilidade de equipamentos não impactam positiva nem negativamente o desempenho da spin-off). - Acesso a infraestrutura pública de laboratórios (SISNANO).</p>

		<p>- Marco jurídico e regulatório (a- A legislação vigente e todo o contexto regulatório/burocrático são propícios para o desenvolvimento da spin-off (afetam positivamente); b- A legislação vigente e todo o contexto regulatório/burocrático são desfavoráveis para o desenvolvimento da spin-off (afetam negativamente); c- indiferente, essas variáveis não afetam as spin-offs).</p> <p>- Interação com redes internacionais (a- A inserção da spin-off em redes internacionais favorece seu desenvolvimento; b- A inserção da spin-off em redes internacionais atrasa e prejudica o seu desenvolvimento; c- Indiferente).</p> <p>Interação com redes nacionais (a- A inserção da spin-off em redes nacionais favorece seu desenvolvimento; b- A inserção da spin-off em redes nacionais atrasa e prejudica o seu desenvolvimento; c- Indiferente).</p> <p>Disponibilidade de financiamento privado (capital de risco, etc) [a- A presença e captação de financiamento privado impacta positivamente o crescimento da spin-off; b- A presença e captação de financiamento privado impacta negativamente o crescimento da spin-off; c- É indiferente, a presença e captação de capital privado não afeta a spin-off].</p> <p>Disponibilidade de financiamento público (editais de fomento, fundos de pesquisa, etc) [a- A presença e captação de financiamento público foi problema. Não havia disponibilidade, foi difícil captar; b- A presença e captação de financiamento público não foi um problema. Havia disponibilidade, foi fácil captar; c- Indiferente, a spin-off não recebeu nem tentou capturar financiamento público].</p> <p>Cooperação com outros empresários/redes de empreendedores (a- A interação e cooperação com outros empresários e empreendedores impacta positivamente no desempenho da spin-off; b- A interação e cooperação com outros empresários e empreendedores impacta negativamente no desempenho da spin-off; c- não temos interação/cooperação com empresários ou empreendedores; d- indiferente, a interação e cooperação com empresários ou empreendedores não afeta o desempenho da spin-off).</p> <p>Localização geográfica (a- A localização da spin-off impacta outorga vantagens que afetam positivamente seu desempenho; b- A localização da spin-off prejudica notavelmente seu desempenho e cria desvantagens; c- a localização da spin-off é um fator irrelevante e não impacta seu desempenho).</p> <p>Cooperação de Agências de Inovação / Parques tecnológicos / Instituições de CT do governo (a- A interação e cooperação com agências de inovação, parques tecnológicos ou instituições de CT impactam positivamente no desempenho da spin-off; b- A interação e cooperação com agências de inovação, parques tecnológicos ou instituições de CT impactam negativamente no desempenho da spin-off; c- não temos interação/cooperação com agências de inovação, parques tecnológicos ou instituições de CT do governo; d- Resulta indiferente, a interação e cooperação com agências de inovação, parques tecnológicos ou instituições de CT não impacta o desempenho das spin-offs).</p> <p>Conhecimento em patenteamento / transferência tecnológica (a- o domínio dos procedimentos de patenteamento e de transferência tecnológica impactam positivamente o crescimento da spin-off; b- o desconhecimento de procedimentos de patenteamento e de transferência tecnológica impactam negativamente o crescimento da spin-off; c- indiferente, o grau de conhecimento ou domínio do processo de patenteamento e/ou transferência de tecnologia não afeta em nada o desempenho da spin-off.).</p>
5- Perfil do nível intermediário	<p>Identificar e compreender as principais características dos indivíduos que não atuam em spin-offs, mas sabem o que é e pensaram em projetos.</p> <p>Identificar os elementos inibidores ou determinantes.</p>	<p>- Sobre o projeto / ideia de Spin-off (indique a área de aplicação).</p> <p>- Segmento da cadeira de valor de nanotecnologia do seu projeto.</p> <p>- Conhecimento de negócios (a- pouco/quase nulo; b- intermediário; c- avançado).</p> <p>- Experiência com pesquisa e publicações científicas (a- nacional indexado; b- internacional indexado; c- ambas indexados; d- no indexados; e- não publicou).</p> <p>- Experiência com redes (a- membro de rede/sociedade científica/tecnológica internacional; b- membro de rede/sociedade científica/tecnológica nacional; c- membro de grupo de pesquisa internacional; d- membro de grupo de pesquisa nacional; e- não participa de nenhuma rede ou grupo).</p> <p>- Experiência com patenteamento e transferência tecnológica (a- conhece procedimentos, instituições, regulação e já depositou patentes; b- conhece procedimentos, instituições, regulação, e nunca depositou patentes; c- não conhece procedimentos, instituições, regulação, e nunca depositou patentes).</p> <p>- Objetivo do participante (detecção de perfil) (a- pesquisa/publicação de resultados; b- patentes / transferência tecnológica / provas de conceito; c- novos produtos para o mercado / ganhos de produtividade; d- captação de investimento [público ou privado]).</p> <p>-Experiência com pesquisa científica (anos)</p> <p>-Experiência com pesquisa científica (âmbito) (ICT's públicos; Centro de P&D privado).</p>
6- Percepção do participante (perfil intermediário)	Fatores e elementos inibidores do empreendimento acadêmico	<p>-Aspectos familiares e culturais (pressão da carga familiar; procura por estabilidade; falta de cultura de inovação; indiferente).</p> <p>-Legislação vigente (afeta negativamente; não representa ameaça ou impedimento).</p> <p>-Burocracia: trâmites e procedimentos (afeta negativamente; não representa nenhuma ameaça ou impedimento).</p> <p>-Falta de estímulo e suporte da universidade (afeta negativamente ou impede avançar; é indiferente).</p> <p>- Falta de apoio técnico de parques tecnológicos, incubadoras, etc (afeta negativamente; é indiferente).</p> <p>- Acesso a capital humano e profissionais qualificados (é uma dificuldade; não representa uma dificuldade).</p> <p>- Acesso a conhecimentos específicos em nanotecnologia (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Conhecimento em patentes e transferência de tecnologia (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Capacidade financeira inicial (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Conhecimento sobre captação de recursos (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Habilidade de negócios (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Concorrência de mercado e custos de entrada (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p>

		<p>-Mudança tecnológica (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p> <p>-Suporte do governo e política pública (representa uma dificuldade para empreender; não representa uma dificuldade).</p>
7- A política pública "ideal" (<i>experts e intermediários</i>).	Identificar as prioridades para o norteamento de política pública em base à percepção dos entrevistados.	<p>Selecione as três principais dimensões que você considera como prioritárias para uma política pública que fomente a criação e desenvolvimento de spin-offs acadêmicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Políticas de formação de capital humano e habilidades técnicas em nanotecnologia - Apoio financeiro e dotação monetária de recursos - Políticas para articular o setor público com o setor privado - Políticas de infraestrutura - Políticas de internacionalização das spin-offs - Política de capacitação em patenteamento e transferência de tecnologia - Iniciativas para adequar a legislação vigente às - necessidades dos empreendedores - Flexibilização burocrática - Políticas de fomento para uma cultura de inovação - Incentivo mediante premiações e eventos inter(nacionais) - Política de capacitação e formação na área de negócios - Políticas e iniciativas para facilitar as condições de empreendimento de spin-offs - Políticas de encomenda de tecnológica (poder de compra do Estado) - Políticas para fomentar a captação de financiamento internacional