

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSEMARI POERSCHKE DE QUEVEDO

A RETÓRICA SOBRE INOVAÇÃO, IMPACTOS, REGULAÇÃO E RISCOS NA  
POLÍTICA PÚBLICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL

CURITIBA

2019

JOSEMARI POERSCHKE DE QUEVEDO

A RETÓRICA SOBRE INOVAÇÃO, IMPACTOS, REGULAÇÃO E RISCOS NA  
POLÍTICA PÚBLICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL

Tese apresentada como requisito parcial à  
obtenção de título de Doutorado, Programa  
de Pós-Graduação em Políticas Públicas  
(4P), Setor de Ciências Sociais Aplicadas,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Noela Invernizzi  
(4P/UFPR)

Coorientadora: Dra. Chiara Carrozza (Istituto  
Universitário Europeu – Florença/Itália)

CURITIBA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS –  
SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)  
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB 9/1921

Quevedo, Josemari Poerschke de

A retórica sobre inovação, impactos, regulação e riscos na política pública de nanotecnologia do Brasil / Josemari Poerschke de Quevedo. - 2019.

337 p.

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

Orientadora: Noela Invernizzi.

Co-orientadora: Chiara Carrozza.

Defesa: Curitiba, 2019.

1. Políticas Públicas. 2. Nanotecnologia. I. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. II. Invernizzi, Noela. III. Carrozza, Chiara. IV. Título.

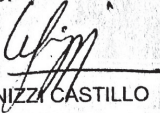
CDD 620.50981

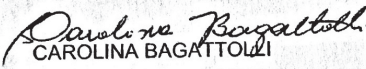
## TERMO DE APROVAÇÃO

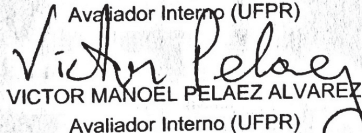
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em POLÍTICAS PÚBLICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **JOSEMARI POERSCHKE DE QUEVEDO**, intitulada: **A RETÓRICA SOBRE INOVAÇÃO, IMPACTOS, REGULAÇÃO E RISCOS NA POLÍTICA PÚBLICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL.**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de Doutor 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.

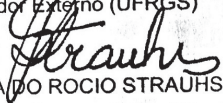
Curitiba, 12 de Março de 2019.

  
NOELA INVERNIZZI CASTILLO  
Presidente da Banca Examinadora

  
CAROLINA BAGATTOLI  
Avaliador Interno (UFPR)

  
VICTOR MANOEL PELAEZ ALVAREZ  
Avaliador Interno (UFPR)

  
MARIA HELENA WEBER  
Avaliador Externo (UFRGS)

  
FAIMARA DO ROCIO STRAUHS  
Avaliador Externo (UTFPR)

*Dedico este trabalho ao meu avô Benvindo Pinheiro de Quevedo,  
um avôhai maravilhoso.*

*Que tantas boas histórias nos contou e que fez parte do meu crescimento  
pessoal e intelectual. Ele me levava para a escola em 1989, foi meu padrinho de  
formatura da pré-escola. Desde então venho buscando novos conhecimentos.*

## AGRADECIMENTOS

Fazer uma tese é um exercício de paciência e persistência. Para mim, significou um desafio destinado àquelas pessoas que querem ter certas aptidões. Portanto, o primeiro agradecimento que faço é à bondade, o que nos move para dias melhores. Agradeço ter ininterruptamente acreditado nas minhas capacidades para finalizar essa etapa. Foram necessários muito entusiasmo e dedicação para enfrentar esse universo de estudos. A experiência consistiu em uma ocasião valiosa ao autoconhecimento. Agradeço à Capes por proporcionar a bolsa de estudos nesses anos de pesquisa no Brasil e em Portugal. Sem o aporte de recursos públicos e a valorização da Educação, não teria tido a oportunidade de estudar um período no exterior e aplicar o tempo indispensável às reflexões, escrita e demais atividades de pesquisa.

Agora, vamos aos agradecimentos das pessoas que fizeram toda a diferença nesta fase e que estiveram realmente comigo. Com elas ao meu lado, concluí satisfatoriamente o Doutorado.

Agradeço ao meu pai, José Dario Lopes de Quevedo, pelo amor e amizade constantes. Pai, com o teu churrasco, conversas, conselhos, passeios, em suma, a tua presença nos últimos meses da tese, o trabalho ficou muito melhor do que se estivéssemos distantes. Agradeço à minha mãe, Mari Beatriz Poerschke de Quevedo, que me incentivou e me deu aquele colo de mamãe nas horas difíceis desde sempre. Obrigada pelo amor, carinho, por me ouvir. Agradeço à minha irmã, Darlene Poerschke de Quevedo, por me distrair, por ser minha melhor amiga, minha Chef Gourmet que faz delícias para me alegrar, e que agora vai nos presentear com um baby que está para chegar e nos enche de felicidade.

Agradeço muito especialmente à minha orientadora Dra. Noela Invernizzi, por ser uma Professora que orgulha ter na orientação do trabalho. O conhecimento, a coordenação precisa e o profissionalismo que marcam sua conduta aprimoraram os pontos positivos da pesquisa. Obrigada pela amizade e a franqueza de sempre.

Agradeço também ao Professor Victor Pelaez, com o qual tive mais de uma disciplina no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da UFPR. Suas

aulas foram fundamentais para os avanços, quando eu, com formação em Comunicação, adentrei outra área interdisciplinar, a das Políticas Públicas.

Agradeço, também especialmente, à minha querida orientadora de Iniciação Científica na Graduação e de Mestrado na UFRGS, Maria Helena Weber. Por ter sido parte de minha trajetória acadêmica. Obrigada pela generosidade e carinho de sempre.

Obrigada às demais integrantes da banca examinadora, Professoras Caroline Bagatolli e Faimara Strauhs, por aceitarem o convite de avaliar o trabalho e pelas contribuições à tese. Bem como ao Dr. Paulo Fonseca, suplente da banca. Obrigada ao Professor Tiago Santos Pereira e à co-orientadora Dra. Chiara Carrozza, pela acolhida e inserção num nível europeu de pesquisa durante o estágio de doutoramento no Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra.

Os amigos e amigas, colegas, são essenciais tanto nos momentos de estudo, quanto nos momentos de lazer. Com essas pessoas tive momentos memoráveis e espero que permaneçam. Colegas do 4P: Adriana Moro, Myrrena Inácio, Tiago Barbosa, Leandro Morsan e José Henrique Ferreira. À minha amiga e colega jornalista Eloísa Loose, que nossas parcerias sigam em frente. Também agradeço aos grupos de pesquisa da UFPR que faço parte: o Tecnologias Emergentes e Sociedade (TESD/Relans) e o Comunicação Eleitoral (CEL). Agradeço a amizade e o companheirismo dos amigos e amigas que conheci em Portugal, especialmente Diego Finder, Elaine Santos, Manuel e Belmira Falcão.

Em conclusão, agradeço às pessoas que contribuíram para a realização da pesquisa. Aos entrevistados e entrevistadas; às professoras e professores, e funcionárias do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da UFPR.

Obrigada a todas as pessoas admiráveis que conheci durante o desenvolvimento da tese!

## RESUMO

Este trabalho analisa a retórica da política pública de nanotecnologia (NT) do Brasil a partir de três Planos Plurianuais em que a política foi implementada, entre 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015. No contexto de um país latino-americano e líder regional em produção em NT, são examinados descritores de quatro elementos centrais no desenvolvimento das políticas de ciência, tecnologia e inovação (PCTI) em nanotecnologia: a Inovação; os Impactos, relacionados aos aspectos ELSI (éticos, legais e sociais); a Regulação; e os Riscos (relacionados às questões de ambiente, saúde e segurança). A NT apresentou algumas controvérsias sobre riscos e regulação desde o surgimento das principais iniciativas para a tecnologia. A Iniciativa Nacional de Nanotecnologia dos Estados Unidos (NNI, 2000) teve alguns de seus elementos copiados no desenho inicial da PCTI brasileira, enquanto outros elementos não. Posteriormente, a política brasileira passou por edições e, ao incorporar-se a um projeto europeu para o desenvolvimento de ciência regulatória, esta política se aproximou, embora fragmentariamente, de alguns aspectos do modelo de política da União Europeia, cujas iniciativas se ampararam no enfoque da pesquisa e inovação responsável (Responsible Research Innovation - RRI). Nesse contexto, a tese avalia como a retórica da política brasileira priorizou a inovação e os impactos e riscos econômicos em detrimento dos riscos EHS e aspectos ELSI e em que medida a regulação buscou tardiamente legitimar a PCTI de NT. O objetivo foi compreender a racionalidade da política, evidente nas prioridades, justificativas e legitimações de adaptação de um novo modelo de desenvolvimento global. Interdisciplinar, a tese se ancora em teorias do campo da comunicação retórica e da abordagem discursiva de Análise de Políticas Públicas. O enfoque situa a política de NT brasileira no contexto global e embasa o quadro conceitual sobre retórica nos estudos de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) e nas questões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em aspectos da governança de tecnologias emergentes e das implicações sociais. Metodologicamente, realizaram-se análises de conteúdo quali-quantitativas, revisão bibliográfica e pesquisa em arquivos do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. Argumentos de documentos oficiais da PCTI foram verificados mediante a contagem de menções aos descritores. Os trechos foram categorizados e quantificados, revelando temas de prioridade. A análise qualitativa ocorreu sobre argumentos selecionados dos descritores que mais se destacaram em termos significativos de quantidade e crescimento, a saber Inovação e Regulação, que foram analisados conforme técnicas argumentativas. O *corpus* se constituiu também de entrevistas e de fontes complementares com pontos de vista de formuladores e decisores políticos, e cientistas, audiência pública, notícias, artigos e manifestos de revistas científicas. O estudo destaca que o problema da PCTI de NT brasileira se apresentou na limitação do modelo emulado na política, refletindo em lacunas de abordagem retórica sobre descritores que poderiam revelar controvérsias no desenvolvimento da NT. Justificativas à adoção dessa posição e a posterior mudança, quando a política buscou se legitimar com o acoplamento da governança de risco à governança política, revelaram alguns movimentos pela retórica.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia. Política Pública. Retórica. Inovação. Impactos. Regulação. Riscos. Brasil.

## ABSTRACT

*This thesis analyses the rhetoric on Brazilian nanotechnology (NT) public policy during three Multiannual Plans that encompassed the implementation of the policy which run between the 2004 and 2007, 2008 and 2011, and 2012 and 2015 years. In the context of a Latin-American country and regional leader in NT production we examined descriptors of four main elements in the nanotechnology science, technology and innovation policies (STIPs): Innovation; Impacts related to ELSI Aspects (ethical, legal and social issues); Regulation; and Risks related to EHS Issues (environmental, health and safe issues). Since the emergence of NT and the main policy initiatives on the field there have been some risk and regulation controversies. The USA National Nanotechnology Initiative (NNI, 2000) had some of their elements emulated in the initial design of Brazilian NT STIP, but it excluded the NNI dimensions on risks and societal implications. Later on, the Brazilian NT STIP had some editions and it approached some aspects of the European Union's (EU) policy model related to regulation, albeit fragmentarily. The EU model is based on a Responsible and Research Innovation (RRI) framework. Thus, the thesis evaluates how the Brazilian policy rhetoric prioritized innovation and economic impacts and risks, over EHS risks and ELSI aspects. The thesis examines to what extent the late emergence of regulation sought to legitimize the NT STIP. The objective was to understand the policy rationale, contained in the priorities, justifications and legitimations regarding the adaptation of the country to a new model of global development. Interdisciplinary, the thesis' framework is based on theories of the rhetorical communication field and the discursive turn in Public Policy Analysis. The focus places Brazilian NT policy in the global context. The conceptual framework is also based on Perelman and Olbrechts-Tyteca's (2005) rhetoric studies and in Science, Technology and Society Studies (STS) especially concerning the issues of governance of emerging technologies and their social implications. Methodologically, the thesis was carried out through quali-quantitative content analysis, bibliographic review and research in archives of the Ministry of Science, Technology, Innovation and Communications. Arguments contained in STIP documents were verified through the counting of mentions of the descriptors. The arguments were categorized and quantified, revealing priority themes. The qualitative analysis took place on selected arguments of the most outstanding descriptors found in the counting analysis, namely Innovation and Regulation, which were analyzed according to argumentative techniques. The corpus also consisted of interviews and complementary sources with formulators and policy makers, as well as scientists, public hearing, news, articles and scientific journals. This research emphasizes that the problem of the Brazilian NT STIP was evidenced in the limitation of the emulation of foreign models reflected in gaps of rhetorical approach on descriptors that revealed controversies in the NT development. Later, justifications of the adoption of this position and the subsequent change, when policy sought to legitimize itself with the coupling of risk governance to political governance, revealed some rhetoric movements.*

**Keywords:** Nanotechnology. Public Policy. Rhetoric. Impacts. Regulation. Risks. Brazil

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Riscos de exposição de determinadas nanopartículas.....	81
Quadro 2 - Evidências de riscos de determinadas nanopartículas.....	81
Quadro 3 - Linha histórica da política de NT do brasil.....	134
Figura 1 - Orçamento, programas, planos e principais nomes da política de NT do Brasil entre 2004 e 2015.....	137
Gráfico 1 - Trajetória do orçamento da política de NT do brasil.....	138
Figura 2 - IBN (2012). Destaque no marco legal ( pilar regulatório) e em NT e sociedade.....	169
Tabela 1 - Recursos para NT entre 2012-2015 conforme divulgação dos órgãos..	180
Quadro 4 - Características dos auditórios.....	209
Quadro 5 - Esquema de análise dos auditórios e da estrutura das argumentações retóricas.....	212
Figura 3 - Matriz de análise retórica.....	213
Tabela 2 - Menções às palavras inovação, impactos, regulação e riscos por período de análise.....	218
Gráfico 2 - Menções às palavras inovação, impactos, regulação e riscos por período de análise.....	229
Gráfico 3 - Categorias temáticas sobre as menções à impactos no período 2004-2007.....	232
Gráfico 4 - Categorias temáticas sobre as menções à regulação no período 2004-2007.....	233
Gráfico 5 - Categorias temáticas sobre as menções à riscos no período 2004-2007.....	236
Gráfico 6 - Categorias temáticas sobre as menções à inovação no período 2008-2011.....	241
Gráfico 7 - Categorias temáticas sobre as menções à impactos no período 2008-2011.....	242
Gráfico 8 - Categorias temáticas sobre as menções à regulação no período 2008-2011.....	244
Gráfico 9 - Categorias temáticas sobre as menções à riscos no período 2008-2011.....	246

Gráfico 10 - Categorias temáticas sobre as menções à inovação no período 2012-2015 .....	249
Gráfico 11 - Categorias temáticas sobre as menções à impactos no período 2012-2015. ....	250
Gráfico 12 - Categorias temáticas sobre as menções à impactos no período 2012-2015. ....	253
Gráfico 13 - categorias temáticas sobre as menções à riscos no período 2012-2015 .....	256
Gráfico 14 - Comparativo das menções sobre inovação, impactos, regulação e riscos por período nos documentos examinados. ....	261
Gráfico 15 - Menções à palavra inovação por ano de análise .....	263
Gráfico 16 - Menções sobre inovação em categorias temáticas por período de análise .....	263
Gráfico 17 - Menções à palavra impactos por ano de análise .....	264
Gráfico 18 - Menções sobre impactos em categorias temáticas por período .....	265
Gráfico 19 - Menções à palavra regulação por ano de análise.....	266
Gráfico 20 - Menções à palavra regulação em categorias temáticas por período ..	267
Gráfico 21 - Menções às palavras riscos por ano de análise.....	269
Gráfico 22 - Menções sobre riscos em categorias temáticas por período .....	270
Gráfico 23 - Temáticas dos quatro descritores por PPA. Destaque para saliências quantitativas no primeiro e terceiros períodos da política .....	274
Gráfico 24 - Descritores ano a ano .....	275
Figura 4 - Síntese analítica das técnicas retóricas de argumentos selecionados...	290

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABREA	Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARL	Arkansas Regional Laboratory
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BSE	Encefalopatia espongiforme bovina
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAS	Comissão de Assuntos Sociais
CBAN	Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCNANO	Comitê Consultivo de Nanotecnologia
CETENE	Centro Estratégico de Tecnologia do Nordeste
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CGMNT	Coordenação-Geral de Micro e Nanotecnologias
CGPPN	Coordenação-Geral de Políticas e Programas de Nanotecnologia
CIN	Comitê Interministerial de Nanotecnologia
CMA	Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNTs	Nanotubos de carbono
CRE	Certificação, Rotulagem e Embalagem
CT&I	Ciência, tecnologia e inovação
CTS	Estudos Sociais da Ciência/ Ciência, Tecnologia e Sociedade
DOU	Diário Oficial da União
ECHA	European Chemicals Agency
ed.	Edição
C&T	Ciência e tecnologia
EEA	European Environment Agency
EFSA	European Food Safety Authority
EHS	Environmental, Health and Safe Issues
ELSI	Ethical, Legal and Social Implications

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENCTI	Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação
EPA	United States Environmental Protection Agency
ETC GROUP	Grupo Erosão, Tecnologia e Concentração
ETUC	European Trade Union Confederation
EU	União Europeia
EUA	European Trade Union Confederation
FDA	Food and Drug Administration
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FOE	Friends of The Earth
FP	Research Framework Programme
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat e Figueiredo
GREAT	Governance of Responsible Innovation
IBN	Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia
ICTs	Institutos de Ciência e Tecnologia
INL	International Iberian Nanotechnology Laboratory
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International Organization for Standardization
ITCA	International Center for Technology Assessment
LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MCTIC	Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
MDIC	Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio
N&N	Nanotecnologia e Nanociência
n.	Número
NAEPR	Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
NANOREG	Common European approach to the regulatory testing of nanomaterials
NCTR	The National Center for Toxicological Research
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NM	Nanômetro

NMP	Nanosciences Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies
NNI	National Nanotechnology Initiative
NT	Nanotecnologia
OCDE/OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGMs	Organismos geneticamente modificados
ONG	Organização não-governamental
ORA	Office of Regulatory Affairs
OSHA	Occupational Safety and Health
p.	Página
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PACTI	Plano de Ação de Ação em CT&I
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCT	Política de ciência e tecnologia
PCTI	Política de ciência, tecnologia e inovação
PD&I	Pesquisa, desenvolvimento e inovação
PDNN	Programa Nacional para o Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia
PDP	Plano de Desenvolvimento Produtivo
PEN	Project on Emerging Nanotechnology
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PL	Projeto/Proposta de Lei
PLACTS	Pensamento Latino-americano em CTS
PNN	Programa Nacional de Nanotecnologia
PPA	Plano Plurianual
REACH	Registration, Evaluation, Authorization e Restriction of Chemicals
RELANS	Rede Latinoamericana de Nanotecnologia e Sociedade
RENANOSOMA	Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
RRI	Responsible Research and Innovation
RSRAE	Royal Society and Royal Academy of Engineering
SEPED	Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento

SETEC	Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
SISNANO	Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias
STATNANO	Nano Science, Technology and Industry Information
STF	Superior Tribunal Federal
STM	Scanning tunnelling microscope
TICs	Novas tecnologias de informação e comunicação
TSCA	Toxic Substances Control Act
UITA	União Internacional dos Trabalhadores na Alimentação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USA	United States of America
v.	Volume

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
2	METODOLOGIA.....	33
2.1	MODOS DE ORGANIZAR: PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, ANÁLISE DE CONTEÚDO E METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RETÓRICA.....	34
2.2	JUSTIFICATIVAS METODOLÓGICAS E ESCOLHAS EMPÍRICAS: A ESTRATÉGIA DE PESQUISA E LEITURA DOS DADOS .....	36
2.3	OS MÉTODOS DE COLETA: PESQUISA EXPLORATÓRIA E MÉTODO MISTO.....	38
2.4	<i>CORPUS</i> DE PESQUISA.....	41
<b>3</b>	<b>NANOTECNOLOGIA: ENTRE A COMPLEXIDADE E A DEFINIÇÃO NO CAMPO CIENTÍFICO, POLÍTICO E SOCIAL</b> .....	<b>47</b>
3.1	A COMPLEXIDADE E A DEFINIÇÃO DA NANOTECNOLOGIA .....	49
3.2	NANOTECNOLOGIA E A RELAÇÃO COM O CAPITALISMO .....	56
3.3	ISOMORFISMO DAS POLÍTICAS DE NANOTECNOLOGIA .....	61
3.4	INVESTIMENTO, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES EM NANOTECNOLOGIA .....	67
3.5	NANOTECNOLOGIA ENQUANTO TECNOLOGIA EMERGENTE E OS ASPECTOS ELSI E QUESTÕES EHS .....	72
<b>3.5.1</b>	<b>Riscos</b> .....	<b>75</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Conflitos sociotécnicos</b> .....	<b>83</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Desafios da governança de nanotecnologia</b> .....	<b>93</b>
<b>4</b>	<b>POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA</b> .....	<b>101</b>
4.1	ANÁLISE DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I.....	101
4.2	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DOS ESTADOS UNIDOS.....	105
4.3	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DA UNIÃO EUROPEIA.....	114
4.4	A SITUAÇÃO ATUAL DA REGULAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA.....	117
<b>5</b>	<b>POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL</b> .....	<b>125</b>
5.1	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL.....	129
5.2	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2007 .....	139
5.3	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL ENTRE 2008 E 2011 .....	151
5.4	A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL ENTRE 2012 E 2015 .....	165
<b>5.4.1</b>	<b>A Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)</b> .....	<b>168</b>
5.5	AVANÇOS E CRÍTICAS DA POLÍTICA BRASILEIRA DE NANOTECNOLOGIA .....	191
<b>6</b>	<b>A ABORDAGEM DISCURSIVA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS</b> .....	<b>197</b>
6.1	DISCURSO E POLÍTICAS PÚBLICAS.....	198
6.2	RETÓRICA E ARGUMENTO NAS POLÍTICAS PÚBLICAS .....	202
<b>6.2.1</b>	<b>Os auditórios</b> .....	<b>206</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Técnicas e parâmetros para análise: argumentos quase-lógicos e argumentos baseados na estrutura do real</b> .....	<b>210</b>

<b>7</b>	<b>A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NO BRASIL: ANÁLISE QUANTITATIVA.....</b>	<b>214</b>
7.1	METODOLOGIA DO CAPÍTULO DE ANÁLISE QUANTITATIVA .....	214
7.2	AS PRIORIDADES NA RETÓRICA DOS DOCUMENTOS DA POLÍTICA PÚBLICA DE NANOTECNOLOGIA.....	217
7.3	A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2004 E 2007.....	227
7.3.1	<b>Análise quantitativa sobre Inovação no documentos do período 2004-2007 .....</b>	<b>227</b>
7.3.2	<b>Análise quantitativa sobre Impactos no período 2004-2007 .....</b>	<b>229</b>
7.3.3	<b>Análise quantitativa sobre Regulação no período 2004-2007 .....</b>	<b>232</b>
7.3.4	<b>Análise quantitativa sobre Riscos no período 2004-2007 .....</b>	<b>235</b>
7.3.5	<b>Considerações sobre o período 2004-2007 .....</b>	<b>237</b>
7.4	A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2008-2011 .....	238
7.4.1	<b>Análise quantitativa sobre Inovação no período 2008-2011 .....</b>	<b>240</b>
7.4.2	<b>Análise quantitativa sobre Impactos no período 2008-2011 .....</b>	<b>242</b>
7.4.3	<b>Análise quantitativa sobre Regulação no período 2008-2011 .....</b>	<b>244</b>
7.4.4	<b>Análise quantitativa sobre Riscos no período 2008-2011 .....</b>	<b>245</b>
7.4.5	<b>Considerações sobre o período 2008-2011 .....</b>	<b>247</b>
7.5	A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2012-2015.....	248
7.5.1	<b>Análise quantitativa sobre Inovação no período 2012-2015 .....</b>	<b>248</b>
7.5.2	<b>Análise quantitativa sobre Impactos no período 2012-2015 .....</b>	<b>250</b>
7.5.3	<b>Análise quantitativa sobre Regulação no período 2012-2015.....</b>	<b>252</b>
7.5.4	<b>Análise quantitativa sobre Riscos no período 2012-2015 .....</b>	<b>256</b>
7.5.5	<b>Considerações sobre o período 2012-2015 .....</b>	<b>258</b>
7.6	COMPARATIVO DOS DESCRITORES E DAS CATEGORIAS TEMÁTICAS.....	260
7.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	
<b>8</b>	<b>DIMENSÕES DA RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NO BRASIL: AUDITÓRIOS, ACORDOS E A ESTRUTURA DOS PRINCIPAIS ARGUMENTOS .....</b>	<b>277</b>
8.1	METODOLOGIA DE ANÁLISE QUALITATIVA .....	279
8.2	A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2004 E 2007 .....	280
8.3	A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2008 E 2011 .....	283
8.4	A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2012 E 2015 .....	285
8.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	288
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>292</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>306</b>
	<b>APÊNDICE A – TABELA DE ANÁLISE DOCUMENTAL .....</b>	<b>334</b>
	<b>APÊNDICE B– QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO DE ENTREVISTAS .....</b>	<b>335</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A nanotecnologia (NT) é considerada uma tecnologia emergente, transversal, pervasiva, revolucionária e inovadora (ABDI, 2007; EUROPEAN COMMISSION, 2004; NAEPR, 2004; NNI, 2016; ROTOLO; HICKS; MARTIN, 2015). As definições e caracterizações desta nova plataforma de desenvolvimento são amplas. Mas, curiosamente, a sua determinação objetiva não é. No entanto, políticas públicas para estimular a nanotecnologia se desenvolveram e continuam em vários países, a exemplo do Brasil (IBN, 2012; INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017), Estados Unidos (NNI, 2000), em países europeus, a exemplo de Portugal (OCDE, 2009) e em países orientais, entre estes China<sup>1</sup> e Japão (STATNANO, 2019).

A definição mais usual da nanotecnologia é de que se trata do “desenho, caracterização, produção e aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas pelo controle do formato e tamanho em uma escala nanométrica entre 1 e 100 nanômetros<sup>2</sup>” (RSRAE, 2004, p. 5). A manipulação em nanoescala surgiu enquanto domínio científico nos anos 1980, mas foi na virada para o século XXI que se tornou uma nova plataforma tecnológica de interesse de política científica e tecnológica internacional, se colocando também por ações políticas e por dimensões do imaginário cultural da ciência (JONES, 2011). Os resultados e impactos desta tecnologia são e podem ser mais amplos, envolvendo variados ramos de indústrias, sejam de eletrônicos, medicina, cosméticos, alimentos, entre tantas e outras novas possibilidades que podem surgir em inovações radicais<sup>3</sup>.

Apresentada como promotora de uma 5<sup>a</sup> revolução tecnológica, a nanotecnologia promete evoluir de forma mais transformadora que outras tecnologias que trouxeram mudanças nos domínios econômicos e sociais. Segundo Jordan et al. (2013, p. 122), a primeira revolução tecnológica, entre 1780 e 1840 se referiu à engenharia do aço, indústria têxtil e engenharia mecânica no Reino Unido; a segunda entre 1840 e 1900, trouxe as ferrovias, eletricidade e a indústria do aço cujo desenvolvimento surgiu também na Alemanha e Estados Unidos; entre 1900 e

---

<sup>1</sup> A China desenvolveu entre 2001 e 2010 o Programa Nacional de Desenvolvimento da Nanotecnologia. Informações disponíveis em <https://statnano.com/policydocument/china/18>. Acesso: 16 de janeiro de 2019.

<sup>2</sup> Um nanômetro (nm) é o equivalente a um bilionésimo de metro.

<sup>3</sup> Inovações radicais no setor de nanotecnologia se refere a processos e produtos inteiramente novos a partir da manipulação na escala nanométrica, em que “muitas propriedades fundamentais, como as químicas, físicas e as mecânicas dos materiais, mudam radicalmente” (ABDI, 2010, p. 21).

1950, a terceira fase, baseada nos Estados Unidos, tratou das engenharias elétricas, químicas, automobilísticas e a produção em massa de produtos de consumo duráveis; e a quarta dos anos 1950 até então, tem o Japão e os Estados Unidos como os líderes, a partir da produção de sintéticos, químicos orgânicos e computadores. Por fim, a etapa atual é de transição para “a quinta revolução tecnológica baseada em nanotecnologia e engenharia molecular” em que a primeira consiste, ao mesmo tempo, em uma “tecnologia habilitadora e um setor tecnológico” (JORDAN; KAISER; MOORE, 2013, p. 122-123).

A nanotecnologia se coloca como uma novidade imperativa da nova competição global da sociedade do conhecimento, em uma convergência das áreas da química, física, engenharia e muitas outras disciplinas (BAINBRIDGE; ROCO, 2016). Neste quesito se estabelece o diferencial da nanotecnologia, como promotora de uma convergência “de conhecimento, de ferramentas e de todas as áreas relevantes da atividade humana para permitir à sociedade respostas a novas questões, criando novas competências e tecnologias” (BAINBRIDGE; ROCO, 2016, p. 1). Se décadas atrás campos considerados inovadores como a biotecnologia e a comunicação digital surgiram de direções transformadoras diferentes, a nanotecnologia se potencializa ainda mais por se constituir em um campo convergente resultante da manipulação dos mais diversos elementos – bits, átomos, genes - em nanoescala.

Sob a retórica de tecnologia emergente, a nanotecnologia se tornou objetivo de políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação (PCTI) de vários países. Segundo Rotolo, Hicks e Martin (2015), uma tecnologia emergente obedece a cinco critérios, que são: possibilidade de “inovação radical, rápido crescimento relativo, coerência, impacto proeminente, incerteza e ambiguidade”. Isso explica os desafios para aos governos no que tange à sua tradução como plataforma inovadora a nível público. A “tradução” de um novo aspecto ou aparato técnico-científico em “dispositivos institucionais” que o moldam é importante visto que o engendro da tecnologia “esconde um conjunto de processos sociais que é conveniente fazer evidentes, para compreender melhor o papel que desempenham os conhecimentos produzidos e os possíveis usos que lhe atribuem” (KREIMER; ZABALA, 2007, p. 112).

Além da inovação que as nanotecnologias e nanociências (N&N) podem proporcionar enquanto benefícios, o desafio inclui a necessidade de abordagem

sobre as suas incertezas em torno da problemática de risco e de regulação (HODGE; MAYNARD; BOWMAN, 2014). O desafio da capacidade de resposta de governo quanto às questões societais é extenso. Entre estes estão “a lentidão em responder a estímulos do ambiente” e “mudanças em termos culturais, de crenças e valores”<sup>4</sup> (ANDERSON; SLADE, 2013, p. 447). Outra dificuldade é a capacidade de resposta em transição de implementação política dos “estilos de governança *top-down* para aqueles que respondem às necessidades e preocupações dos cidadãos”, ou seja, processos que incluem os chamados “valores públicos” (ANDERSON; SLADE, 2013, p. 448). Se há adaptações nestes contextos, ameaças aos processos democráticos e à legitimidade da política não são raras, a considerar que o governo terá que trabalhar muito rápido em momentos de mudança e pode direcionar os esforços para “resultados preferidos” da política em detrimento de outros (ANDERSON; SLADE, loc. cit.). O espaço que o governo destina para a inserção dos “valores públicos” das políticas de CT&I muitas vezes não esclarece quais são os valores e tampouco a aplicação dos mesmos. Sobre isto, Anderson e Slade (2013, p. 448-449) citam que é comum as avaliações de governo, nas mensurações de valores, evitarem estimar prospectiva e retrospectivamente os impactos dos esforços de pesquisa em objetivos considerados “não-científicos” ou “não-econômicos” que frequentemente são o “núcleo duro do raciocínio público” no entendimento do esforço de pesquisa.

Por outro lado, os enquadres mais comuns sobre a nanotecnologia priorizam outro viés da PCTI de nanotecnologia em termos gerais. Segundo Leinonen e Kivisaari (2010), a ênfase nos benefícios da nanotecnologia, como o aumento do potencial de produtos e serviços, a prevenção e cura de doenças, descobertas científicas e projetos de pesquisa, novas possibilidades de negócios com nanotecnologia são os enquadramentos mais comuns.

---

<sup>4</sup> Valores públicos também podem ser referidos como valores socialmente desejáveis. Em que pese certa ambiguidade e definição concreta desses termos, estudiosos destacam indicações e recomendações para que esses objetivos sejam considerados no desenvolvimento das tecnologias. Em pesquisa sobre as ocorrências dos “valores públicos” na política estadunidense de NT, Fisher et al. (2010, p. 34), identificaram um núcleo de valores na implementação de ações, que relacionam “sociedade e economia”, “segurança e defesa” e “energia e meio ambiente.” Na Europa, pelo enfoque da pesquisa e inovação responsável, os valores que vem sendo estimulados como socialmente desejáveis na plataforma RRI Tools (2019) se referem à sustentabilidade social, humana e econômica (GREAT, 2013).

Nos anos 2000, esta plataforma se destacou como uma área de prioridade e interesse de diversos países. Governos reverteram investimentos públicos<sup>5</sup> para a ampliação do estudo e da exploração dos potenciais inovadores entre ciência e mercado desta área de fronteira tecnológica<sup>6</sup>. E os resultados são já consideráveis em produtos<sup>7</sup> (7200 no mercado global) e empresas (1438) em 52 países, com publicações em diversas áreas do conhecimento (STATNANO, 2017). Tratou-se e vem tratando-se de uma opção governamental que objetiva alavancar novos processos econômicos, políticos e sociais nesta nova vertente de fazer produtivo, em que pese o descompasso regulatório e de informações sobre riscos e impactos. Riccardi e Guastaldi (2013, p. 137) destacam que “Nanociências e Nanotecnologias (N&N) são áreas prioritárias nas agendas governamentais devido ao caráter estratégico no desenvolvimento econômico e ao diferencial competitivo de mercado”.

Novos arranjos governamentais por meio de modelos de governança também foram desencadeados pela política. Com efeito, Stoker (1998, p. 17) define a “governança como um estilo de governar”, embora outras definições a coloquem como sinônimo de governo. Contudo, este autor centra o conceito “em diferentes processos que não têm precedente no governo.” Quer dizer, na performatividade de novas necessidades para a tomada de decisão, atentando à coordenação de interesses diversos, conflitos e consensos, e a desafios externos ao governo. Aborda, então, a “prevenção de conflitos” entre atores sociais, busca de “novos recursos” e “objetivos e práticas formulados para alcançá-los”, sendo resultado da interação entre setores público e privado, “não dependendo da autoridade e sanções do governo” (STOKER, 1998, p. 17). Quanto ao tipo de política pública em análise, portanto, ressalta-se que “os atores relevantes em promover as atividades de

---

<sup>5</sup> Países em destaque que reverteram orçamento, considerando o ano fiscal de 2003, foram Japão (810 milhões de dólares), EUA (774 milhões), UE (1,2 bilhões de dólares/quatro anos), China (280 milhões), Taiwan (625 milhões/5 anos), Coreia do Sul (1,2 bilhões/10 anos), Alemanha (118 milhões), Austrália (93 milhões), Reino Unido (90 milhões), França (50 milhões), Canadá (80 milhões/5 anos) e Suíça (45 milhões/3 anos) (JIA, 2005, p. 6).

<sup>6</sup> Fronteira tecnológica, no que se refere à nanotecnologia, distingue aspectos de fronteira do conhecimento interdisciplinar, a exemplo da transição do estudo e aplicações da micro eletrônica para a nanoeletrônica. É o estudo da C&T em escala nanométrica, compondo “um campo transdisciplinar de atividades na fronteira do conhecimento” (MCT, 2001, p. 79). Em termos de competitividade em países que assumem posição de fronteira tecnológica, no contexto dos sistemas nacionais de inovação, se refere a incentivos para inovação em que processos ou produtos das firmas se encontram no meio de mudanças tecnológicas cujos impactos podem gerar inovações radicais, a exemplo da nanotecnologia, com “expressivas possibilidades de lucro” e “potencial efeito de transbordamento para os diversos setores da economia” (CÉSAR JR, 2010, p. 19).

<sup>7</sup> Os nanomateriais mais utilizados no mercado são a nanop prata (803 produtos) e dióxido de titânio (461).

nanotecnologia não são apenas governos, perseguindo seus interesses em larga escala, mas também rede de cientistas, se movendo entre diferentes arenas e conectando diferentes espaços entre o local e o global” (ESTRADA, 2018, p.2). Contudo, o sentido de governança clássico que infere a legitimidade de processos por meio de deslocamentos da responsabilidade da formulação envolve o alongamento da relação do Estado com a sociedade civil, instituições e órgãos. Trata-se de “preocupações coletivas sem se abastecer primordialmente dos recursos formais de governo” (STOKER, 1998, p. 21). E infere a “ascensão de agências voluntárias ou do terceiro setor com variações entre grupos voluntários, não lucrativas, ONGs, associações empresariais”, entre outros atuantes na chamada “economia social”, entre a “economia de mercado e o terceiro setor” (STOKER, 1998, p. 21).

Uma abordagem de governança voltada para a responsividade no desenvolvimento de políticas vem sendo estimulada para implementação prática pela Comissão Europeia na chamada Governança de Inovação Responsável (*Governance of Responsible Innovation – GREAT*) (COMISSÃO EUROPEIA, 2013). A GREAT, assim como Pesquisa e Inovação Responsável (*Responsible Research and Innovation - RRI*), consiste em formas de coordenação desenhadas “para criar e popularizar a pesquisa e inovação responsável nas organizações e entre atores interessados” (HEESTERBEEK, 2019; RRI TOOLS, 2019). Essa orientação de governança é guiada por “um conjunto de princípios que devem estar embutidos nas atividades de pesquisa” considerando principalmente as necessidades sociais e soluções sustentáveis (RRI TOOLS, 2019; VAN DICK, 2019). Tais princípios incluem transparência, inclusividade, reflexividade e adaptabilidade para ativar maior responsabilidade e prestação de contas sobre as ações (RRI TOOLS, 2019). O foco inclui participantes enquanto agentes da governança sobre grandes temas científicos (RRI TOOLS, 2019). Dessa forma, busca-se promover entre a comunidade de pesquisa normatividades como acesso aberto, engajamento público com a ciência, colocando em prática valores desejados pela sociedade no desenvolvimento da C&T visando o futuro (RRI TOOLS, 2019). Nessa direção, o processo de governança de RRI visa, primordialmente, antecipar as consequências indesejadas da pesquisa e inovação de tecnologias, tendo nas formulações de decisões a participação de variados tipos de atores sociais (RRI TOOLS, 2019).

A nanotecnologia abriu um horizonte novo para a inovação tecnológica a partir das propriedades físico-químicas e biológicas diferenciadas que a matéria exhibe em nanoescala, quando manipuladas entre 1 e 100 nanômetros, se comparadas aos mesmos materiais em tamanho maior (AZOULAY, 2014; FOSS HANSEN, 2013; RSRAE, 2004). Nessas dimensões, “as propriedades das partículas como são conhecidas mudam e a implementação de novas propriedades a partir dessas mudanças podem ser exploradas para proverem produtos com aplicações diferenciadas” (WARHEIT et al., 2008, p. 36). Segundo Berti e Porto (2016, p. 2), o “fenômeno que permeia a nanoescala está intrinsecamente relacionado a perturbações termiais. São forças fortes e contínuas que “deslocam as nanopartículas continuamente sem parar”, o que faz com que “colidam entre si e com as moléculas do ambiente sem ter uma direção definida.”<sup>8</sup> Estas novas propriedades tendem a tornar a matéria mais reativa, o que, no que tange a efeitos e impactos, gera uma situação contraditória. Afinal, potenciais benefícios para a saúde e o meio ambiente das nanotecnologias são bem-vindos, mas manifesta-se a preocupação de que “propriedades que estão sendo exploradas por pesquisadores e indústria (como a alta reatividade superficial e a capacidade de atravessar membranas celulares) podem ter impactos negativos para a saúde e o meio ambiente, resultante da maior toxicidade” (RSRAE, 2004, p. 35).

Assim, se estabelece a problemática em torno dos riscos e impactos da nanotecnologia uma vez que já há produtos nanotecnológicos no mercado mas os efeitos e resultados para a saúde humana e o ambiente dos nanomateriais não foram totalmente pesquisados, gerando um quadro de incerteza e de “ciência não feita” sobre a segurança<sup>9</sup> da nanotecnologia (HESS, 2010).

Dentre as incertezas e potenciais riscos apresentados pela nanotecnologia (NT), ademais dos relativos às questões ambientais, de saúde e segurança (do inglês *EHS Issues – Environmental, Health e Safe Issues*), há aspectos éticos, legais e sociais (aspectos ELSI) (do inglês *ELSI – Ethical, Legal and Social Implications*),

---

<sup>8</sup> Esse fenômeno é denominado “Movimento *Browniano*” e influencia mais que a gravidade.

<sup>9</sup> Segurança refere-se às questões de segurança da nanotecnologia (*safety issues*), a exemplo de níveis de segurança na manipulação de nanopartículas em função da toxicidade e “exposição no local de trabalho” quando trabalhadores estão sob o risco de inalar ou ingerir nanopartículas (HESS, 2010, p. 2). O conceito de segurança também aparece associado à “avaliação de riscos” dos nanomateriais ao longo do ciclo de fabricação de um nanoproduto: na “produção, transporte, armazenamento, produto e descarte” (ABDI, 2011, p. 20; RSRAE, 2004, p. 37). O espectro de exposição e os parâmetros de segurança da nanotecnologia, desta forma, envolvem o meio ambiente, principalmente no descarte, e a saúde humana.

como decorrência da característica pervasiva<sup>10</sup> da tecnologia, e das dificuldades em avaliar seus efeitos nesses terrenos nos estágios iniciais do seu desenvolvimento. Entre essas questões, destaca-se a ausência de uma regulação mandatária global para os nanomateriais e uma situação na qual as pesquisas para o desenvolvimento aplicado da nanotecnologia progridem numa escala mais ampla e num ritmo mais acelerado do que a investigação sobre seus riscos e efeitos a longo prazo (FALKNER; JASPERS, 2012; HESS, 2010).

Algumas medidas para responder a esta problemática foram incorporadas às políticas de nanotecnologia, especialmente nas iniciativas lançadas nos Estados Unidos e Europa. No design da Iniciativa Nacional de Nanotecnologia (NNI) dos Estados Unidos, que serviu de modelo inicial para o lançamento da política pública brasileira, há instrumentos voltados para a avaliação de riscos e das implicações éticas e sociais. Isto também foi uma preocupação na União Europeia desde o início. Quanto ao debate regulatório, este tem sido mais ativo na Europa, e algumas medidas, em sua imensa maioria de caráter voluntário, foram desenhadas.

No entanto, de modo geral, a regulação global dos nanomateriais pouco avançou. Nessa linha, emergiram também controvérsias científicas e sociais em torno da nanotecnologia já que o estímulo ao seu desenvolvimento preocupa parte da comunidade científica pela permanente lacuna de dados sobre riscos e implicações. Organizações não governamentais, grupos sociais organizados e sindicatos, preocupados com seus riscos sobre a saúde, o ambiente e as condições de trabalho, vêm questionando o rápido desenvolvimento da nanotecnologia sem que uma avaliação dos seus efeitos seja feita. Ponce (2013, p. 193) aponta que, no que tange à produção na área de nanotecnologia, os trabalhadores são atores-chave e estão mais expostos aos riscos no “desenvolvimento de materiais em laboratórios, na fabricação, produção e transporte” (PONCE, loc. cit.). Portanto, os trabalhadores estão expostos de forma mais direta aos riscos. Os profissionais nesta área também podem ser negativamente afetados em “processos de fim de ciclo, nomeadamente na disposição, reuso e reciclagem” de resíduos oriundos da nanotecnologia (PONCE, loc. cit.). A autora menciona a falta de dados científicos

---

<sup>10</sup> A pervasividade da nanotecnologia é uma qualificação desta nanotecnologia, ou seja, de “cruzar as fronteiras da química, física, ciências biológicas, engenharias e tecnologias” (ABDI, 2011, p. 11). Por outro viés, é considerada “pervasiva em razão do seu grande potencial inovador e revolucionário” (BERTI, PORTO, 2016, p.V).

sobre impactos na saúde e inexistência de medidas seguras específicas para a manipulação de nanomateriais.

Isto já provocou algumas mobilizações que demandaram diversas formas de moratória<sup>11</sup>, sendo a primeira e mais famosa a da ONG ambiental canadense chamada Grupo ETC (Erosão, Tecnologia e Concentração) em 2002. O Grupo ETC demandou, além da moratória, mais investigação sobre riscos, avaliação dos impactos sociais e ambientais, e o desenho de um quadro regulatório global específico e mandatário para evitar danos à saúde e controlar os descartes de nanomateriais no ambiente (HESS, 2010; INVERNIZZI; FOLADORI, 2013; INVERNIZZI; CAVICHIOLO, 2009). Baseados no Princípio da Precaução, estes grupos ativistas têm como finalidade evitar danos e dirimir incertezas sobre os impactos tecnológicos no ambiente (KRIEBEL, 2009). Na política de nanotecnologia do Brasil, o assunto foi mencionado logo no início da política, em 2004, no documento *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República*. Destacava-se que “personagens e entidades importantes” estavam “pleiteando medidas de moratória e banimento de produtos nanotecnológicos” por razões “claramente vinculadas a uma grande quantidade de informações ridículas feitas por pseudo ideólogos e popularizadores da nanotecnologia” (NAEPR, 2004, p. 118). Ressaltava ainda que isto estava “criando embaraços à pesquisa, desenvolvimento e inovação em nanotecnologia” (NAEPR, loc. cit.). As empresas, para se proteger, menciona o documento, omitem a palavra “nano”. No entanto, adiante admite que a nanotecnologia está introduzindo novas substâncias e que o uso disseminado só poderá ocorrer depois de se conhecer todo o ciclo de vida no ambiente e as propriedades toxicológicas. A moratória também foi mencionada no documento *Regulação da Nanotecnologia no Brasil e na União Europeia* do MCTI, em 2014. O documento comentava que “um registro é o instrumento jurídico mais superficial para controlar a produção e a utilização de nanoprodutos comparado a uma restrição, proibição ou moratória sobre um ou mais desses produtos” (MCTI, 2014, p. 25).

Diante disto, nesta tese se investiga a política pública para o estímulo à nanotecnologia no Brasil, com foco nas retóricas governamentais e científicas

---

<sup>11</sup> O pedido de moratória em nanotecnologia significou a solicitação de suspensão mundial de nanoprodutos pelo grupo ambientalista “por não haver leis regulando o que pode ou não ser feito” (GALILEU, 2007).

utilizadas para sua formulação e implementação. Nessa política de nanotecnologia, que começou a ser pensada no ano 2000, e se constituiu no Programa Nacional para o Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia (PDNN) em 2004, identificamos momentos ou fases diferenciadas da governança durante três períodos correspondentes aos planos plurianuais em que foi inserida para obtenção de recursos públicos. A primeira fase, que vai desde a implementação propriamente, de 2004 até 2010, se caracterizou pela prioridade dada à inovação e por uma lacuna de governança evidenciada na relutância em tratar a questão dos riscos, assim como na escassa abordagem dos aspectos ELSI e da regulação. Num segundo momento, a partir de 2011, a política apresentou uma tardia governança de riscos, com a previsão e implementação de ações para a pesquisa sobre riscos e o início de uma discussão concreta sobre regulação. Ao longo de sua trajetória, a política gerou mudanças de retórica e diferentes ênfases sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos, descritores de análise da pesquisa.

No que tange ao aspecto da governança política, em que pese a tentativa de mimetismo do modelo de desenvolvimento da NNI estadunidense, a participação de outros atores da sociedade civil foi menor neste processo e revelou uma governança restrita. Observa-se que a emulação ou transferência de PCTIs não leva necessariamente à eficiência, ao se avaliar os resultados da cópia de conteúdos políticos de outros países (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014). Oliveira e Faria (2017, p. 16) destacam, sobre a difusão de políticas em países do sul global a exemplo do Brasil, que muitas vezes não é suficiente apenas produzir políticas de sucesso, mas é “necessário ‘vender’ essas políticas ao mundo. Esses autores caracterizam um “movimento de legitimação política (na arena doméstica) e exportação que pode ser conectado com estratégias de políticas para o estrangeiro” (OLIVEIRA; FARIA, 2017, p. 16).

Ao país optar por desenvolver a nanotecnologia para não ficar atrasado na competitividade internacional, conforme justificam os principais documentos sobre os planos de governo e os documentos macro estruturantes de políticas de PD&I (IBN, 2012; MCTI, 2011b; MCT, 2007; MCT, 2003b; NAEPR, 2004;), os modelos de política que seriam fonte de inspiração foram os dos países desenvolvidos. Especialmente o modelo dos Estados Unidos como mencionado, e com algumas questões relacionadas com a política da União Europeia. Instituições como o Banco Mundial e a OCDE atuaram como promotoras de políticas em nível global e

recomendaram a inclusão da nanotecnologia na PCTI dos países em desenvolvimento, configurando-se em uma influência adicional para a transferência de políticas (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017).

Na medida em que se verifica a importância da retórica oficial da política nas justificativas, vão se estabelecendo prioridades nos argumentos para legitimações adaptadas na implementação de novos modelos de desenvolvimento de PD&I. Para Majone (1989, p. 35), “a política pública é feita de palavras” e, seja “na forma escrita ou oral, a argumentação é essencial para todas as etapas do processo de formulação de políticas” (MAJONE, 1989, p. 35). Quanto às PCTIs, o autor reconhece, porém, que a argumentação, no sentido de debate deliberativo, sobre “novos temas presentes na arena de discussão (...) da avaliação de tecnologia e da regulação ambiental e sanitária, todavia, não se estabelecem normas e procedimentos apropriados para a argumentação.” O autor atribui isto justamente à complexidade de um “tipo transcience”<sup>12</sup>, em que esses temas são “enunciados em linguagem de ciência mas que em princípio ou na prática é impossível que sejam resolvidos” em debates abertos (MAJONE, 1989, p.37). Na análise de argumentação que Perelman e Obrechts-Tyteca (2005, p.1-4) propõem, mensura-se a retórica persuasiva ou de convencimento da comunicação que a linguagem de documentos apresenta. Os autores destacam os modos utilizados para “provocar ou aumentar” a adesão aos argumentos que se apresentam para o assentimento, e essa busca da adesão tem intensidade variável. Convergente à racionalidade da política analisada, esses autores destacam, portanto, “a importância e o papel modernos dos textos impressos” (Ibidem., p. 249). Gottweis (2007, p. 249) bem observa que:

O rápido ritmo do desenvolvimento científico-tecnológico da engenharia genética à nanotecnologia, maiores desafios relacionados ao desenvolvimento socioeconômico, tais quais o problema do aquecimento global e os avanços na medicina, questionam radicalmente a existência de noções de humanidade, progresso e o futuro da humanidade. (...). Essa situação destaca a necessidade da análise de políticas trazer a argumentação em todas as suas complexidades, incluindo a retórica, para o centro de um projeto analítico e epistemológico.

O objetivo geral da tese, logo, é analisar a retórica da política de nanotecnologia brasileira verificando-se as prioridades discursivas que engendraram

---

<sup>12</sup> Transciência se refere a uma zona cinza entre ciência e política, que se caracteriza por questões que questionam os limites da ciência, as quais ainda não podem ser respondidas pela ciência. Nesse sentido, o termo delimita, a partir de “duas culturas”, “uma compreensão das controvérsias políticas baseadas na ciência” (JASANOFF, 2012b, p. 107).

argumentos que justificaram e legitimaram a política, e revelaram a sua racionalidade. Dada a problemática da nanotecnologia, investiga-se como a Regulação surgiu na retórica, diante de uma supremacia na direção de justificativas políticas para a alavancagem da Inovação voltada para o rápido desenvolvimento da nanotecnologia para o mercado sem marcos de regulamentação mandatórios. Analisa-se também como a governança da política se desenvolveu verificando-se os documentos oficiais da política de nanotecnologia no que tange à Inovação, Impactos, Regulação e Riscos, conceitos que geraram descritores baseados na literatura quanto às implicações da emergente tecnologia. Examina-se como tais elementos foram apresentados e priorizados na retórica, em detrimento de outros, situando a política brasileira no contexto global.

O problema de investigação estabelece as seguintes questões: no desenvolvimento da política de nanotecnologia, quais são as prioridades retóricas? Quais temas sobre os quatro descritores de análise são relevantes diante das implicações da nanotecnologia? Como se estruturam as justificativas que visam legitimar a política nos argumentos apresentados pela retórica documental da política? De que forma o surgimento da regulação na nanotecnologia aparece na retórica, visto que é a variável na política brasileira e integra o debate sobre as controvérsias globais desta tecnologia? Neste panorama, está ainda o problema inerente ao próprio modelo global de desenvolvimento da nanotecnologia que carece de uma regulação mandatória, questão que permanece em considerável medida oculta e silenciada na opinião pública no que se refere aos riscos.

As hipóteses de pesquisa são duas. A primeira diz respeito à prioridade retórica constante dada à Inovação em detrimento de outros aspectos da política e da limitação do próprio conceito de Inovação. A segunda hipótese se refere ao abrupto surgimento da Regulação no terceiro e último período da política. Assim, as hipóteses são:

- a) A centralidade retórica da política foi a Inovação, para justificar seus objetivos essencialmente econômicos, voltados para estimular processos e produtos que incorporassem essa tecnologia, o que colocou em permanente tensão, contradição e, inclusive, marginalização, a retórica sobre os riscos EHS e aspectos ELSI;
- b) A retórica da Regulação surgiu com evidência tardia na política de nanotecnologia com o propósito de legitimá-la e corresponder ao debate

global sobre o tema, à pressão de projetos de lei apresentados por atores externos à política e às ações do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) em transversalidade com o MCTIC, não surgindo de um discurso interno do desenho da política brasileira.

A partir destas perguntas e hipóteses, defendemos a tese de que a regulação emergiu na política brasileira de nanotecnologia submetida ao objetivo de inovação, estando prioritariamente atrelada a justificativas econômicas. A legitimação da inovação no quadro desta tecnologia emergente, portanto, implicou no acoplamento da regulação em uma governança de riscos tardia na política em tela.

À guisa das hipóteses da tese, as perguntas serão respondidas a partir da análise da retórica explicitada nos documentos da política sobre os quatro descritores principais de análise, a saber:

a) Inovação, a partir da função que exerce na constituição de uma tecnologia emergente foco de política pública no Brasil, um país líder regional em nanotecnologia na América Latina;

b) Impactos, outra palavra mencionada que têm vieses de responsabilidade no que tange aos aspectos ELSI, mas também é redirecionado ao sentido de impactos econômicos e dos potenciais efeitos disruptivos da nanotecnologia em termos de mercado;

c) Regulação, tema que aparece de forma frágil no início da política e vai sendo incorporado com um avanço abrupto de medidas no último período analisado. É investigado a partir de como surge na política e é referido até ser foco de ações públicas e crescimento discursivo;

d) Riscos, a partir de como são definidos e enquadrados, quando são verificados e quais enfoques são propostos para controle. Da mesma forma que em impactos, surge também o sentido de riscos econômicos.

Assim, tem-se como objetivos específicos:

- a) Levantar as prioridades retóricas da política quanto aos quatro descritores analisados;
- b) Analisar tematicamente a retórica sobre os descritores nos três períodos da política, a partir dos trechos coletados dos documentos oficiais da política. Utilizou-se como critério os nexos significativos das implicações da NT;
- c) Comparar os descritores dos quatro eixos temporalmente;
- d) Comparar as categorias temáticas discursivas de todos os períodos.

- e) Caracterizar quando a categoria Riscos é incorporada com alguma prioridade na política;
- f) Analisar como a retórica sobre Regulação se torna um foco na política.
- g) Analisar a estruturação retórica, os auditórios e acordos dos principais argumentos retóricos da política nos eixos de Inovação, prioridade constante, e Regulação, prioridade variável.

Assim, a pesquisa tem o propósito de analisar a retórica de um novo programa de política pública no que tange à aterrissagem de um novo modelo global de política na sua materialidade documental. Esta dimensão mostra como essa adaptação foi feita. Weiss (1998) refere que os programas de políticas públicas são passíveis de avaliação quanto a processos dos programas, ou seja, o que acontece a medida em que os programas vão se desenvolvendo. A tese busca compreender a repercussão da controvérsia sobre riscos no contexto brasileiro e a lacuna retórica sobre regulação com o intuito de gerar informações para entendimento das justificativas e legitimações de políticas públicas. Este estudo pode servir como ferramenta de correção de possíveis limitações de tradução e discurso retórico de uma política estratégica para um país como o Brasil. Recursos públicos expressivos foram utilizados. Por isso corrigir eventuais padrões da política e ausência de informação e comunicação podem apresentar atributos para aproveitamento em novas trajetórias desta política de ciência, tecnologia e inovação.

O argumento da tese é desenvolvido em nove capítulos incluindo este, de caráter introdutório e o capítulo metodológico, a seguir. Considerando a complexidade da definição científica para a regulação da NT e o silenciamento de um debate maior sobre essa problemática, a primeira dimensão da tese, entre os capítulos 3 e 5, trata da apresentação das questões contextuais específicas da nanotecnologia, e das características e problemáticas das políticas desta tecnologia, incluindo a brasileira.

Em detalhe, o terceiro capítulo apresenta as definições e problemáticas em torno da complexidade da nanotecnologia, destacando-se o contexto de mudanças no campo científico, político e social que os impactos da nanotecnologia já envolvem. O desenho das políticas de NT, revelando processos de emulação e isomorfismo em relação a políticas de países mais industrializados, os dados sobre os investimentos alocados nesta área, e o caráter de tecnologia emergente da NT são abordados também neste capítulo. Expõem-se os seus riscos e os conflitos

sociotécnicos na acomodação desta tecnologia emergente em face de outras tecnologias anteriores, além dos desafios da governança desta tecnologia.

No quarto capítulo são determinados os elementos fundantes das políticas de ciência, tecnologia e inovação dos dois blocos de influência global no desenvolvimento de NT. Portanto, as políticas de NT dos Estados Unidos e da União Europeia são abordadas, seguidas da situação atual da regulação da emergente tecnologia, assunto acionador da compreensão dos nexos entre inovação e riscos.

A apresentação da política brasileira de nanotecnologia detalha, no capítulo 5, aspectos contextuais de CT&I e dos programas de cada período de implementação da política no Brasil entre 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015. Por fim, este capítulo termina com os avanços e críticas da política de NT no país. Especificamente neste capítulo, são utilizados contextualmente os registros (atas) dos comitês de aconselhamento da política brasileira e informações obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas como recursos de recuperação do histórico da política.

A seguir, no capítulo 6, o quadro teórico contempla a análise discursiva no aspecto retórico das políticas públicas<sup>13</sup> que garante os aspectos de exame dos argumentos de políticas públicas. Nesse quadro teórico, em está a segunda dimensão da tese, a Abordagem Discursiva da Análise de Políticas Públicas é foco teórico dos elementos para a análise empírica dos aspectos da retórica de documentos oficiais.

A terceira dimensão da tese é de análise empírica e aborda, analiticamente portanto, nos capítulos 7 e 8, a tradução da política nos documentos por meio da análise temática quantitativa de argumentos da política. Ainda nesta dimensão de análise, examinamos propriamente as estratégias argumentativas que objetivaram persuadir e convencer, através de auditórios, acordos e estruturas retóricas de argumentos importantes.

Dessa forma, o capítulo 7 realiza propriamente a análise da tese, ou seja, a verificação quali-quantitativa sobre a retórica da política de nanotecnologia no Brasil nos anos de implementação, resultando nas temáticas que se colocaram

---

<sup>13</sup> Esclarecemos de antemão que a tese não trata de Análise de Discurso (AD), mas sim do paradigma de Análise Discursiva das Políticas Públicas, ancorado em Majone (1989), cujo enfoque que interessa é sobre as palavras que compõem, justificam e legitimam as políticas públicas. O objetivo na tese é o exame da retórica da política pública brasileira de nanotecnologia presente na materialidade dos documentos oficiais desta política. As informações obtidas do discurso falado por meio de entrevistas com *policymakers* são verificadas e compõem a recuperação cronológica e narrativa na apresentação e contextualização da política de nanotecnologia brasileira e das questões de desenvolvimento de ações para NT.

discursivamente como prioridades da política sobre os quatro descritores pesquisados.

O oitavo capítulo realiza uma análise qualitativa sobre a seleção de argumentos dos descritores de Inovação e Regulação, demonstrando como esses dois elementos têm posições relacionadas, mas contrastantes, na política de NT brasileira. Demonstra-se, assim, como ocorre o engendramento destes descritores na política por meio de técnicas retóricas, as quais evidenciaram um em relevância sobre o outro.

Finalmente o capítulo 9 apresenta as conclusões em que se comprovam as hipóteses de pesquisa, no que tange à centralidade constante da Inovação como objetivo maior da política e no caráter econômico. Não houve possibilidade para outras abordagens retóricas alternativas de inovação, a exemplo da Inovação e Pesquisa Responsável. O silenciamento sobre elementos controversos acabou sendo parcial, uma vez que são detectáveis tensões e contradições na abordagem da política sobre os Riscos e a Regulação, principalmente. A outra hipótese, de tardia emergência da Regulação para legitimar o objetivo maior de inovação da política, também é comprovada pelos registros referenciais da política e foi confirmada pelas análises quali-quantitativas.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia consiste em diversas abordagens e técnicas de pesquisa. Partiu-se de uma revisão bibliográfica não clássica sobre a política de nanotecnologia brasileira e o contexto global de desenvolvimento da nanotecnologia. Diz-se revisão bibliográfica não clássica por a tese desenvolver capítulos de recuperação teórica substanciados com entrevistas sobre a política.

A pesquisa é fundamentalmente documental, com análise mista, quali-quantitativa. Para exame dos argumentos, foi realizada análise de conteúdo para levantamento das prioridades da política sobre os quatro descritores. Este exame gerou categorias temáticas a partir dos registros dos documentos oficiais da política.

Algumas notícias foram examinadas contextualmente por fornecerem importantes esclarecimentos de pontos obscuros da política. Além disso, pontos de vista de *policymakers* obtidos em entrevistas semiestruturadas, baseadas no questionário da OCDE (Apêndice B), também foram utilizados contextualmente para apresentar detalhes e elementos relevantes da política brasileira de nanotecnologia.

Na verificação das estruturas argumentativas e seus elementos de convencimento, utilizou-se a análise de conteúdo qualitativa sobre os principais argumentos que, na contagem de menções, demonstram posicionamentos constantes até certo ponto e que demonstraram mudanças na política. Dessa forma, a análise discursiva de argumentos partiu do exame de textos sobre o tema e das práticas discursivas que o envolvem (FAIRCLOUGH, 2008).

A pesquisa exploratória em que se insere este trabalho vai ao encontro do que Gil (2002, p. 41) refere, quando afirma que “essas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Diante das hipóteses deste trabalho já apresentadas, destacamos ainda como elemento desta pesquisa exploratória uma nova proposição de categorias temáticas para compreensão da retórica de uma política pública sobre uma tecnologia emergente. Ademais, tal política não tinha uma abordagem de estudo deste tipo até então e, com este intento, tem suas problematizações explicitadas e estudadas. As fontes de pesquisa primárias foram as entrevistas semiestruturadas com cientistas e formuladores de política. Já as fontes secundárias de pesquisa são documentos de política, notícias e artigos científicos. Nota-se que a pesquisa documental foi o procedimento central de

pesquisa adotado. Segundo Gil (2010, p. 41), esse grupo de design de coleta de dados se vale “das chamadas fontes de ‘papel’, sendo neste grupo enquadrada a “pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental”. A pesquisa bibliográfica foi utilizada em toda a concepção do trabalho. Outros detalhamentos metodológicos são apresentados em cada capítulo analítico.

A partir do paradigma da abordagem discursiva das políticas públicas, compreende-se também a trajetória da governança com mudanças e estabilidades, ou seja, o estilo de governo e os novos processos que surgiram para incrementar a tomada de decisão diante dos novos desafios trazidos pela tecnologia e a sua política.

## 2.1 MODOS DE ORGANIZAR: PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, ANÁLISE DE CONTEÚDO E METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RETÓRICA ARGUMENTATIVA

A pesquisa bibliográfica foi o primeiro instrumento utilizado e ofereceu as condições necessárias para estabelecimento de questões de partida da investigação, também fortalecendo o desenvolvimento da problematização. Quando se apresenta um conjunto de implicações que se atrelam ao desenvolvimento da pesquisa, percebem-se questões indissociáveis entre o referencial teórico e a fundamentação metodológica que guiam a evolução demonstrativa, descritiva e explicativa da pesquisa.

Os enfoques teóricos sobre a análise de políticas públicas, as nuances sobre o desenvolvimento da nanotecnologia e suas relações com a sociedade, bem como a dimensão discursiva retórica de investigação estruturaram o referencial teórico metodológico. Conforme Gil (2010), parte considerável de estudos exploratórios se ancoram na pesquisa bibliográfica, especialmente por ser funcional para análise de diferentes posições acerca de um problema. A pesquisa referencial a partir de periódicos de artigos e livros sobre os diferentes enfoques que permeiam as políticas de nanotecnologia permitiu “a cobertura de uma ampla gama de fenômenos” de forma inicial, o que foi importante porque, neste caso, havia um problema de pesquisa que “requeria dados muito dispersos” (GIL, 2010, p. 45). A escolha de problematizações teórico-metodológica também se justificou por relacionar o enfrentamento de questões metodológicas em “investigações dos processos de subjetivação nas relações intersubjetivas, nas práticas sociais em

diversos contextos culturais” (MOLON, 2008, p. 57). Afinal, como refere Fairclough (2008, p. 101) na concepção tridimensional do discurso, o “texto”, que é o foco deste estudo ao enquadrar o texto documental, é uma camada depois da “prática discursiva (produção, distribuição, consumo)”, que está depois da “prática social.” Diz ele ainda, ao analisar o texto, que “sempre se analisam questões de forma e de significado” (Ibidem., p. 102). Os sentidos das palavras são também aspectos de disputas e suas relações entre os seus sentidos possíveis revelam “formas de hegemonias” (Ibidem., p. 105).

A leitura dos dados partiu do exame das situações que contextualizavam as políticas de NT amplas e específicas ao caso brasileiro, e propôs-se, como fechamento, uma leitura a partir da Análise de Conteúdo (AC) de aspectos argumentativos da retórica produzida pela política. Considerando seu aspecto híbrido, a técnica de AC permitiu exames de caráter quali-quantitativos (BAUER, GASKELL, 2002), em virtude de potencializar a verificação de tendências e a categorização codificada de mensagens. Segundo Campos (2004, p. 611), a AC visa principalmente a verificação “do sentido ou dos sentidos de um documento”. Logo, os trechos textuais foram selecionados com vista aos descritores pesquisados, integrantes de discursos retóricos de documentos. Após isto, o conteúdo foi segmentado em categorias sustentadas na revisão bibliográfica, que amparou a compreensão das diferenças que apresentam na retórica da política.

A AC foi integrada pela análise quantitativa dos dados e pela codificação qualitativa propriamente do conteúdo. A linha procedimental ocorreu com três etapas distintas que consistiram no estabelecimento das primeiras bases de análise, ou seja, problematizações em uma pré-análise; seguida do exame do material coletado e categorização deste segundo critérios referenciais dos quatro descritores nos capítulos iniciais da tese. Por fim, ocorreu o tratamento de resultados e interpretação (BARDIN, 2009). Reitera-se que critérios utilizados para formulação dos índices das categorias foram determinados primeira pela base fornecida da revisão bibliográfica e, a seguir, agrupados pela repetição de sentidos dos argumentos constantes nos documentos. Dessa forma, a recuperação teórica realizada entre os capítulos 3, 4 e 5 narram, apresentam e contextualizam o panorama geral e amplo das políticas de NT, com destaque à política foco do estudo, ou seja, a brasileira. Por exemplo, a partir da teoria, foram problematizados e analisados elementos de conteúdo que foram estruturantes dos sentidos da política para Inovação em NT, tais quais como

objetivo de estímulos, propulsora de redes de pesquisa, etc. O mesmo foi possível realizar com os demais descritores, em que Riscos, por exemplo, teve no delineamento de seus eixos estruturantes, a avaliação de riscos, os riscos ambientais, etc. Feitas as caracterizações e definições, tornou-se possível interpretar quais sentidos eram regulares e irregulares e foram relevantes na retórica dos documentos. Daí surgiram as categorizações temáticas

Com isso, tornou-se possível elencar, quantificar, tematizar e descrever a presença de variadas abordagens trabalhadas nos termos que encorpam e constroem retoricamente a PCTI. Ao alinhar a AC com a análise de retórica, Pimentel, Nichols e Quevedo (2017) destacam que trechos discursivos de retórica e as significações conferidas por eles podem se repetir ao estarem encadeados dentro de um determinado contexto político. Dessa forma, a avaliação de alguns trechos, por meio da Nova Retórica, de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2014), é um instrumento de análise que indica o tratamento dos auditórios, os acordos e as estratégias argumentativas presentes no discurso retórica para uma análise quali-quantitativa.

## 2.2 JUSTIFICATIVAS METODOLÓGICAS E ESCOLHAS EMPÍRICAS: A ESTRATÉGIA DE PESQUISA E LEITURA DOS DADOS

Embora conte com aspectos de pesquisa quantitativa, essa pesquisa é sobretudo de enfoque qualitativo em decorrência da natureza do objeto. Analisar a dimensão discursiva da retórica dos documentos de uma política pública significa focar a interdisciplinaridade de duas áreas que já são interdisciplinares: a retórica, quanto à comunicação, e a política. Diante disto, tratou-se de um objeto complexo, considerando que são enfoques tecidos juntos e postos em conjunto para análise.

Segundo Morin (2005, p. 13), “a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas”, colocando “o paradigma do uno e do múltiplo.” Para avaliar uma política complexa e estratégica, portanto, colocou-se que esta requereu “o conhecimento complexo, porque ela se constrói na ação com e contra o incerto, o acaso, o jogo múltiplo das interações e retroações” (MORIN, 2005, p. 13). A justificativa metodológica desta pesquisa residiu nestas considerações uma vez que a NT é permeada de questões várias: é intitulada uma área de nova fronteira científica e tecnológica e sua política congrega aspectos ora científicos, ora econômicos, ora políticos, portanto de

fronteira. Há elementos fluidos e incertos que orbitam a natureza da área e o problema de pesquisa, cujas questões convergem a várias áreas do conhecimento.

Para Morin (2005, p. 73 ), uma das estratégias de abordagem para pesquisas desse tipo é “buscar definir o centro, e esta definição pede em geral macro-conceitos.” Assim, a dialogia é um conceito que ajuda a pensar a complexidade, em que lógicas não apenas podem ser justapostas, mas complementares, colaborando e produzindo complexidade em resposta a um modelo científico cartesiano<sup>14</sup>. Buscando esclarecer essa dialogia, foram estabelecidas linhas nucleadoras para realizar a pesquisa, em torno da problematização do conceito de nanotecnologia. Com a utilização de estratégias teórico-metodológicas no estabelecimento de meta pontos de vista de pesquisa, identificamos quatro conceitos que comumente orbitam em torno das questões sobre políticas públicas de CT&I em N&N, a relembrar: Inovação, Impactos, Regulação e Riscos. Esses conceitos foram identificados como descritores importantes no quadro referencial de NT e geraram unidades de análise que, por meio da análise de conteúdo, foram categorizados, resultando em temas específicos. Isto envolveu modos de organizar e modos de analisar o objeto, com abordagens metodológicas e conclusões variadas.

Deste modo, a estratégia da análise sobre retórica da política pública de nanotecnologia para verificação da comunicação presente nos documentos (ou a falta de) sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos ocorreu via o levantamento, organização e verificação destes materiais, sobretudo. Na verificação documental, é realizada uma análise quali-quantitativa de termos relacionados aos pontos estruturantes desta pesquisa sobre NT. Primeiro, foram contados os termos relativos aos descritores, revelando prioridades retóricas. Depois, alguns argumentos exemplares para análise dos auditórios, processos, acordos e estruturas de argumentação retórica enfocaram dois descritores que, ao serem comparados e confrontados, demonstraram as hipóteses, ou seja, a maior mudança que ocorreu no direcionamento da política pública e foi detectável pela retórica. Nesse sentido, a

---

<sup>14</sup> Segundo Morin (2005, p. 76), “Descartes separou de um lado o campo do sujeito, reservado à filosofia, à meditação interior, de outro o lado o campo do objeto em sua extensão, campo do conhecimento científico, da mensuração e da precisão.” Morin explicita as linhas da complexidade e as diferencia de um paradigma simplificador, especificamente dos dois tipos de operações lógicas: a disjunção e a redução. No entanto, salvaguarda a disjunção como princípio do pensamento complexo, juntamente com a conjunção e a implicação. O diálogo possível entre a retórica de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) e a complexidade posta por Morin ocorre na disjunção como recurso metodológico.

análise de políticas públicas permitiu o exame da governança também, um indicador que apresentou alguma mudança ao longo do desenvolvimento da política.

### 2.3 OS MÉTODOS DE COLETA: PESQUISA EXPLORATÓRIA E MÉTODO MISTO

A escolha dos métodos desta pesquisa, ao ancorar-se em uma perspectiva exploratória, visa dar a conhecer um problema (GIL, 2002). Levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o tema são fundamentais. Para abordar o problema de pesquisa, o aspecto misto evoluiu na medida em que seguiu um roteiro que contemplou técnicas quali-quantitativas na análise de conteúdo.

Em que pese a retórica ter uma direção visando o convencimento e a persuasão, os discursos dos argumentos que a compõem refletiram problemas, justificativas e construções de legitimidade da política. Foram examinadas abordagens presentes em documentos oficiais da política e, em menor medida, posicionamentos em argumentos de atores. Assim, o ponto norteador foi que há “uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20). Há uma relação a ser considerada nos resultados entre a objetividade das políticas públicas e a subjetividade dos sujeitos que as formulam (ZITTOUN, 2009).

O método qualitativo em análise de políticas públicas é indicado quando há serviços inovadores envolvidos ou que são de difícil controle ou entendimento (WEISS, 1998). A realização de entrevistas são indicadas para pesquisas qualitativas para avaliações aprofundadas e dirigidas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado (GIL, 2010) e esse foi o principal critério de seleção dos entrevistados. Aos fins desta pesquisa, as entrevistas semiestruturadas<sup>15</sup> com atores relevantes da PCTI ocorreram por meio de questionários adaptados do modelo de questionário de avaliação de políticas em N&N aplicado aos países da OCDE (2009) e países observados. Consideram questões relacionadas a: instituições envolvidas na formulação e implementação da política de NT, engajamento em organizações internacionais (ISO, OMS,

---

<sup>15</sup> O critério de escolha dos entrevistados foi aleatório, mas procurando-se guiar pela relevância de participação na política oficial de NT, seja como coordenador executivo, participante em rede de pesquisa ou conselheiro. Pelo prazo de execução da tese, os nomes se restringiram ao que foi exequível, totalizando cinco entrevistados.

International Risk Governance Council, OECD, etc.), engajamento com redes de pesquisa internacionais (cooperação internacional), processos de engajamento com a indústria, processos de engajamento público (mecanismos formais ou informais para incluir *input* da sociedade na política), nível e forma de inclusão de aspectos ELSI, nível e forma de inclusão de debate e avaliação de riscos, regulação e estruturação da PCTI em financiamento, redes de pesquisa, fomento e laboratórios.

Essas questões chave para entrevista visaram um entendimento convergente com o problema de investigação, que se refere às relevâncias atribuídas pela PCTI de NT e pelas hipóteses de pesquisa. Nesse sentido, os indicadores de concepção conceitual retórica de Inovação, Impactos, Regulação e Riscos foram pesquisados, auxiliando na concepção de categorias temáticas sobre as prioridades retóricas.

A primeira etapa consistiu em uma análise quantitativa dos argumentos da política coletados sobre cada um dos quatro descritores. Cervi (2017, p. 11) destaca que os “métodos quantitativos são apropriados para estudar características do objeto, que, sabe-se, existem.” Atenta-se nas assinalações da PCTI de NT a dimensão quantitativa utilizada por haver elementos que eram contáveis e por se traduzirem em números no que se referem aos pilares fundantes do problema, ou seja, as prioridades e ausências detectáveis.<sup>16</sup> A parte quantitativa dirigiu a análise de conteúdo para obtenção e exame de informações comparáveis. A análise qualitativa, por sua vez, se dedicou a analisar dois descritores de forma comparativa e complementar, contrastando-se os dados e as informações obtidas. Dessa forma, pode-se medir como apareceram quantitativamente questões relacionadas à Inovação, por exemplo, e se é e como é demonstrativamente mais relevante na PCTI do que termos relacionados com Riscos e implicações sociais. Além disso, o método quantitativo traduziu em números opiniões e informações a partir de classificação e análise (SILVA; MENEZES, 2005). Dessa forma, os métodos mistos desta política seguiram técnicas destas duas vertentes e permitem um diálogo entre as ideias e as evidências (CERVI, 2017; CRESWELL, 2010). Assim, as etapas de

---

<sup>16</sup> Ao utilizarmos a contagem de menções, justificamos essa pesquisa com métodos quantitativos pelo enfoque que permite “contar e medir características de fatos sociais” (CERVI, 2017, p. 10). Nossa pretensão não é estabelecer estatísticas fechadas, mas sim demonstrar que nos períodos estudados a amostra que os documentos permitiu ser estudada demonstrou determinadas regularidades e irregularidades diante do debate sobre as políticas públicas de nanotecnologia enquadrado na tese. Por isso, o aspecto qualitativo foi essencial para que a análise de conteúdo gerasse elementos contáveis. A inspiração para essa metodologia também se ancorou, embora não sejam utilizadas em seu aspecto visual, nas possibilidades das metodologias de *big data* e nuvens de palavras (SURVEYGIZMO, 2019).

coleta da pesquisa exploratória e demais etapas de realização da pesquisa foram na seguinte ordem. Os métodos de coleta de dados :

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) recolha e pesquisa de arquivos do MCTI (coleta de documentos oficiais e realização de entrevistas); e Legislativo (coleta de registro audiovisual);
- c) solicitação de dados pela Lei de Acesso à Informação<sup>17</sup> de órgãos vinculados ao Estado brasileiro, pesquisa de informações em sites governamentais, instituições e órgãos do Brasil, como Anvisa, etc.;
- d) pesquisa em sites sobre a política dos Estados Unidos em arquivos digitais de agências reguladoras, Casa Branca, etc.; pesquisa em sites sobre a política da União Europeia sobre NT;
- e) pesquisa em sites de jornais informativos da comunidade científica, como Jornal da Ciência, Revista FAPESP, entre outros portais segmentados;
- f) dados recolhidos e gravados a partir da observação não participante de workshop oficial de governo;
- g) entrevistas em universidades/centros de pesquisa e em eventos relacionados à nanotecnologia no Brasil e em Portugal.

A pesquisa seguiu a seguinte ordem cronológica:

2014 – Observação de reunião de assinatura do consórcio NanoREG com atores-chave da PCTI e coleta de informações em workshop.

2015 – Aprofundamento teórico e referencial sobre PCTI de nanotecnologia; observação e coleta de material audiovisual sobre audiência pública para discutir a nanotecnologia em Comissão Especial da Câmara dos Deputados

2016 e 2017 – Pesquisa nos arquivos do MCTIC. Realização de entrevistas com atores-chave da PCTI no Brasil e em Portugal e início da escrita da tese.

2018 – Escrita da tese

2019 - Defesa

A partir dos dados, reuniram-se informações e argumentos sobre o desenvolvimento da política pública de NT brasileira.

---

<sup>17</sup> LEI DE ACESSO À INFORMAÇÃO (LAI), 2011. Lei nº 12.527/2011. Regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas. Brasil, Governo Brasileiro. Disponível em: <<http://www.acessoinformacao.gov.br/assuntos/conheca-seu-direito/a-lei-de-acesso-a-informacao>>. Acesso: 01 de fev.2019.

## 2.4 CORPUS DE PESQUISA

Neste estudo, que aborda a retórica da política pública de nanotecnologia brasileira demarca-se a complexidade do desenvolvimento da nanotecnologia local e globalmente. As avaliações realizadas pelo Grupo de Trabalho em Nanotecnologia da OCDE (2009) sobre as iniciativas nacionais de nanotecnologia nos países membros distinguem os eixos de Inovação, Impactos, Regulação e Riscos como núcleos relevantes a serem examinados sobre o desenvolvimento de Políticas de Ciência Tecnologia e Inovação (PCTIs) de nanotecnologia dos países.

O objeto empírico de investigação se refere a um processo discursivo retórico que congregou a política ao longo de períodos que incluíram os três Planos Plurianuais dos anos entre 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015. Esse processo é verificado, portanto, nos quatro eixos de análise que se referem à Inovação, objetivo da PCTI; os aspectos ELSI que devem ser considerados nos Impactos; a Regulação, questão que surge para o controle dos riscos; e propriamente os Riscos. Tais elementos estiveram presentes de forma específica na governança da política de NT brasileira, processo este que também assumiu contornos locais na adaptação de dois modelos de política de NT imitados no país: o dos Estados Unidos e da Europa.

Dito isto, os quatro descritores foram investigados por meio de documentos oficiais dos programas, pesquisas, relatórios, planos, projetos, entre outros registros de governo fundamentalmente. A interação entre os argumentos retóricos achados nos conteúdos produzidos sobre os descritores forneceu elementos de prova e indicadores sobre movimentos e mudanças da PCTI, que foram analisados por meio da análise retórica segundo pressupostos de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), como veremos no capítulo 6, perceptível em trechos de argumentos dos documentos oficiais. Ademais, foram utilizadas, de forma contextual ao longo do texto, informações oriundas de entrevistas com pesquisadores e cientistas, *policymakers*, conselheiros da política brasileira e cientistas portugueses. Quanto à análise de documentos, avaliaram-se, as prioridades temáticas sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos. A fim de analisar os três períodos, compreendeu-se a centralidade dado à Inovação em comparação com os outros três descritores.

A pesquisa na prática iniciou, em 2014, com a observação não participante do “I Workshop de Integração NanoReg da União Europeia”, em que se firmou a

aderência do Brasil ao NanoREG, realizado em Curitiba em setembro. Em sequência, no *locus* do governo executivo da política, ocorreu a pesquisa de documentos oficiais sobre a política produzidos pelo órgão, principalmente sobre a sua Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias (CGMNT), atualmente Coordenação Geral de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, nos arquivos do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), em Brasília em julho de 2016. O *corpus* neste segmento se constituiu, no âmbito da CGMNT, de

- a) portarias e Decretos relacionados à política de NT brasileira entre 2000 e 2016.
- b) atas de reunião do Comitê Consultivo Nano (CCNANO): anos 2009, 2010, 2011, 2012 e 2014.
- c) atas do Comitê Interministerial de NT (CIN): anos 2012, 2013 e 2014.
- d) planos e reorientações sobre a política, principalmente os que substanciaram a integração da nanotecnologia aos Plano Plurianuais, os programas estruturantes da PCTI e os programas globais de governo de inserção da NT: de 2003 a 2016
- e) relatórios de avaliação da PCTI: 2003 a 2016

Além disso, em julho de 2016, foi realizada uma entrevistas com *policymaker* do MCTI. Posteriormente, foram realizadas outras três entrevistas com cientistas que se tornaram formuladores políticos: uma em setembro de 2016 e outras duas em novembro de 2017. Ainda em 2017, foram entrevistados atores relevantes na política, mas de fora do MCTIC.

No Legislativo, o *corpus* de análise se referiu a:

- a) projetos de lei de proposições sobre a regulação da NT: os projetos de lei de 2007 e 2010 e, de forma mais profunda, sobre o projeto de lei nº 6.741, de 2013, que dispõe sobre a *Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências*; e projeto de lei da Câmara nº 5.133, de 2013, que “regulamenta a rotulagem

de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia.”<sup>18</sup>

- b) registro audiovisual da audiência pública convocada pela Câmara dos Deputados para discutir os PLs 6.741 e 5.133 de 2013, realizada em Brasília, em 25 de junho de 2015.

A pesquisa também utiliza os dados de entrevistas realizadas em Portugal entre 2016 e 2017, durante estágio de doutoramento. Esses dados foram utilizados apenas de forma contextual. São referidos argumentos de três cientistas relevantes na área de nanotecnologia ligados a universidades ou centros de pesquisa portugueses.

Esta pesquisa de doutorado foi realizada com etapas bem delimitadas ao longo dos últimos anos. Assim, a coleta de dados teve etapas seguintes que permitiram inserção ao tema de pesquisa. Como já mencionado, a análise retórica ocorreu sobre dados coletados de documentos oficiais da política que correspondem aos períodos de vigência de cada PPA. A seguir, esses documentos que geraram as categorias temáticas sobre os quatro descritores estão listados ano a ano:

**2004:**

Número de documentos: 04

01/2004: *Relatório sobre a consulta pública ao documento elaborado pelo GT de Nanotecnologia*

01/12/2004: *Portaria MCT nº 614, de 1º de dezembro de 2004*. Institui a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

*Portaria MCT nº 346/2004* – Institui o Grupo de Trabalho com a atribuição de elaborar um estudo sobre a implantação e localização do Laboratório Nacional de Micro e Nanotecnologia (Nada consta)

12/2004: *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia* - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. (dez. 2004). – Brasília: Núcleo de Assuntos

---

<sup>18</sup> Ambos propostos por José Sarney Filho, então deputado em 2013. Disponíveis em Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>> e <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: jan.2018.

Estratégicos da Presidência da República, 2004. Palavras-chave: Nanotecnologia, Nanociência, Desenvolvimento científico

**2005:**

Número de documentos: 03

19/08/2005: Lançamento do *Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN)*

2005: *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi Relatório Final*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Brasília 2005. Estudo para a Presidência

2005: Relatório referente à Gestão do *Programa Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia no Exercício de 2005*

**2006:**

Número de documentos: 05

06/2006: *Relatório Nanotecnologia: Investimentos, Resultados e Demandas* – MCT – Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC) – Coordenação-Geral de Micro e Nanotecnologias

08/2006: *Dados sobre as redes do Programa Rede Brasilnano* – MCT – SETEC – CGNT

12/2006: *Nanotecnologia – Investimentos, Resultados e Demandas* - Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, Coordenação-Geral de Micro e Nanotecnologia

12/2006: *Relatório de Gestão – Janeiro de 2003 a Dezembro de 2006*, do MCT.

**2007:**

Número de documentos: 04

02/2008: *Relatório de Gestão Exercício 2007* – CGMT, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – MCT

20/11/2007: *Plano de Ação 2007-2010* – Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI). Elaborado pelo MCT – Documento Síntese. (Verificar que o Documento 3 é uma versão deste plano ampliada e conectada a uma estratégia maior do MCT)

2007: *Plano de Ação 2007-2010* – CT&I para o Desenvolvimento Nacional – “Investir e inovar para crescer”

12/2010: *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação – Principais Resultados e Avanços 2007-2010*

**2008:**

Número de documentos: 03

09/2008: *Nanotecnologia 2004-2008 – Relatório sobre o programa PDNN*

2008: *Relatório Analítico Programa de CT&I para Nanotecnologia*

2008: *Relatório Programa de C,T&I para nanotecnologia, MCTI – SEPED*

**2009:**

Número de documentos: 1

03/2012: *Relatório de Gestão 2009 MCT – SEPED – Brasília, marco de 2010*

**2010:**

Número de documentos: 04

2010: *Relatório de Gestão 2010, CGMT – MCTI*

12/2010: *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação – Principais Resultados e Avanços 2007-2010 (PACTI I)*

2007:

Documentos contínuos com reflexos até 2010 – contabilizados neste ano também: 02

20/11/2007: *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de Ação 2007-2010 – Documento Síntese* (Atenção que o Documento 3 é uma versão deste plano ampliada e conectada a uma estratégia maior do MCT).

2007: *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de Ação 2007-2010 – ‘Investir e inovar para crescer’*

**2011**

Número de documentos: 05

12/2011: *Relatório de Gestão das ações de nanotecnologia – 2011 – MCTI-Secretaria de Desenvolvimento de T&I – CGMNT*

03/2012: *Relatório de Gestão Institucional do Exercício 2011*

01-07/2011: *Estratégias de CT&I para o Brasil no Plano Internacional (ENCTI I) – Seminários Temáticos O Brasil no mundo. Parc. Estr. Ed. Esp. Brasília-DF, Vol. 16, n. 32. p. 581-600, jan-julho de 2011*

15/12/2011: *PACTI II - Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2011-2014*

2011: *MCTI – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 (ENCTI I) - Balanço das Atividades Estruturantes 2011*

**2012:**

Número de documentos: 02

2012: *Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)*

2012: *Caderno de divulgação do SisNANO – Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias Apresentação do SisNANO – Sistema Nacional dos Laboratórios de Nanotecnologia – IBN - MCTI*

**2013:**

Número de documentos: 0

**2014:**

Número de documentos: 3

2014: *NanoREG*, folder de apresentação – comunicação de governo

3/2015: *Relatório de Gestão – Exercício 2014 – MCTI*

15/12/2011: *PACTI II - Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2011-2014*

**2015:**

Número de documentos: 03

2015: *Relatório da CGNT das atividades implementadas e em andamento em nanotecnologia pela CGNT, 2015*

1/01/2015: *Acordo Brasil NanoREG*

03/2016: *Relatório de Gestão – Exercício de 2015 - MCTI – CGNT*

Apresentado a metodologia e o *corpus* de análise, no capítulo seguinte é delineado o panorama geral da nanotecnologia no que se refere às suas configurações e reflexos em diferentes âmbitos e a relação com o capitalismo. Também é caracterizado o fenômeno do isomorfismo que envolve as políticas de nanotecnologia, e as características, implicações e desafios desta tecnologia emergente. Nessa linha, estão problematizados também os efeitos de suas aplicações face às suas incertezas.

### 3 NANOTECNOLOGIA: ENTRE A COMPLEXIDADE E A DEFINIÇÃO NO CAMPO CIENTÍFICO, POLÍTICO E SOCIAL

A emergência da nanotecnologia tem origens paralelas entre os países que optaram por desenvolver esta nova área de ciência, tecnologia e inovação. Politicamente, o ano de 2000 demarcou o lançamento de “programas e fundos de pesquisa em nanotecnologia e nanociência” com o lançamento da Iniciativa Nacional de Nanotecnologia nos Estados Unidos (*National Nanotechnology Initiative*) pelo então presidente Bill Clinton, com o Brasil se incorporando “rapidamente a esta tendência” com “ações para desenvolvimento de uma política ativa para a área” (INVERNIZZI, 2008a, p. 87). Esse movimento foi seguido por outros países e uma série de impulsos foram dados para que em diferentes partes do mundo a plataforma se estabelecesse como a nova forma de produção científica e industrial, pelo potencial convergente e inovativo da N&N (ESTRADA, 2018; EUROPEAN COMMISSION, 2004, 2007; FOLADORI, 2016; FREITAS, 2017; GORDON, 2010; OECD, 2009).

Rotolo, Hicks e Martin (2015, p. 1828) atentam para a função que termos como “tecnologias emergentes” assumem na institucionalização de vocabulários para classificar novas classes de tecnologias. Os autores definem que nesse campo, que inclui a nanotecnologia, “emergência” ou “emergente” é algo que “está se tornando importante ou proeminente” (Ibidem., p. 1828). Enquanto processo de C&T, outro termo bastante referido e que qualifica a nanotecnologia é justamente o da “convergência”, que significa “um modelo de transformação da C&T que unifica os campos da ciência e tecnologia com a sociedade” (BAINBRIDGE, ROCO, 2016, p. 1). No que tange ao conceito ainda, é descrito como “uma integração profunda de conhecimento, ferramentas e áreas relevantes da atividade humana que permitem à sociedade responder a novas questões, criar novas competências e tecnologias” (BAINBRIDGE, ROCO, loc. cit.). A relação com a nanotecnologia é a da pervasividade em todas as áreas do conhecimento em função da manipulação da matéria em nanoescala. Por isso, essa tecnologia emergente se tornou um exemplo não apenas enquanto objeto de manipulação tecnológica mas como geradora de “diferentes formas emergentes e potenciais de governança, “um subsistema para estudo de caso de mudança política”, “e um momento único para intervenção e

oportunidade de inovações institucionais em engajamento público em C&T” (GUSTON, 2013, p. 443).

Dessa forma, enquanto um campo sob outra qualificação, o de revolucionária, a N&N “chega à arena política de C&T, nos meios de comunicação e ao público em geral mediante uma série de enfoques sobre a futura sociedade tecnológica” em termos também “sociais e culturais” que revelam “interesses, valores, ideologias e concepções sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade” (INVERNIZZI, 2008a, p. 87). Por outro lado, Kulinowski (2016, p. 4) observa que, após mais de 15 anos de políticas para o desenvolvimento da N&N e de pesquisas que destacam “surpreendentes propriedades” dos novos nanomateriais e o crescimento das pesquisas de risco, “é difícil defender o argumento de que não sabemos nada acerca dos riscos potenciais das nanopartículas”. Isto se deve ao reconhecimento de que: os materiais nanométricos “podem atuar de maneira diferente de seus análogos em escalas convencionais”; que as “diferentes propriedades físicas e químicas podem dar lugar a diferentes interações biológicas”; e que “algumas destas interações podem ser não desejáveis” (KULINOWSKI, loc. cit.).

Portanto, é necessário referir, nessa enseada, uma dimensão ideológica e contradições discursivas no estabelecimento do desenvolvimento da nanotecnologia. O poder ideológico e a força do discurso acerca da nanotecnologia estão delineados no fato de os críticos que questionam o estabelecimento dos moldes deste paradigma aceitarem implicitamente seus pressupostos de impactos incrementais e possivelmente radicais ou, caso contrário, serem taxados como anticientíficos, como situa Eisner (2011), ao referir a dificuldade de criticar os imperativos do capitalismo nas mais diversas áreas que podem render lucros. Invernizzi (2008a, p. 88) avalia que os enfoques sobre nanotecnologias incutem promessas e buscam “delimitar e legitimar um campo de investigação emergente, assegurar financiamento e, naturalmente, influenciar o próprio curso de desenvolvimento das trajetórias tecnológicas.” Por sua vez, não é tão fácil determinar o efeito preciso da “dinâmica de contradições entre enfoques divergentes” sobre a nanotecnologia (INVERNIZZI, 2008a, p. 88), especialmente quanto aos seus riscos.

Dito isto, após esta introdução, o capítulo tem o objetivo de abordar as qualificações e contradições da nanotecnologia. Assim, discute-se a complexidade da nanotecnologia aliada à sua definição pelo tamanho na seção 3.1. Na seção 3.2, a emergente área é caracterizada vis-à-vis às suas relações com o capitalismo que

suscita mudanças de enfoque na ciência, no mercado e nas políticas públicas. O isomorfismo que modela as políticas de NT é discutido na seção 3.3, seguido da seção sobre os investimentos, o desenvolvimento e as aplicações de NT no ponto 3.4. O capítulo termina na seção 3.5 em que se realiza o fechamento da conceituação da NT como tecnologia emergente e as implicações dos aspectos ELSI e questões EHS em três partes específicas. A primeira, sobre riscos, está na subseção 3.5.1; a segunda, sobre os conflitos sociotécnicos que acompanharam a emergência da NT, está na 3.5.2; e os desafios de governança desta tecnologia está na 3.5.3.

### 3.1 A COMPLEXIDADE E A DEFINIÇÃO DA NANOTECNOLOGIA

A definição da nanotecnologia é complexa e o seu desenvolvimento, pela agregação de campos distintos de conhecimento, comprova a existência de uma convergência de empenhos científicos, político-sociais e de mercado para o seu progresso. Considera-se, então, a nanotecnologia como a confluência de questões desses âmbitos com repercussões que são científicas, políticas e sociais.

Cientificamente, embora sejam tratadas de forma próxima, há diferença entre a nanotecnologia e a nanociência (N&N), uma vez que possuem finalidades díspares. Nesta tese, nos ancoramos na definição e nas implicações dimensionadas no relatório da Royal Society e a Royal Academy of Engineering. Estas se referem às nanotecnologias como “o design, uma caracterização, uma produção e uma aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas, controlando a forma e o tamanho à escala nanométrica” (RSRAE, 2004, p. 5). Já nanociência trata do “estudo do fenômeno e da manipulação de materiais a escala atômica, molecular e macromolecular, onde as propriedades diferem significativamente das propriedades em escala maior” (RSRAE, 2004, p. 5). É comum também a utilização apenas do “termo nanotecnologia para se referir ao conjunto das N&N” (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008, p. 2205).

A definição da nanotecnologia, mais comumente aplicada, consiste na manipulação da matéria em nanoescala, entre 1 e 100 nanômetros (RSRAE, 2004). Neste intervalo, os materiais podem ter propriedades diferentes ou melhoradas em comparação aos materiais com massa maior devido ao aumento da área de superfície em relação ao volume e o domínio dos efeitos quânticos (RSRAE, 2004).

Conforme Schulte e Buentello-Salamanca (2007, p. 1320), o termo “nanotecnologia” é confuso e indica a ideia de se tratar de uma tecnologia, enquanto na verdade se trata de “nanotecnologias”, um “grupo multidisciplinar de processos físicos, químicos, biológicos, eletrônicos e de engenharia”, além de envolver materiais, aplicações a partir de um conceito baseado no tamanho como definidor de características. A característica da multidisciplinaridade na nanotecnologia trata da interface da química, física, engenharia e biologia, que apresenta “relevantes problemas científicos e oportunidades de geração de novas tecnologias” e dessa maneira “os materiais se constituem num ponto focal, de onde há uma irradiação para as mais diferentes áreas” (ABDI, 2010, p. 25).

A convergência científico-tecnológica da nanotecnologia diminuiu o intervalo de tempo entre a “pesquisa aplicada e a aplicação” em uma “quebra de um paradigma que permaneceu durante muito tempo” (ABDI, 2010, p. 25) com efeitos principalmente na organização das Ciências Exatas e Ciências Naturais, a chamada *Hardscience*<sup>19</sup>. Embora “há muito tempo, os pesquisadores estudem entidades do tamanho de átomos e moléculas”, a Química, a Física, a Espectroscopia, a Bioquímica e a Biologia “estão relacionadas com as propriedades de átomos e moléculas” e “somente a partir dos anos 1980 é que foi possível manipular isoladamente as nanopartículas” (ABDI, loc. cit.). A distinção das propriedades químicas e físicas dos nanosistemas, as quais dependem fortemente da maneira como os nanosistemas são sintetizados, arranjados e explorados, não é mais possível na nanoescala. A implicação dessa situação é a convergência profissional, em que “químicos, físicos, especialistas em materiais, engenheiros e biólogos devem trabalhar em conjunto a fim de não só compreender como também utilizar as propriedades dos nanosistemas” (ABDI, loc. cit.)

As complexidades da nanotecnologia quanto ao tamanho, características de superfície, composições químicas e outras características físico-químicas não estão

---

<sup>19</sup> A definição dos cientistas da *Hardscience* ou Ciências Duras (Ciências Exatas como Química e Física) são proeminentes no campo da nanotecnologia por serem os cientistas que por excelência manipulam a matéria em nanoescala, ao lado de biólogos, mas estes nas Ciências Naturais. A dicotomia no campo se dá com os cientistas das Ciências Humanas e Sociais, onde estão sociólogos, advogados, antropólogos e outros profissionais interdisciplinares, caracterizados como cientistas do *Soft Science*, que em geral advogam por mais pesquisa sobre riscos e impactos, criando uma disputa com a *Hardscience*. Nessa direção, Bertoldo et al. (2015) cita que o repertório dos cientistas sociais tendem a ser caracterizados como mais organicamente orientados, enquanto os cientistas da *Hardscience* (física/natural) tendem a ser mais mecanicamente orientados. Cada lado produz visões e ciência de acordo com essas tendências.

bem resolvidas e expostas na definição para fins de decisão. Existem nanopartículas e nanomateriais assim considerados que não estão dentro do intervalo de 1 a 100 nm podendo estar acima ou abaixo destas escalas (FOSS HANSEN et al., 2013). No uso laboratorial, em outro exemplo, as variações em nanoescala não estão necessariamente no intervalo entre 1 e 100 nanômetros, podendo ter pequenas variações de tamanho que alteram o resultado efetivo do nanomaterial (FREITAS, 2017; FERREIRA, 2017).

A definição de nanopartículas, o material oriundo da manipulação em nanoescala, envolve ainda duas categorias: nanopartículas engenheiradas e nanopartículas incidentais ou casuais. As nanopartículas engenheiradas são desenhadas com propriedades muito específicas, enquanto as nanopartículas incidentais (naturais ou antropogênicas) são geradas de uma maneira relativamente descontrolada e “geralmente são fisicamente e quimicamente heterogêneas em comparação com as nanopartículas de engenharia” (SCHULT; BUENTELLO-SALAMANCA, 2007, p. 1321).

A categorização dos nanomateriais varia conforme as nanopartículas são estruturadas em um sistema, podendo ser estruturadas sob os critérios de massa, superfície ou ainda materiais de partículas nanoestruturadas. Há ainda a organização de quatro subcategorias de sistemas com nanopartículas que dependem do ambiente ao redor das nanopartículas para serem organizadas. Dessa forma, elas podem ter uma estrutura sólida (I), suspensa em líquido (II), suspensa em sólidos (III) ou consistente de nanopartículas de ar (IV). As categorizações desempenham papel para identificar partes, facilitando a avaliação, por exemplo, de rotas de exposição relevantes, ou análise de estudos de efeito conforme a relevância do material testado. Grande parte dos impactos ambientais se relacionam com materiais que contêm partículas nanoestruturadas - as nanopartículas suspensas em sólidos e no ar (FOSS HANSEN et al., 2013, p. 564-565).

Em síntese, a nanotecnologia carrega uma complexidade de entendimento em decorrência da manipulação da matéria em nanoescala implicar um “novo jeito” de fazer, reproduzir ciência e construir novas tecnologias e produtos que podem ser benéficos, mas implicam riscos. A designação, a partir das possibilidades que esta plataforma tecnológica oferece, traz uma série de complicações para uma definição de parâmetros estáveis. Foss Hansen et al. (2013), por exemplo, coloca a perspectiva comparativa entre uma paleta de materiais convencionais e de novos

nanomateriais. Os últimos são de difícil dimensionamento regular por poderem ser formados alterando sutilmente a forma, o tamanho e o formato destes materiais à nanoescala. Além disso, segundo Foss Hansen et al. (2013, p. 563), “uma outra gama de nanomateriais com novas propriedades pode ser desenvolvida através da combinação de dois ou mais materiais em nanoescala”. Produtos químicos conhecidos também podem ser utilizados para construir novas moléculas e estruturas à nanoescala.

Dito isto e no registro histórico e científico da nanotecnologia, percebe-se que, enquanto processo de manipulação científica, a nanotecnologia não é algo inteiramente inédito no século XXI. Jones (2011), enfocando a emergência da nanotecnologia, apresenta os principais acontecimentos que estariam por trás do que se forjou como nanotecnologia. Interdisciplinar, essa área é formada pela física, química, biologia e até as ciências sociais considerando a amplitude dos impactos da nanotecnologia. Além disso, estabeleceu-se em áreas transdisciplinares a exemplo da biotecnologia em nanoescala, e, pelo potencial inovador, é considerada, nas justificativas de políticas públicas nesta emergente área, propulsora de uma nova revolução industrial (NNI, 2000; IBN, 2012).

A palestra proferida em 1959 por Richard Feynman, considerado visionário e pai da nanotecnologia, no Instituto de Tecnologia Caltech, na Califórnia, é um marco científico. A apresentação intitulada *There's a plenty of room at the bottom: an invitation to enter a new field of Physics* explorou os limites da fabricação e controle de componentes eletrônicos e inspirou o desenvolvimento dos elementos na escala de 1 nanômetro (1nm). No entanto, para Jones (2011), não houve grande impacto na época e há uma natureza rememorativa na importância reivindicada a este evento, ainda que seja um precursor do conceito ao implementar ideias sobre o que viria a se tornar uma nova plataforma tecnológica.

Já o termo nanotecnologia, cunhado por Norio Taniguchi, em 1974, faz jus à concepção da manipulação em nanoescala. Taniguchi introduziu a nomenclatura ao desenvolver trabalhos de processamento de ultra-precisão de materiais empregando feixes de energia, descrevendo os processos controlados, como a deposição de filmes finos, e produzindo materiais na escala de nanômetros (JONES, 2011; RSRAE, 2004). Na descrição do termo pelo japonês, “abarcava em seu significado máquinas que tivessem níveis de tolerância inferiores a 1 micron (1.000 nm)” (ABDI, 2010, p. 19-20).

Outro evento, segundo Jones (2011), tem apelo popular na cultura científica, com a publicação do livro *Engines of Creation*, por Eric Drexler, em 1986. Devido ao imaginário tecnocientífico que marcou os anos 1980, a obra alcançou repercussão excepcional. Até hoje narrativas sobre NT reservam espaço ao enredo de Drexler na caracterização da distopia científica a partir do *grey goo*, robôs replicantes que consumiriam toda a energia da Terra ao se multiplicarem indefinidamente. Este livro não se concretizou como fundador na NT por não detalhar como se formaria a base dos programas de pesquisa em laboratórios reais, mas é lembrado como marco sobre a popularização, ainda que segmentada, do tema.

Com a invenção por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer do microscópio de varredura de tunelamento (scanning tunnelling microscope – STM), em 1981, e o uso feito por Don Eigler ao escolher e escrever as letras IBM em átomos individuais do elemento xenônio (Xe), em 1989, se popularizou a possibilidade de obtenção de imagens de átomos e moléculas ao nível atômico (JONES, 2011; ABDI, 2010). Mas a invenção do microscópio de varredura de tunelamento é marco considerado superestimado. Segundo Jones (2011), outros cientistas já tinham obtido a resolução atômica, muito embora este episódio tenha impactado de imediato a área com custos relativamente baixos. Antes, em 1985, ocorreu ainda a descoberta dos fulerenos, que são a terceira forma mais estável do carbono, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smaley. A descoberta dos nanotubos de carbono, por Sumio Iijima, no Japão, em 1991, destacou-os enquanto “estruturas cilíndricas formadas por átomos de carbono e que possuem alta resistência” (ABDI, 2010, p. 19-20).

Da demonstração do uso potencial do STM para a manipulação atômica e o surgimento de novos programas de pesquisa prática e a diversificação de métodos, a invenção do microscópio atômico facilitou e impulsionou as pesquisas em nanotecnologia (FOLADORI, 2016). Tais descobertas colocaram a nanotecnologia como uma nova “revolução científica”, o que tomou contornos mais realistas com o lançamento da NNI pelo governo e Bill Clinton, em 2000, “que proporcionou investimentos de 495 milhões de dólares, dando uma visibilidade extraordinária a esse campo de pesquisa” (ABDI, 2010, p. 19-20).

Com relevância na economia, a descoberta dos nanotubos e a manipulação orgânica do carbono em várias formas, em 1991, originou um novo nanobjeto, a partir do qual tecnologias anteriores começaram a ser superadas (JONES, 2011). A partir daí, iniciou-se de forma mais efetiva o estudo das máquinas biológicas

moleculares que incentiva as expectativas da engenharia de tecidos, a entrega competente de remédios no corpo humano, entre outros avanços que demonstram o funcionamento compactado em nanoescala da química, biologia, física e demais ciências (JONES, 2011). As aplicações comerciais nanomanufaturadas<sup>20</sup> são constantemente idealizadas como precursoras de um alto crescimento econômico e de novos produtos iminentes. Logo, é uma plataforma multidisciplinar e cientificamente evolutiva a partir de descobertas e novos processos. Ainda quanto ao aspecto tecnoeconômico, são apontadas “extensas fronteiras de oportunidades nas interações dos setores da biofarma, infotecnologia e nanotecnologia, alimentados pelas grandes áreas do conhecimento” (ABDI, 2010, p. 25). Em alguns setores a inovação de produtos inteligentes com nanotecnologia no Brasil já estão se confirmando na área de vestuário (BRITTO; KITAZAWA; PEPECE, 2019).

No âmbito político e entre a promessa da revolução tecnológica e os potenciais benefícios e implicações das aplicações geradas, a política assegurou a nanotecnologia com financiamentos públicos e privados de governos e empresas. No Brasil, isto ocorreu por meio de fomento ao desenvolvimento da nanotecnologia junto às empresas (BARBOSA, 2017). A interação com as políticas públicas, sobretudo nos países em desenvolvimento, apresenta ampla potencialidade, segundo documentos que tratam do panorama de políticas públicas em CT&I. Da nanotecnologia, são apontadas como promissoras “as novas soluções para diferentes e importantes problemas ligados à saúde, habitação, transportes, meio ambiente, saneamento básico” (ABDI, 2010, p. 36). Esses assuntos pautam o debate entre países visando cooperações, cujo espaço ocupado pela NT visa influir nos desafios mundiais de desenvolvimento sustentável, a exemplo do

(...) armazenamento, produção e conversão de energia; incremento da produtividade da agricultura; tratamento de água e poluição ambiental; diagnóstico e *screening* de doenças; sistemas de ‘entrega de fármacos’; processamento e armazenamento de alimentos; poluição do ar e remediação; materiais para construção; monitoramento da saúde humana e animal; vetores, detecção e controle de pragas (ABDI, loc. cit.)

Atenta-se, nesse viés, para a “nanogeopolítica” com os países apresentando suas aptidões para o desenvolvimento da nanotecnologia a partir dos recursos que têm, especialmente as matérias-primas cruciais para a nanotecnologia: lítio, índio, nióbio, zircônio e grafite (ABDI, 2010, p. 36). Por outro lado, o “*nanodivide*” é um

---

<sup>20</sup> Nanomanufaturados são o resultado dos processos originados das nanopartículas engenheiradas.

termo crítico que evidencia a necessidade de um desenvolvimento balanceado e regulado da nanotecnologia para que a tecnologia não aprofunde as desigualdades mundiais entre os países desenvolvidos, subdesenvolvidos, ou seja, recomenda-se considerar em perspectiva ética as dicotomias entre países pobres e ricos (RSRAE, 2004) por causa das “diferenças de capacidade entre eles para desenvolver e explorar a nanotecnologia” (AZOULAY, 2014, p. 12).

Já as revisões sobre o termo nanomaterial dos documentos oficiais da Comissão Europeia com fins de regulação visando clarificar a definição e facilitar a implementação o determinam em referência a materiais naturais, acidentais e manufaturados (RAUSCHER, ROEBBEN, 2015). A determinação se justifica pelo amplo alcance em termos da origem dos materiais, e aplica-se a todos os materiais, independentemente da sua origem. A consequência é que isto abrange um potencial muito grande em número de materiais, “independentemente de (por exemplo) se tratar de serem novos e feitos pelo homem para uma finalidade específica, ou terem estado no ambiente por um longo período de tempo” (Ibidem., p. 7). Assim, um material é considerado um nanomaterial, pela Comissão Europeia, se 50% ou mais das partículas têm uma ou mais dimensões externas na gama de tamanhos entre 1 nm e 100 nm (p. 10) (Ibidem., p. 11). Mas ainda não há definições fechadas para partículas agregadas e aglomerada (Ibidem., p. 11).

A política regulatória e as condições para o comércio global estão inferidas em parâmetros que se ligam aos arranjos globais. A Organização Internacional para Padronização (ISO) define as nanopartículas como partículas com três dimensões externas entre 1 e 100 nanômetros (FOSS HANSEN et al., 2013, p.564). Já a definição de trabalho da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) usa o comum intervalo de escala nanométrica entre 1 e 100 nm para definir a nanotecnologia, os nanomateriais e outros objetos nano (FOSS HANSEN et al., 2013).

No âmbito político-social, reitera-se a valoração da nanotecnologia na retórica política, midiática e cultural (JONES, 2011). Afinal, o enfoque de projeto sócio-político para criação da nanotecnologia como plataforma de desenvolvimento político vai além do aspecto científico emergente (JONES, 2011). Enquanto parte da história do desenvolvimento da nanotecnologia está no campo científico, outra parte considerável está nas interações de forças políticas, econômicas e culturais que extrapolaram e permearam a ciência. Conforme a apresentação e as justificativas

retóricas do desenvolvimento da nanotecnologia pelos governos estadunidense (NNI, 2000) e o brasileiro (MCT, 2003c) sua caracterização como revolução faz parte de uma evolução convergente da ciência entre campos interdisciplinares e os usos industriais e, por fim, sua inserção na sociedade de acordo com interesses mercadológicos.

Após abordar as questões gerais do quadro de complexidade da NT e as definições científicas mais utilizadas, na próxima seção localiza-se a relação desta tecnologia emergente com o atual contexto do capitalismo.

### 3.2 NANOTECNOLOGIA E A RELAÇÃO COM O CAPITALISMO

A emergência da nanotecnologia a nível global no final dos anos 1990 e início dos anos 2000 se insere em uma nova fase de transição histórica impulsionada pelo “extraordinário desabrochamento e transformação dos mercados financeiros” nas décadas de 1970 e 1980 (ARRIGHI, 2012, p. 2 e 3). Na virada do milênio, verifica-se que elementos do novo capitalismo flexível marcam a disseminação do impulso para viabilizar o projeto da nanotecnologia, com Estado e corporações começando a liderar ações e iniciativas para a área no alto crescimento da convergência tecnológica já iniciada pelas então novas tecnologias de informação e comunicação (TICs). Dentre as causas desta emergência, Jones (2011) a promoção do projeto técnico-científico criado por transformações nos sistemas de inovação dos Estados Unidos e Europa durante a política de realinhamento nos anos 1980.

A mobilização do interesse de parte dos agentes políticos e econômicos ocidentais perscrutou a concorrência chinesa, o que resultou em uma adaptação nos discursos do campo científico para que oportunidades não fossem perdidas. Os financiamentos para projetos para alinhar as expectativas dos cientistas com domínio no campo do conhecimento definiu uma trajetória de mais recursos para pesquisa aplicada, buscando sobretudo a inovação, e menos para testes e desenvolvimento de teorias (HESS, 2010). Publicações de popularização da ciência como as revistas *Science* e *Nature* resumiram o deslumbre com o novo campo, cujas expressões podem ser sintetizadas na célebre frase sobre o avanço dos nanoproductos: “nós fizemos o nano-widjet” (JONES, 2011).

Os dividendos dessa transformação sistêmica penetraram no ciclo acumulativo a nível do conhecimento na ciência, nos mercados, nos centros de

pesquisa e no ensino nas universidades. A questão da propriedade intelectual sobre as produções em parceria entre universidades e empresas começou a se desenhar nos Estados Unidos pela Lei *Bay-Dole*, em 1980<sup>21</sup>. Um tipo de interesse de apelo capital emergiu, se constituindo nas patentes e virando interesse às empresas conquistar a propriedade intelectual. Neste sentido, como observa Eisner (2011), vai verificando-se o esmaecimento das fronteiras entre mercado e governo, ultrapassando a bifurcação entre instituições de Estado e interesses de mercado, antes mais caracterizadas com dois entes com lógicas diferenciadas e separadas.

Posicionamentos de Jones (2018, p. 2) mais recentes interseccionam questões relativas às excessivas promessas científicas da nanotecnologia e, com verificação de sua viabilidade quanto aos impactos econômicos e científicos. Nesses aspectos, a regulação de novas tecnologias é posta como central para avaliação do grau de confiança das instituições no controle dos impactos negativos. Quanto às promessas radicais da nanotecnologia e envolvendo benefícios, especificamente para a saúde – uma das áreas em que os resultados positivos da nanotecnologia são mais esperados - o autor pontua que “não há evidência de que a nanotecnologia tenha feito alguma contribuição significativa”, em referência aos índices de redução de doenças graves (JONES, 2018, p. 3). Neste entendimento, e cotizando-se as lições de outras tecnologias emergentes em décadas anteriores, há em comum o discurso de uma ‘economia das promessas’, em que se tem uma tendência de inflar os possíveis benefícios da nanotecnologia ao nível de bolhas de especulação (JONES, 2018). E nesse sentido, a comunicação de ciência, tem um papel específico, relacionando a mídia e o engajamento público, nas bolhas criadas pelas promessas da NT. Como refere:

---

<sup>21</sup> Segundo Pereira e Kruglianskas (2005, p. 8), essa lei permitiu “às universidades, institutos de pesquisa e pequenas empresas reterem a titularidade de patentes de invenções derivadas de pesquisas financiadas com recursos públicos federais e facultar às instituições beneficiárias desses recursos transferirem tecnologia para terceiros. O *Bayh-Dole Act* foi responsável pelo aumento significativo do nível de patenteamento nas universidades daquele país”.

Cientistas sentem que essas reivindicações (a excessiva atenção aos impactos econômicos da nanotecnologia) são necessárias para aplicação de subsídios e artigos, enquanto a mídia demanda grandes e inqualificáveis aspectos para atrair atenção. Até mesmo os processos de consideração aos aspectos sociais e éticos da pesquisa, e o exercício do engajamento público, podem ter o efeito de credibilidade falsa a resultados que são mera especulação<sup>22</sup> (JONES, 2018, p. 4).

Como sugestão para tal problema, destaca-se a necessidade de uma ética da comunicação de ciência, destacando a não construção de uma “verdade desinteressada” da comunicação da ciência, mas sobretudo a criação de “ambiente robusto para inovação social e técnica”, por meio de uma “representação responsiva”. Nesse viés, complementa, a partir de Alfred Nordmann, uma comunicação de ciência envolvendo plausibilidade em torno de tendências em andamento e que os comunicadores tenham responsabilidade para defender sua credibilidade (JONES, 2018, p. 4).

O convencimento executado para aceitação de novos campos e modelos sugerem a força da vantagem de um potencial mercado e necessidade global, capaz de, sistematicamente, absorver até mesmo o aparato das críticas (BOLTANSKI, CHIAPELLO, 2009). Tal convencimento se justifica e, de fato, é incorporado na ideia de progresso no futuro, em que pese, no caso da NT, haver um potencial inovador acompanhado por uma dinâmica que não informa com prioridade sobre as lacunas, as incertezas e as ausências que também compõem o seu desenvolvimento (HODGE; MAYNARD; BOWMAN, 2014; FALKNER; JASPERS, 2012; INVERNIZZI; CAVICHILO, 2009).

No contexto latino-americano, as políticas públicas para estimular a nanotecnologia viabilizaram fundos de investigação entre outros empenhos de recursos públicos visando a inserção dos países na economia do conhecimento. Foladori (2016, p. 74) aponta duas direções na destinação de recursos financeiros para o impulso da nanotecnologia: o primeiro, que inclui o Brasil, México, Argentina e Chile, destina “fundos dirigidos explicitamente para as nanotecnologias”; e os segundos estão sustentados em modelos de países em que “investigadores devem competir em concursos junto a outras áreas ou tópicos de pesquisa”. A orientação primordial na região é de privilegiar a empresa privada, com espaço para o foco de

---

<sup>22</sup> Do original: “*Scientists feel that these claims are necessary in grant applications and papers, while the media demand big and unqualified claims to attract their attention. Even process of considering the societal and ethical aspects of research, and of doing public engagement, can have the effect of giving credence to the most speculative possible outcomes.*”

estímulo a *start-ups*. No entanto, no caso das nanotecnologias, o contexto revela uma “forte subordinação às corporações transnacionais” (FOLADORI, 2016, p. 75). Isso apresenta o seguinte dilema e problema no desenvolvimento das PCTIs de nanotecnologia na região:

O êxito de um caminho dessa natureza é altamente discutível devido ao contexto internacional em que as nanotecnologias surgiram. Diferente do que ocorreu em parte com as TICs ou com as Biotecnologias, o grau de concentração do capital a nível internacional no princípio dos anos 2000, quando irrompem as nanotecnologias, é muito maior do que uma década antes. As grandes corporações têm cooptado as principais cadeias de valor sem ter um lugar marginal em termos de benefícios econômicos. Ademais, a orientação produtiva das grandes corporações internacionais dificilmente tem a ver com as necessidades majoritárias dos países da América Latina, não obstante em algum caso possa incrementar a competitividade internacional (FOLADORI, 2016, p. 76).

Essa conjuntura é resultante também dos efeitos desta nova economia do conhecimento em que os países latino-americanos, quando se inserem, aparecem marginalmente. Relacionado a esta vertente econômica, o pressuposto inicial da “sociedade do conhecimento” ou “sociedade da informação” a distingue como “aquela em que as instituições do conhecimento ocupam um lugar central”, (ALBORNOZ, 1997, p. 101), cuja derivação é originada da “revolução científica” (Ibidem., p. 110), em que se reconhece que “o conhecimento é uma vantagem competitiva” (Ibidem., p. 109). Invernizzi, Hubert e Vinck (2014) destacam as prioridades discursivas da N&N nas políticas científicas e industriais relacionadas à economia do conhecimento. “Este discurso é acompanhado pelo lançamento de novas políticas científicas” cuja orientação é “pesadamente promovida por organismos internacionais (principalmente OECD e Banco Mundial) e fundos de pesquisas de agências cada vez maiores” (Ibidem., p.3). Fonseca (2016, p. 85) cita que as PCTIs estão inseridas primordialmente nesse paradigma “predominantemente adotado por países centrais e seguido pelos periféricos, incluindo políticas públicas brasileiras das últimas décadas.” Neste, objetivos das políticas são “focados nos impactos econômicos da inovação”, na abordagem *schumpeteriana*<sup>23</sup>, em que a inovação tecnológica é central para a competitividade

---

<sup>23</sup> Os elementos sobre inovação para avaliação de políticas tecnológicas são trabalhados pela perspectiva da teoria evolucionista da firma, preconizada por Joseph Schumpeter. Segundo este autor, que inicia sua racionalização enquadrando inovação a partir do desenvolvimento econômico, as inovações são resultado das iniciativas dos agentes econômicos. Apesar das inovações visarem objetivos individuais, elas têm impactos mais amplos e provocam a reorganização da atividade econômica (SCHUMPETER, 1982). Assim, se caracteriza como fenômeno distinto, estranho ao que

das empresas e “o crescimento econômico nacional em meio às dinâmicas de comércio internacional” revelam que o “desenvolvimento social ocorre indiretamente a partir do desenvolvimento econômico” (Ibidem., p. 84-85). Albornoz (1997, p.108) observa que “a partir das teorias *neo-schumpeterianas* da inovação, se registra no campo da política científica e tecnológica o surgimento de um giro economicista que se unge com a pretensão de pensamento único.” Nessa enseada, este autor crítica a ideia de pensamento único em C&T que centraliza e define a inovação sob uma perspectiva economicista hegemônica “sobre qualquer outra dimensão na qual poderia ser orientada a atividade científica” cabendo a alguma outra alternativa apenas “ajustes sobre a variável de eficiência” da inovação (Ibidem., p. 97). Esse viés está inserido num paradigma de tecnocracia, ou seja, “a forma de governo em que a racionalidade técnica ocupa o lugar da política” (Ibidem., p. 97).

Específico ao Brasil, a perspectiva da economia do conhecimento esteve explícita em documentos macros das políticas de CT&I, exemplo da Estratégia Nacional de CT&I 2012-2015. No entanto, ao invés de processos em setores produtivos industriais mais abrangentes e desenvolvidos (não extrativistas), este conceito é direcionado para as *commodities*, evidenciando a limitação de inserção da política brasileira no cenário competitivo global, conforme refere-se ao destacar a “economia do conhecimento da Natureza” cujo “sistema de inovação é, em grande parte, construído com base nos recursos naturais e ambientais do País e nos bens deles derivados” (ENCTI I, 2012, p. 34). A meta seria o Brasil “apostar na utilização dos avanços proporcionados pela economia do conhecimento para ampliar o conteúdo científico e tecnológico dos setores intensivos em recursos naturais”, permitindo ao país o aproveitamento de “vantagens na produção de *commodities* para avançar na diferenciação de produtos” (ENCTI I, 2012, p. 34).

Feito o enquadramento da NT no contexto do capitalismo, a seguir é apresentado o panorama das questões que envolvem as transferências de políticas de NT, principalmente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

---

pode ser observado na tendência ao equilíbrio preconizado pela teoria ortodoxa da economia, em que o sistema buscaria uma posição de máximo rendimento, com a firma se reduzindo à gestão de pura rotina. Pelo contrário, a inovação é “uma mudança espontânea e descontínua nos canais de fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente” (SCHUMPETER, 1982, p. 47). Mas nem sempre há umnexo causal entre inovação e crescimento econômico e, em fato, o Estado está por trás da maioria das revoluções tecnológicas e de longos períodos de crescimento relacionados com inovações (MAZZUCATO, 2013).

### 3.3 ISOMORFISMO DAS POLÍTICAS DE NANOTECNOLOGIA

A adaptação da nanotecnologia em termos de políticas públicas embute processos de isomorfismo, transferência, mimetismo ou cópia de políticas (LOUVEL; HUBERT, 2016; INVERNIZZI; FOLADORI, 2014). Esses são processos comuns em várias áreas de política, incluindo as de ciência, tecnologia e inovação (VELHO, 2011; SAHLIN; WEDLIN, 2008; ALBORNOZ, 1997; FINNEMORE, 1993).

Essa convergência das políticas públicas expõe mecanismos de transferência de PCTIs entre países ou instituições em três níveis: o isomorfismo propriamente de política pública na formatação institucional para acomodação de novas medidas; o isomorfismo global, quando organismos globais incentivam e criam ambientes para a inserção de políticas sobre novos conteúdos; e o isomorfismo científico, evidente na adaptação das agendas de pesquisa a temáticas globais. Tais elementos estabeleceram condições *sine qua non* para a estruturação das prioridades da política de nanotecnologia brasileira. Majone (2006, p. 248) destaca a importância da seleção de prioridades na política pública quando sob influência das agendas internacionais, especialmente em áreas como “regulação de riscos, onde o custo de oportunidade de uma seleção errada de prioridades pode ser alto.” O autor atenta para o fato da regulação repousar sobre a razão probabilística e a teoria da tomada de decisão, por isso, ter de lidar com a incerteza, o que explica em parte as falhas de transferência destes elementos.

O isomorfismo se evidenciou nas políticas de nanotecnologia na adoção, por diversos países das mesmas visões de CT&I, especialmente difundidas através de organizações internacionais e organismos multilaterais (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014; INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Este caminho foi guiado também pelas marcas dominantes da ciência em voga, conforme explica Velho (2011). Assim, a estrutura organizacional, os instrumentos de financiamento e as formas de avaliação desses fatores tendem a ser comuns aos países que formularam e implementaram políticas de estímulo à produção e utilização de conhecimento científico e tecnológico (VELHO, 2011, p. 129). O enfoque da ciência que influencia a perspectiva de PCTI adotada nos primeiros anos da política de nanotecnologia Brasil ainda correspondeu ao paradigma da “ciência como fonte de oportunidade estratégica” presente nos anos 1980 e 1990 na periodização proposta pela autora. Neste modelo sistêmico e interativo, os instrumentos de financiamento

buscaram apoiar projetos interdisciplinares e interinstitucionais, “se destacando programas entre o setor público de pesquisa e o privado, com envolvimento de atores pesquisadores, cientistas, políticos, servidores públicos e demais profissionais de diferentes áreas”, com a composição de comitês e painéis para formulação de política científica para alocação de recursos e estruturação da PCTI (VELHO, 2011, p. 144; JASANOFF, 1990a). Verifica-se o papel da “imagem pública da ciência” na moldura de uma “confiança quase religiosa nas possibilidades de que o conhecimento científico possa atuar no equilíbrio de poder entre as nações, visando a objetivos econômicos e sociais” (VELHO, 2011, p. 129). Há, portanto, um conceito dominante de ciência que modela a lógica da PCTI em cada paradigma de desenvolvimento (Ibidem., p. 133).

Isto se deve a um modelo normativo-institucional inspirado nos países que saíram vitoriosos da Segunda Guerra, sendo adotados pelos governos nos países industrializados e latino-americanos. Em ambos os casos, organismos internacionais tiveram papel preponderante no processo de internacionalização das políticas de CT&I (VELHO, 2011, p. 130). Isto gerou o chamado processo imitativo em que as diversas fases da política científica nos mais variados países se repetem e se organizam de forma semelhante (Ibidem., p. 130).

Dentre as razões apontadas está a globalização crescente da economia e dos sistemas de pesquisa e as pressões normativas exercidas por organismos internacionais na definição de objetivos e medidas de tais políticas, bem como a estruturação do mercado internacional (VELHO, 2011, p. 130-131). Além da economia, influi a “mundialização”, que “tende a ocupar também um lugar intangível das redes de informação e comunicação” (ALBORNOZ, 1997, p. 102). Esses processos em nível macro se apresentam como “legitimadores de uma nova racionalidade cujos alicerces básicos não poderiam ser submetidos a questionamentos em que pese a experiência de anos passados mostrarem que a mundialização (...) produz fenômenos de fragmentação” ao invés de uma “aldeia global” (ALBORNOZ, loc. cit). Tais políticas no Brasil, por outro lado, nem sempre assumem uma lógica racional, “sendo, na maioria dos casos, incremental e difusa”, característica encoberta pela percepção de que “o conhecimento científico avança de forma autônoma em relação à sociedade” (DIAS, 2011, p. 344).

Para a política em análise, a N&N foi posta pelos governos nacionais dos EUA e países da Europa como um recurso chave na corrida tecnológica e

econômica na qual os países em desenvolvimento do Sul global poderiam competir (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014). Isto gerou uma disputa econômica de pesquisa orientada à inovação fortemente promovida por organismos globais e outras grandes agências de fomento à pesquisa. A replicação de políticas se alinha a estímulos externos ocasionados pela difusão de programas pelas organizações globais, tal como mostra Finnemore (1993), na sua pesquisa sobre a UNESCO. Acompanhando tais estímulos ao longo da década 2000-2010, as grandes empresas multinacionais começaram a fazer da N&N uma área prioritária para investimento (INVERNIZZI; FOLADORI, loc. cit.). Albornoz (1997, p. 102) explica que os países industrializados, ao liderarem a formulação de políticas explícitas<sup>24</sup>, procuram “conduzir aspectos deste processo (...) em que se colocam poderosos interesses da indústria do setor de C&T”. A modelagem desta arena de competitividade conta com formas de atuação dos três âmbitos identificados de isomorfismo.

No que tange ao isomorfismo de políticas públicas na globalização, Majone (2006) coloca isto no nível de influências exógenas sobre a agenda-setting das políticas públicas nacionais, em geral observadas em cooperação internacional, resultando como efeito de transferência de poderes da direção da formulação política a níveis mais altos de governança. Por um lado, isto pode restringir a agenda das políticas nacionais, ocasionando uma “democracia menor”; e por outro lado, de forma mais otimista percebe-se “a integração internacional e a cooperação como uma oportunidade não apenas para expandir o escopo da escolha do consumidor, mas também para fortalecer a agenda nacional”, o que tenderia a ser mais habilitador do que limitador para a política, segundo Majone (2006, p. 241-242). Nesse viés, as externalidades políticas e a troca de informações entre as agendas nacionais podem servir para precaver sobre os impactos das ações de cada país para outros países (MAJONE, loc. cit.). Visando alavancar a competitividade, conforme Foladori et al. (2015) demonstram, organizações internacionais como Banco Mundial, OECD e Banco Interamericano agiram na transferência de políticas de N&N na América Latina. Muitos desses organismos divulgaram orientações de PCTI propondo a integração dos países à economia do conhecimento com vias ao

---

<sup>24</sup> Amílcar Herrera (2011, p. 162) define as políticas científicas explícitas como ‘a política oficial’, “que se expressa nas leis, regulamentos e estatutos encarregados do planejamento da ciência, nos planos de desenvolvimento, nas declarações governamentais, etc.” Já as políticas científicas implícitas são “as que realmente determinaram o papel da ciência na sociedade, é muita mais difícil de identificar porque carece de estruturação formal; em essência, expressa a demanda científica e tecnológica do ‘projeto nacional’ vigente em cada país (HERRERA, 2011, p. 162).

desenvolvimento. Isto parte do entendimento de que tecnologias avançadas permitiriam uma nova inserção competitiva no mercado mundial, sendo o projeto dos Institutos do Milênio, implementado em diversos países e no Brasil dentro da política de NT com esse objetivo, um exemplo (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Enfocando a atuação da OCDE, e de modo geral, verificou-se a convergência de políticas entre os seus países-membros enquanto resultado da influência do próprio organismo e correspondendo à concorrência da organização com outros organismos de promoção de PCTIs (LEMOLA, 2002).

Por produzir estatísticas e indicadores e influir em metodologias de desenvolvimento de políticas, a OCDE vai ao encontro do que Godin (2009) aponta ao referir a indução de políticas por meio de indicadores criados para avaliação de PCTIs com a utilização de estatísticas nacionais. O foco prioritário dessas medidas é inferir crescimento econômico, produtividade e competitividade. O panorama político-histórico ideado pela OCDE para mensurar impactos econômicos da inserção de sistemas nacionais de inovação, portanto, é o da economia do conhecimento.

No que tange ao isomorfismo de PCTIs globais ainda, avalia-se o caso da competitividade industrial visando mercados globais na exportação que marca o desenvolvimento da política de nanotecnologia no Brasil, cujo objetivo foi atrelado à transferência política através de movimentos de internacionalização global (MCT, 2003b; IBN, 2012). Além de mercados, foram objetivos explícitos para a inovação o estabelecimento de cooperações entre países, o que impulsionou para que as regiões adotassem as mesmas metas ou visões políticas de CT&I dos países líderes mundiais (NAEPR, 2004).

Sob o enfoque da nova administração pública, o isomorfismo normativo institucional promove a homogeneização de processos institucionais (DIMAGGIO, POWELL, 2005). A racionalidade e a burocracia marca o funcionamento das políticas públicas na administração em que pese haver modelos mais participativos e abertos de implementação política. Isto se percebe na ação cognitiva de atores, na estruturação de planos e na atuação do Estado e instituições diversas se revelando num isomorfismo institucional de origem organizacional. Neste sentido, os campos existem na medida em que puderem ser definidos institucionalmente (DIMAGGIO, POWELL, 2005). Lemola (2002) observa que os países da OCDE emulam uns aos

outros em casos de sucesso obtidos por meio de formatos institucionais e suas práticas – razão para o alastramento da influência institucional normativa.

O isomorfismo científico atua na produção científica e caracteriza os processos de ensino e produção acadêmica e pode inclusive extrapolar esse espaço (VELHO, 2011). De acordo com Invernizzi, Foladori e Quevedo (2017), a composição da agenda científica no Brasil que incluiu a nanotecnologia teve influência da internacionalização da comunidade científica local facilitada por mudanças tecnológicas que marcaram os centros de pesquisa global da década de 1990. Essas mudanças se espalharam desde as universidades brasileiras, que começaram a contar com recursos como a internet e bases on-line de periódicos científicos no período em que o campo da nanotecnologia estava sendo gestado. Acompanhado pela expansão de oportunidades de doutoramento e pós-doutoramento no exterior, o resultado dessa intensificação das relações acadêmicas internacionais e agendas de pesquisa no Brasil convergiu com os centros mais ativos de produção de conhecimento. Outros fatores do estabelecimento do modelo global de conhecimento foram os sistemas de avaliação e recompensa científica, que distinguem publicações em revistas de prestígio internacional, fortalecendo ainda mais os laços com a ciência global. Nesses processos, o campo da NT foi se constituindo de certa forma muito mais próximo e ao alcance dos cientistas locais se comparar com áreas emergentes de antes, o que resultou em uma rápida incorporação da NT nas agendas de pesquisa brasileiras. Isto também explica a concepção de ciência em voga que veio a modelar a lógica da PCTI de nanotecnologia. Uma racionalidade visando a competitividade compartilhada por organizações internacionais, formuladores de políticas e cientistas locais sobre o papel da ciência na inovação e no desenvolvimento formou o campo da nanotecnologia na agenda da CT&I do Brasil (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017; DIAS, 2011). A emulação de modelos de política facilita a inclusão de temas científicos de ponta nas agendas de políticas locais, comportamento relacionado à crescente configuração das atividades de pesquisa em redes internacionais (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017)

Porém, processos de imitação de políticas públicas nem sempre garantem resultados efetivos e são passíveis de críticas. Políticas similares resultam, muitas vezes, em implementações diferentes, com resultados diversos. Afinal, políticas similares são aplicadas em países com notórias diferenças estruturais, institucionais

e de estilos de governo (VELHO, 2011). Ademais, no caso da NT do Brasil, atores políticos ou sociais locais exerceram influência e moldaram a orientação das ações refletindo em caminhos diferenciados de trajetórias se comparados aos países desenvolvidos. Em alguns países latino-americanos, verifica-se que as políticas adotadas têm objetivos centrados na competitividade e compartilham instrumentos como treinamento de pessoal, infraestrutura e cooperação universidade-empresa (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Mas há diferenças de áreas prioritárias nesses países e variados graus de organização das agendas para NT a nível governamental (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014). Além disso, os países estão em estágios díspares de transição para a “economia do conhecimento” e têm competências e capacidades para produzir conhecimentos ligados a contextos sociais distintos (VELHO, 2011). Assim, as delimitações nas adequações de modelos de política se dão pelo fato de que o Estado não age e nem está composto da mesma forma em todos os países, nem dispõe dos mesmos recursos e formatos institucionais. As políticas passam por processos de “tradução” para a realidade local e de “edição” demonstrando como circulam as ideias em movimentos dinâmicos envolvendo a política, atores, instituições e tradições (SAHLIN; WEDLIN, 2008, p. 219). São constituídas, então, “características que dependem das trajetórias internas de cada país, das institucionalidades existentes, das histórias de formação da burocracia e das possibilidades que são apresentadas pelas capacidades que as constituem” (GORDON, 2010, p. 33).

Logo, há certa semelhança na racionalidade política, mas as diferenças se revelam na implementação observadas em instrumentos usados como foco de estímulo e, em geral, nas formas de gestão (ELZINGA; JAMISON, 1995). No que se refere particularmente às políticas com foco na inovação, estudos têm mostrado que os objetivos de tais políticas não se completam em resultados esperados e a emulação de políticas de países desenvolvidos não se concretiza nas condições locais (BAGATTOLI, 2013; DAGNINO; THOMAS, 1999). Dias (2011, p. 33) também pondera que as experiências demonstram que “não basta reproduzir a esmo alguns elementos de determinado contexto”, a considerar que as “características constitutivas da PCT brasileira (ofertismo, vincucionismo, emulação acrítica de experiências) a diferenciam daquelas implementadas nos países ‘desenvolvidos’ e a aproximam dos padrões observados nos demais países latino-americanos”, especialmente se a agenda de pesquisa é controlada pelos mesmos atores.

Contudo, a maior justificativa para países como o Brasil adotarem políticas semelhantes às dos países industrializados é o argumento do "*catching up*", ou seja, adaptações via processos incrementais ou radicais de inovação que podem avançar a competitividade em países em desenvolvimento, alcançando países desenvolvidos (PEIXOTO, 2013; POURIS et al., 2012; SUBRAMANIAN et al., 2012). O exemplo é a Coreia do Sul na "estratégia de chegar à inovação sem passar pela invenção", quer dizer, "orientada desde a cópia até a *inovação*" (ALBORNOZ, 1997, p. 110). Dito isto, na próxima seção está o panorama do desenvolvimento produtivo da NT.

### 3.4 INVESTIMENTO, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES EM NANOTECNOLOGIA

A perspectiva da nanotecnologia de ser uma nova revolução científica e industrial apresenta promessas de resolução de problemas com a potencialização de seus benefícios para os grandes desafios sociais. O panorama tem expectativa econômica expressa em altos investimentos globais (JIA, 2005).

As projeções de mercado global para a nanotecnologia até 2019 são de U\$ 60 bilhões (BCC RESEARCH, 2017), considerando o valor total de um produto que tem nanotecnologia, mesmo que o valor de inclusão da NT seja ínfimo no total. Áreas específicas mantêm previsões altas como a nanomedicina, que conta com estimativas de crescimento de 14% ao ano entre 2017-2022, atingindo U\$ 293,1 bilhão até 2022 (BCC, 2017). Por outra metodologia de aferição de mercado, em que se contabiliza somente o valor agregado de NT, a nanotecnologia tinha a expectativa inicial de alcançar um mercado de US\$ 1,5 trilhões (ABDI, 2010) até 2015. Governos, corporações e investidores privados (capital de risco) investiram 18,1 bilhões de dólares, em 2014, e aumentaram seus gastos em 1,2% em relação aos números atualizados de 2012 (LUX RESEARCH, 2015)<sup>25</sup>.

Bainbridge e Roco (2016, p. 2) destacam que o número de "produtos que incorporaram nanotecnologia como um componente competitivo cresceu cerca de 25% por ano durante os anos de 2000 e 2010 e entre 35 e 40% por ano entre 2011 e 2015." Nesse viés, as novas possibilidades dão conta da "nova indústria do trilhão

---

<sup>25</sup> Informação da Lux Research disponível em <https://members.luxresearchinc.com/research/report/18703>. Acesso: 12/02/2018. Destacamos que a metodologia de cálculo da BCC é diferente da Lux Research, com medições distintas. A BCC mensura apenas o valor agregado da nanotecnologia, enquanto a Lux Research considera todo o valor de um produto ao qual se agregou nanotecnologia.

de dólares” com as inovações formando uma “economia das promessas tecnocientíficas”, conforme menciona Jones (2011, p. 4).

Quanto ao Brasil, o país se encontraria em 18º lugar na produção de nanociência, tendo 1,4% de participação de conhecimento na área (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018). A liderança nesse ranking é da China, com a participação de 24,4% (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018). Há indicadores que apontam que no Brasil “o faturamento das 52 empresas fornecedoras de NT ultrapassa os R\$ 175 milhões, com um crescimento de 27% ao ano” (ABDI, 2018).

Para 2019, a NNI dos Estados Unidos solicitou o orçamento de 1,4 bilhões de dólares em continuidade à política, cujo acumulado em investimentos públicos, desde 2001, está em torno de 27 bilhões de dólares (NNI, 2018, p. 3). Assim, verifica-se que as anunciadas possibilidades de inovação e os impactos prometidos pela nanotecnologia para todos os campos do conhecimento e da economia visam se tornar realidade mediante PCTIs contemporâneas, que objetivam saltos de desenvolvimento. Já governos de países em desenvolvimento, segundo Romig Jr. et al. (2007, p. 1638), destacam a capacidade da nanotecnologia para apresentar “soluções a problemas que pressionam economias emergentes, principalmente, no setor rural”, cujos desafios em geral são de infraestrutura, além de “necessidades médicas e do setor da saúde”.

Vários países, portanto, estabeleceram “a convergência da nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva” como um “objetivo de estado” (WHITMAN, 2007, p. 275). Devido aos impactos que a convergência enquanto potencialidade pode gerar, vários documentos de política apontam para uma 5ª revolução industrial promovida pela convergência da NT com a síntese molecular, resultando em soluções para enfrentamento dos desafios globais como o desenvolvimento de fontes sustentáveis e renováveis de energia, controle ambiental e em inovadores métodos de diagnóstico e monitoramento remoto para o setor de saúde (EUROPEAN COMMISSION, 2004; IBN, 2012; JORDAN; KAISER; MOORE, 2013; NNI, 2001).

Estados Unidos, Japão e os principais países da União Europeia formaram a tríade da nanotecnologia e puxaram o desenvolvimento N&N como uma das prioridades de Estado no início da década passada (GORDON, 2010), mas esta ordem está sendo reconfigurada, como os dados supracitados indicam, com a

entrada da China no cenário (STATNANO, 2016)<sup>26</sup>. Os países desenvolvidos apresentam um setor produtivo competente com alto grau de produtividade, competitividade e de inovação e alargaram suas políticas explícitas para NT ano a ano com investimento de recursos (GORDON, 2010). O Brasil destaca-se pelo pioneirismo no desenho de um programa nacional de nanotecnologia. Outros países na América Latina, apesar de terem colocado a nanotecnologia em alguma prioridade na agenda de PCTI, casos do México e Argentina por exemplo, não criaram uma agenda ou política pública específica em programa nacional tal qual o Brasil (FOLADORI et al., 2015).

A força competitiva da NT se deve ao mercado para este setor que se apresenta promissor. Vários produtos já comercializados empregam nanotecnologia e uma série de pesquisas em nanociência vem sendo desenvolvidas com esse objetivo. Dentre estes estão produtos alimentícios, esportivos, de beleza, fármacos e eletrônicos com elementos manipulados em nanoescala (PEN, 2017). Além disso, a manipulação em nanoescala abre novas capacidades e o surgimento de gerações de produtos que podem levar ao uso da nanotecnologia revolucionária (ABDI, 2010). Dentre essas possibilidades, chamadas disruptivas<sup>27</sup>, estão a geração de nanotecnologia de “nanosistemas moleculares” que se tratam de “conceber novos dispositivos moleculares e de tornar possível sua concepção em nível atômico com a realização de funções emergentes” (ABDI, 2010, p.28). A multidisciplinariedade, outra característica da NT, pode realizar o encontro simultâneo de feitos da química, física, engenharia e biologia, propondo interfaces que resolveriam “relevantes

---

<sup>26</sup> Em publicações, a China já ultrapassou os Estados Unidos. Segundo, as estatísticas publicadas no site StatNano, “cerca de 137.500 artigos de nanotecnologia foram indexados na base de dados Web of Science (WoS) até o final de dezembro de 2016, representando 9,5% de todos os artigos indexados neste banco de dados em 2016. A China tem uma participação de 34%, enquanto os EUA têm uma participação de 16%.” Informações disponíveis em <http://statnano.com/news/57105>. Já os dados bibliométricos dos vinte principais periódicos de nanotecnologia reunidos mostram que os EUA lideram a pesquisa em nanotecnologia até agora. Os EUA contribuíram com 22.067 documentos para as vinte revistas de 2003 a 2013, enquanto que a China publicou 3421 artigos nestas revistas. Informações disponíveis em <https://www.materialstoday.com/nanomaterials/comment/the-nanotechnology-race-between-china-and-usa/>. Essas informações revelam a disputa entre os dois países em N&N. Acesso: 10/02/2018.

<sup>26</sup> “Uma tecnologia é considerada disruptiva se ela pode redefinir a maneira de fabricação de um produto existente, e, assim fazendo, criar um paradigma de produto tecnológico novo ou superior” (ROMIG JR et al., 2007, p. 1637).

<sup>27</sup> “Uma tecnologia é considerada disruptiva se ela pode redefinir a maneira de fabricação de um produto existente, e, assim fazendo, cria um paradigma de produto tecnológico novo ou superior” (ROMIG JR. et al., 2007, p. 1637).

problemas científicos e oportunidades de geração de novas tecnologias” (ABDI, 2010, p. 24).

Por isso, a nanotecnologia tem “extensas fronteiras de oportunidades nas interações dos setores de biofarma, infotecnologia, alimentados pelas grandes áreas do conhecimento” (ABDI, loc. cit.). A área é apontada como fator que vem afetando e vai afetar concretamente ou virtualmente todos os setores da economia e da vida cotidiana. Dentre os potenciais das aplicações estão, ainda, terapias inteligentes para câncer, placas solares mais baratas e a próxima revolução na computação (ABDI, 2010). Empresas já oferecem produtos habilitados pela nanotecnologia com capacidades inovadoras em áreas como detecção de doenças, materiais mais leves e mais fortes, e baterias de última geração (USA, 2011b).

Um dos motivos da nanotecnologia ser vista como revolucionária e fundamental para o futuro diante da degradação da natureza é o seu potencial para remediação ambiental. A potencialidade das nanotecnologias na contribuição à limpeza do ambiente abre algumas perspectivas positivas para tornar a água potável, para a redução de emissão de poluentes no ar, para o desenvolvimento de biossensores para detecção de poluentes e para o tratamento de patogênias (LEINONEN, KIVISAARI, 2010, p.47). Incluem-se ainda neste panorama aplicações de remediação não apenas para limpeza de água, mas também para solos contaminados (Ibidem., p.47). Em estudo sobre a pesquisa de NT em medicina, energia e água na América Latina, Invernizzi et al. (2015) destacam o avanço destas temáticas se encontrava avançando, mas ainda em nível de pesquisa.

a

As expectativas sobre a N&N para o segmento de despoluição se assentam no potencial de performance de várias funções, como a catálise de várias diferentes reações poluentes a partir de uma mesma nanopartícula ou a partir da interação com poluentes hidrófilos ou hidrofóbicos, segundo Karn, Kuiken e Otto (2011). Esses autores destacam que a possibilidade de se construir uma desintegração funcional para nanopartículas ativas, tornando-as benignas após a conclusão da função de remediação, é uma das grandes promessas da tecnologia. Além disso, observa-se o potencial de nanopartículas que destroem um amplo espectro de poluentes e que podem melhorar os sistemas de entrega para injetar nanopartículas em pumas contaminadas de águas subterrâneas. Os avanços de nanoengenharia se desenham revolucionários para remediar locais de depósitos de resíduos perigosos, podendo

ser eficaz para “melhorar a capacidade de alcançar e remediar apenas poluentes e minimizar danos potenciais” (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011, p.174-175).

Assim, a nanotecnologia é acompanhada de distinções disruptivas: “impactos revolucionários da nanotecnologia”, “medicina revolucionária” (EUROPEAN COMMISSION, 2004); “novos materiais revolucionários”, “melhorias revolucionárias na agricultura e no sistemas de alimentação” (NNI, 2016). Invernizzi (2016, p. 93), a partir da análise dos artigos sobre N&N em um periódico de ciência no Brasil, destaca o uso qualificado destes termos, adicionando ainda “mudança de paradigma”, “ruptura” e “revolução industrial”, pontuando que esta “revolução teria como principal objetivo o benefício ao desenvolvimento econômico.” Outra caracterização definidora do conceito da nanotecnologia se refere à sua pervasividade, que é a capacidade de se infiltrar e ser penetrante (SANTOS JUNIOR, 2013). Segundo Gordon (2010, p. 10-11), essa potencialidade se evidencia em diferentes setores e na utilização em áreas tradicionais, possibilitando as “janelas de oportunidade” a partir da “utilização de técnicas disseminadas em muitos ramos da sociedade, podendo interferir em processos e produtos, pessoas e coisas”. Esse potencial revolucionário subjaz em parte em um potencial já em desenvolvimento, e em parte em altas expectativas, dessa tecnologia poder “transformar as indústrias tradicionais de um país, agregando valor e novas funcionalidades, a partir das novas possibilidades existentes através das manipulações em escalas nanométricas” (GORDON, 2010, p. 61). Pode-se ainda criar novas formas de produtos e negócios, gerando nichos inteiramente novos. Portanto, as alternativas se mostram bastante variadas e podem ter resultados diferenciados.

Sob o ponto de vista da realização de testes mais completos sobre impactos no ambiente e em humanos a longo prazo, esta nova corrida competitiva mundial vem se desenvolvendo através de processos e produtos incompletos (AZOULAY, 2014), mas com potenciais benefícios relevantes. Isto por um lado é visto como um problema, mas por outro como uma oportunidade (FERREIRA, 2017). Problema, pois no que tange às nanopartículas ultrafinas, por exemplo, estas podem causar patologias (SCHULZ, 2009). E a oportunidade, segundo um cientista de bionanotecnologia entrevistado, estaria na possibilidade do risco poder ser uma forma de “interagir com o mundo biológico”, ao supor a exploração de “outras propriedades que não seriam possíveis utilizando a biomolécula” e na “possibilidade

de reverter o efeito oxidativo das moléculas percebido em processos de toxicidade” a partir da exploração do risco (FERREIRA, 2017).

Conhecido o caráter das oportunidades atreladas à N&N, na próxima seção abordam-se as implicações embutidas no desenvolvimento da NT. Estas questões não têm a mesma visibilidade que as promessas desta tecnologia emergente.

### 3.5 NANOTECNOLOGIA ENQUANTO TECNOLOGIA EMERGENTE E OS ASPECTOS ELSI E QUESTÕES EHS

A nanotecnologia enquanto plataforma tecnológica emergente impacta amplos setores da sociedade como a ciência, a economia, a saúde e a política, mas o princípio da convergência vai além da multidisciplinariedade. Bainbrige e Roco (2016, p. 16) apontam que significa “uma nova interação e integração de ferramentas” no “ecossistema da pesquisa, produção e sociedade gerando processos inovativos” com novas competências e oportunidades quando “dois ou mais campos do conhecimento precisam se adaptar e inovar ao mesmo tempo.” Essa convergência tecnológica indica um novo paradigma que inclui a NT chamado de Bites, Átomos, Neurônios e Genes (BANGs). Assim, “possibilidades transformadoras se unem a partir de tecnologias da informação, biotecnologias, ciências cognitivas e nanotecnologias” (SANTOS JUNIOR, 2013, p. 65) para gerar novos processos e produtos.

A NT tem um lado de impactos devido ao seu potencial entrópico, imprevisível e não completamente estudado assim como outras tecnologias tiveram (SARAIVA, 2014). Nessa linha, algumas pesquisas vêm indicando que a NT pode ser prejudicial com repercussões, externalidades negativas ou riscos ao ambiente, saúde e segurança (*EHS Issues*) (AZOULAY, 2014; MARCHANT et al., 2009). Além disso, há implicações éticas, legais e sociais (aspectos ELSI) e a lacuna regulatória mandatária global (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014; FALKNER; JASPERS, 2012).

Este panorama perfaz o conhecido dilema de Collingridge, de autoria de David Collingridge (1981), publicado no livro *O Controle Social da Tecnologia*. O dilema aborda o problema de avaliar e regular tecnologias emergentes e inovadoras em desenvolvimento. Tratando-se de um dilema de controle, a formulação posta é a seguinte:

As consequências sociais da tecnologia não podem ser previstas cedo na vida da tecnologia. Com o transcorrer do tempo, consequências indesejadas são descobertas, no entanto, a tecnologia está frequentemente estabelecida como parte do tecido social e econômico, o que torna seu controle se torna extremamente dificultoso. Este é o dilema do controle. Quando a mudança é fácil, a necessidade dela não pode ser prevista: quando a necessidade de mudança é aparente, a mudança tornou-se cara, difícil e demorada" (COLLINGRIDGE, 1981, p. 11).

Em síntese, este dilema vem sendo discutido junto às teorias de governança proativa, que busca processos ampliados, sobre a necessidade de incluir os cidadãos atingidos pelos impactos das tecnologias em abordagens “precautórias, “de participação”, “engajamento”, sendo recentemente “substituídas em alguns lugares pela linguagem da inovação e pesquisa responsável” (GENUS; STIRLING, 2017, p. 1). A falta de dados completos sobre tecnologias inovadoras e arriscadas como a nanotecnologia gera um descompasso entre o conhecimento sobre os impactos e a trajetória de seu desenvolvimento e necessita que o seu avanço seja acompanhado pelo envolvimento público e de acordo com valores sociais, como forma de realizar, conforme problematizam Buckley, Thompson e Whyte (2016), a sensibilização para avaliação antecipatória ética ao exemplo de avaliações de risco. A questão é que “o design (da tecnologia) inevitavelmente vem antes da avaliação ética, pois o design influencia muito a maneira como a tecnologia irá interagir com a sociedade” (BUCKLEY; THOMPSON; WHYTE, 2016, p. 54).

Diante do impasse de definição sobre uma variedade de possibilidades, a tendência é o setor produtivo não divulgar espontaneamente informações para fins de controle (ENGELMANN; ALDROVANDI; BERGER FILHO, 2013, p. 120). Já as empresas que têm posição mais transparente seguem guias de boas práticas voluntárias baseadas em normas facultativas (KEARNES; RIP, 2009, p.2).

Devido às especificidades que a distinguem das demais tecnologias, Saraiva (2014) avalia que a nanotecnologia exige um tratamento customizado para suas questões. Galembeck (2013, p. 1603) refere que a nanotecnologia tem variadas “possibilidades de construção de materiais fascinantes e dotados de conjuntos de propriedades até aqui desconhecidos, a partir da auto-organização de matérias-primas triviais em materiais nanoestruturados.” Tais características avolumam as dificuldades de construir uma moldura regulatória eficaz e eficiente, a começar tanto pela indicação dos riscos iminentes das tecnologias, quanto pelos possíveis riscos desconhecidos que podem ser oportunidades (SARAIVA, 2014). Sugere-se que seja

adotada uma visão de tratamento dos fatos como problemas futuros colocados por uma “ciência pós-normal”, como veremos na última seção deste capítulo.

Reitera-se que, nas novas tecnologias, os riscos e as incertezas são inerentes ao processo inovativo, “e os altos custos são fatores que influenciam a decisão dos empresários de investir ou não em inovação com essas tecnologias (GORDON, 2010, p. 16).” Como fatores administrativos para redução de incertezas estão facilidades de financiamento, compras governamentais, baixo custo de crédito, regulação sobre produtos, entre outros fatores, que podem inclusive serem encadeadores de novas combinações inovadoras nos setores a serem desenvolvidos (GORDON, 2010). O risco da nanotecnologia é invisível e a contaminação ainda é indeterminada para as capacidades dos sentidos humanos (LEINONEN; KIVISAARI, 2010, p. 11-12). Ter noção sobre essas situações previamente pode também representar novas oportunidades. As potencialidades para novos nanoprodutos e a promessa de tratamentos revolucionários devem dirimir dúvidas básicas até mesmo antes da regulação e controle de mercado, começando no laboratório de pesquisa. Observa-se que a fonte da oportunidade e a dos riscos convergem já que são “as novas reatividades das nanopartículas em uma escala que lhes conferem outras diferentes funções do que a matéria em massa tem” (AZOULAY, 2014, p. 20).

Essas problemáticas aumentam o desafio de avaliar tecnologias inovadoras de uma forma mais democrática. Uma das sugestões para dirimir em parte esta complexidade na avaliação é inserir os grupos interessados e afetados pela tecnologia. Segundo Wehling (2012, p. 45), dessa forma pode-se tornar a avaliação “mais eficaz e legítima quando os grupos interessados trazem seus interesses e necessidades, seus conhecimentos e experiências e seus valores normativos.” O conceito de Midstream Modulation, concernente à aproximação de público interessado e potencialmente atingido pelo desenvolvimento de tecnologias às práticas laboratoriais, é uma abordagem que vem sendo amplamente sugerida por estudiosos das áreas emergentes (ARNALDI et al., 2015; DELGADO; KJOLBERG; WICKSON, 2010; FISHER et al., 2006).

Para avaliações técnicas de risco das tecnologias emergentes, as inferências de risco são estabelecidas via nexos causais. No campo das ciências de saúde ambiental, a abordagem da evidência científica questiona fatores de delimitação de risco ou situação de risco (KRIEBEL, 2009). Convenções de inferência causal

englobam não apenas problemas científicos, mas dimensões do dever de agir oriundas de decisões políticas. Segundo Kriebel (2009), neste campo que envolve questões complexas muitas vezes difíceis de controlar apenas com testes laboratoriais, há a responsabilidade social da ação – seja social ou política – em face das incertezas científicas. Assim, a gestão da comunicação da incerteza também se torna componente-chave visto que envolve decisões e a produção de informação.

A avaliação de risco, como conceito organizador, dá significado e direção ao ambiente da regulação. O principal propósito da legislação ambiental, nessa enseada é reduzir o risco das atividades tecnológicas a níveis que sejam demonstrativamente razoáveis (JASANOFF, 2012, p. 133). Os comitês consultivos das agências reguladoras ou comitês consultivos de desenvolvimento de políticas nesse viés atuam para determinar o risco aceitável, sobretudo na tomada de decisões sobre a adequação dos limiares de prova (JASANOFF, 1990b). Ao implementar crescentemente leis ambientais, as agências e órgãos reguladores estão justificando suas ações com base na avaliação de risco disponível, frequentemente feita de forma quantitativa e, no caso da nanotecnologia, ainda restrita. Por sua vez, os cientistas são convocados a suprir as necessidades dos reguladores com métodos confiáveis de detectar, mensurar e representar os riscos para a saúde humana e meio ambiente (JASANOFF, 2012, p. 133).

Por inferir valores pessoais e sociais na decisão sobre aceitar ou não um certo nível de risco, não apenas cientistas e reguladores devem contribuir na problemática das tecnologias emergentes, mas também como reiteram Funtowicz e Ravetz (1997), atores potencialmente atingidos devem ser envolvidos em uma participação ampliada.

Considerando esse cenário das Questões EHS no que tange ao meio ambiente, saúde e segurança, especificamos, a seguir, as questões de riscos da nanotecnologia.

### **3.5.1 Riscos**

Os riscos da nanotecnologia se tornaram notórios com o pedido de moratória pelo grupo ETC, em 2002, iniciando um debate mais concentrado na comunidade científica. Segundo Invernizzi e Foladori (2013), o pedido de moratória abarcava a pesquisa visando forçar a elaboração de protocolos que garantissem a segurança

nos laboratórios. As organizações defenderam a moratória e os sindicatos de trabalhadores elaboraram declarações públicas sobre a nanotecnologia e suas incertezas sobre riscos. Como resposta, a necessidade de pesquisar mais sobre implicações do desenvolvimento desta nova plataforma tecnológica foi reconhecida por um prestigiado estudo de instituições importantes da ciência, a UK National Academy of Engineering Royal Society e a Royal Academy of Engineering, que publicaram um relatório em 2004 (RSRAE, 2004).

O estudo denominado *Nanoscience and Nanotechnologies: opportunities and uncertainties* destacava os possíveis impactos adversos à saúde, meio ambiente e segurança e abordava também questões sociais e éticas, além de considerações sobre regulação e as lacunas de conhecimento sobre perigos, exposição e a ausência de medições precisas (RSRAE, 2004). O relatório apontava em 2004 que havia poucos estudos sobre os efeitos de inalação de nanopartículas manufaturadas e que “evidências sugeriam que algumas nanopartículas seriam mais tóxicas por unidade de massa que partículas maiores do mesmo químico” (RSRAE, 2004, p. IX). Frisava-se que as características das novas nanopartículas diferiam substancialmente das de maior massa e deviam ser tratadas com especial cautela.

Com o documento, se tornaram públicas as preocupações sobre a exploração das propriedades específicas de partículas em nanoescala. Embora técnico e divulgado em um ambiente essencialmente científico, o documento explicitamente afirmava que os nanomateriais tinham “alta reatividade superficial e a capacidade de atravessar as membranas celulares” e que poderiam ter “impactos negativos para a saúde e meio ambiente” (RSRAE, 2004, p. IX). Dessa forma, referia ainda que “as características físicas do carbono e outros nanotubos” podem ter “propriedades tóxicas semelhantes às das fibras de amianto”, (RSRAE, 2004, p. IX). Alertava ainda que “até que novos estudos toxicológicos fossem realizados, a exposição humana a inalar nanotubos em laboratórios e locais de trabalho deveria ser restrita” (RSRAE, 2004, IX). O alarme se referia ainda aos perigos das nanopartículas ultrafinas que podem causar doenças cardiovasculares e pulmonares. Na política brasileira, este alerta foi mencionado em um dos primeiros documentos prospectivos de estímulo governamental ao desenvolvimento da nanotecnologia, em 2004. Esse documento era *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia*, elaborado pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, e, no que tange à regulação, destacava em nota de rodapé que organizações vinham manifestando preocupações “com

relação ao uso e manipulação de nanopartículas” (NAEPR, 2004). Esta referência é uma das primeiras a citar a regulação no início da política de nano do Brasil. Mencionava que:

Recentemente, em 29 de julho de 2004, a Royal Society, a mais prestigiada academia de ciência da Grã-Bretanha e uma das mais prestigiadas do mundo pediu um “freio” na pesquisa de N&N. Sugere o documento apresentado pela Royal Society que o desenvolvimento dessa nova área da ciência seja “guiado por avaliações de segurança e regulamentações adequadas para minimizar qualquer possível risco às pessoas e ao meio ambiente” (NAEPR, 2004).

Para além disto, o documento da Royal citava outras evidências sobre riscos, como o da possibilidade de bioacumulação nos pulmões de ratos expostos a nanopartículas de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>). Baseada neste estudo e alguns anos depois, a agência de saúde ocupacional americana *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) determinou, em 2011, que o TiO<sub>2</sub> ultrafino devesse ser considerado um cancerígeno ocupacional potencial (FOSS HANSEN et al., 2013, p. 566). Surgiram outras medidas como a apresentada no Relatório da Agência Europeia Ambiental (EEA), que recomendou atenção a materiais que são novos, biopersistente, prontamente dispersos ou bioacumuláveis e/ou materiais que conduzem a ação irreversível no corpo humano, a exemplo da indicação do surgimento de mesotelioma causado pela inalação de fibras asbestiformes. Antes disto, a Iniciativa de Nanotecnologia dos Estados Unidos (NNI, 2000) havia citado a necessidade de abordar incertezas sobre os riscos dos nanomateriais (FOSS HANSEN et al., 2013, p. 574).

Outros estudos toxicológicos de nanopartículas encontraram associações com disfunções endócrinas e problemas que podem interferir com o sistema reprodutivo, “particularmente o masculino” (AZOULAY, 2014, p. 9). No meio ambiente, são apontados casos de “ecotoxicidade e biomagnificação”, a partir de evidências de absorção de alguns nanomateriais na cadeia alimentar (AZOULAY, 2014, p. 10-11).

Hess (2010) reitera que a exploração dos nanomateriais sem testes de segurança completos pode estar preparando o terreno para uma exposição tóxica semelhante à que ocorreu na difusão de produtos químicos clorados e outros materiais em gerações anteriores de tecnologia que expuseram trabalhadores a riscos e a graves doenças. Verifica-se que, apesar de haver falta de estudos mais completos e carência de informação e pesquisa sobre riscos da nanotecnologia, há

um série de evidências sobre impactos, efeitos e problemas na saúde e meio ambiente relacionados às nanopartículas.

Os nanotubos de carbono (CNTs), mas não só estes, aparecem como as nanopartículas mais problemáticas. Dentre as razões para a preocupação e a necessidade de controle de disseminação e de exposição, estão que as suas aplicações generalizadas na indústria podem levar a volumes de produção substanciais, aumentando as emissões para os compartimentos ambientais do ar, das águas subterrâneas e do solo (HELLAND et al., 2008, p. 443). O deslumbramento com suas potencialidades, similar às dos nanofulerenos, se deve ao fato de que vêm sendo pesquisadas “como transportadores de fármacos” (...) e assim “a liberação de nanofármacos no ambiente pode ocorrer pela excreção dos pacientes que usarem tais medicamentos ou pelo processo de manufatura dos mesmos” (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 423).

Em grande parte, o potencial disseminador dos materiais em nanoescala se deve à rápida mobilidade no ambiente e nos organismos (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM; 2010). As nanopartículas podem permear espaços muito pequenos na sub-superfície e permanecerem suspensas em águas subterrâneas, permitindo que as partículas viajem mais rápido e eficazmente nos sistemas do que as partículas maiores e de tamanho macro, tendo uma distribuição mais ampla (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011). Além das propriedades dos nanotubos de carbono poderem ser alteradas por processos físicos e químicos em compartimentos ambientais (HELLAND et al., 2008), há problemas de destino de resíduos e transporte que podem se tornar potenciais riscos dependendo do material (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011). As áreas de pesquisa da nanotoxicologia e de estudos visando regulação concentram dados disponíveis sobre a toxicidade de nanopartículas mais comuns como nanotubos de carbono, nanopartículas de dióxido de titânio e cobre, nanoprata, entre outros (RICCARDI; SANTOS; GUASTALDI, 2015). Porém, alertas sobre a gestão dos resíduos indicam que o controle dos descartes e destinos é um desafio (OCDE, 2016). Outro ponto paradoxal é que o “fotocatalisador de dióxido de carbono, principalmente na sua forma anatase, é o nanomaterial mais estudado para a fotodegradação de compostos orgânicos”, resultando em um nanomaterial usado para descontaminação ambiental (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 423).

No caso dos CNTs, evidências já apontam que podem causar câncer de pulmão ao se comportarem como amianto (asbestos) (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010). Há indicações de problemas ainda decorrentes da translocação de nanopartículas para o cérebro através do nervo olfativo e a capacidade das nanopartículas de translocação para a circulação, além da possibilidade das nanopartículas ativarem plaquetas e aumentarem as chances de trombose vascular (HELLAND et al., 2008). A possibilidade de causar inflamação, reação fibrótica e aumento do fator de necrose tumoral são efeitos semelhantes aos causados pela bioacumulação do amianto, com dados que apontam “para uma toxicidade específica relacionada às propriedades únicas dos CNTs” (HELLAND et al., 2008, p.444).

Esse potencial de risco dos nanotubos está relacionado “às propriedades físico-químicas, estrutura, tamanho, agregados e aglomerados, mas principalmente à contaminação com metais ligados ao processo de produção” (CANCINO; MARANGONI; ZUCOLOTTI, 2014, p. 523). Ademais, “a toxicidade dos nanomateriais de carbono está também relacionada com a presença de alguns grupos químicos em sua superfície, como carbonilas e carboxilas, além da morfologia das partículas” (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 423). Segundo Helland et al. (2008, p.448) as propriedades particulares dos CNTs “dependem do processo de produção particular utilizado. Após a síntese, a matéria-prima contém impurezas nanoparticuladas que influenciam a toxicidade das espécies.” A emissão de nanopartículas também apresenta variações, uma vez que “os CNTs podem ter alteradas as propriedades no ciclo de vida do produto, os compartimentos ambientais, humanos e biota podem ser expostos a diferentes tipos de CNTs” (HELLAND et al., 2008, p. 449).

Já estudos com peixes e  $TiO_2$ , que pode ser usado para tratamento de água não potável, mostraram a “diminuição da atividade da enzima ATPase nas guelras e intestino de peixes e, após contato com nanopartículas de cobre, foram observadas lesões nas guelras” (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424). Estudos com CNTs indicaram que esses nanomateriais provocaram a inflamação das guelras e um aumento na produção de muco nos peixes (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010).

Os riscos ocupacionais trazem a tona questões éticas nos ambientes de trabalho. Considera-se que a classe trabalhadora é a que já se encontra mais

exposta aos riscos conhecidos e potenciais da N&N (SCHULTE; BUENTELLO-SALAMANCA, 2007). As situações ocupacionais na manipulação de nanomateriais e a possibilidade de absorção respiratória expõem a um risco latente. Pesquisas na área de saúde ocupacional demonstram que, em laboratórios e indústrias fabricantes de nanomateriais, é muito grande o risco de exposição a altas concentrações destas partículas. É necessário, então, controle rigoroso da qualidade do ar das operações de síntese ao empacotamento das nanopartículas (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010). Tendo como exemplo o quartzo e o amianto (asbestos), que têm “efeitos bem conhecidos sobre a saúde relacionados à dose inalada”, os possíveis efeitos adversos “dependem da medida em que os trabalhadores estão expostos ao perigo” (SCHULTE; BUENTELLO-SALAMANCA, 2007, pág. 1322).

Sobre os impactos químicos em decorrência da maior reatividade das nanopartículas no meio ambiente, Paschoalino, Marcone e Jardim (2010) reiteram que os riscos e as oportunidades emergem devido ao seu tamanho minucioso e revestimentos de superfície inovadores. Neste sentido, as nanopartículas podem ser prejudiciais devido às propriedades fundamentais de agregação e transporte das nanopartículas não terem sido amplamente estudadas (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011). Considerando que os nanomateriais podem se basear em carbono, metais como prata, polímeros, cerâmicas e outros materiais, cada uma dessas classes tem um conjunto de propriedades e potencialmente um perfil de risco diferente (KULINOWSKI, 2016).

O uso de nanomateriais na descontaminação ambiental e para desinfecção indica as formas de exposição de um elemento em nanoescala no ambiente, com destaque para os sistemas aquáticos e as rotas de entrada dos nanomateriais em organismos-receptores (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010). Na sequência, os Quadros 1 e 2 sintetizam, respectivamente, os riscos e as rotas de exposição, e as evidências de risco:

Quadro 1 - Riscos de exposição de determinadas nanopartículas

Principais riscos de exposição de nanopartículas
<p><b>Inalação de nanopartículas:</b> quanto menor a partícula, mais facilmente ela vence as barreiras naturais do aparelho respiratório, sendo depositada e acumulada nos alvéolos, responsáveis pela troca gasosa de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> com a corrente sanguínea. Alguns estudos mostram que a inalação de partículas de TiO<sub>2</sub> da ordem de 20 nm podem causar uma grave inflamação pulmonar. No que tange aos riscos de inalação, localiza-se nesta rota de entrada um consenso de que concentra o maior risco das nanopartículas para organismos terrestres. (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424).</p>
<p><b>Absorção de nanopartículas ao nível celular:</b> pode ocorrer “principalmente em ambientes aquáticos, durante a filtração que organismos aquáticos realizam da água para seu consumo, podendo interferir na sua fisiologia ou habilidade de se alimentar” (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424). Uma vez dentro da célula, as nanopartículas podem gerar estresse oxidativo causando grave disfunção celular. Devido às complexidades inerentes dos diferentes tamanhos e funcionalizações dos nanomateriais, poderão apresentar mecanismos diferenciados de entrada nas células (CANCINO; MARANGONI; ZUCOLOTTI, 2014, p. 523).</p>
<p><b>Absorção por superfícies epiteliais externas e contato dérmico:</b> nanomateriais podem chegar à corrente sanguínea, circulando no organismo, atingindo células e órgãos (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010).</p>
<p><b>Ingestão de nanopartícula:</b> pode ocorrer pelo consumo dos chamados imunorreforçadores que podem conter elementos em forma coloidal, tais como a prata. A ingestão prolongada de nanoprata pode causar a manifestação de argíria, “uma rara doença diagnosticada em casos de abuso de ingestão de sais de prata, causando o escurecimento irreversível da pele” (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424).</p>
<p><b>Contaminação por descarte:</b> limpeza das câmaras de produção, realizada usualmente com solventes ou água, tecidos, escovas e esponjas descartadas após a limpeza. Estes descartes transportam nanotubos de carbono para o fluxo de resíduos, possivelmente tornando-se uma fonte de liberação para o meio ambiente. Outros itens que vão para o lixo, como luvas de mão contaminadas, embalagens ou almofadas de filtro desgastadas, podem dispersar CNTs (HELLAND et al., 2008, p. 442-443).</p>

Fonte: Autora baseada em Cancino, Marangoni e Zucolotto (2014), Paschoalino, Marccone e Jardim (2010), e Helland et al. (2008).

Quadro 2 - Evidências de riscos de determinadas nanopartículas

Evidências
<b>Nanopartículas em cosméticos:</b> estudos sugeriram que “materiais vesiculares usados em cosméticos (50 a 5000 nm) podem penetrar o estrato córneo humano, mas não atravessariam a parte viva da pele” e testes com peixes demonstraram que NMTS podem ser absorvidos via guelras (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424).
<b>Dióxido de titânio:</b> pesquisas com nanopartículas de TiO <sub>2</sub> causaram a diminuição da atividade da enzima ATPase nas guelras e intestino de peixes e, após contato com nanopartículas de cobre, foram observadas lesões nas guelras (PASCHOALINO; MARCONE; JARDIM, 2010, p. 424).
<b>Nanotubos de carbono:</b> Há uma série de estudos sobre efeitos e riscos tanto de nanotubos de carbono de parede múltiplas, quanto os de parede simples, pela grande aplicabilidade comercial em diferentes setores industriais. A luz ultravioleta pode alterar as camadas dos CNTs, como também foi já observado com fulerenos. A funcionalidade dos CNTs pode ser um indicador chave para avaliação de impacto porque exige que se combinem diferentes disciplinas científicas que vão desde a ciência dos materiais até a biologia para a compreensão dos efeitos (HELLAND et al., 2008). Alguns estudos toxicológicos observados em tempo específico e dependentes da dose indicaram que os “CNTs podem causar estresse oxidativo, inflamação, dano celular, efeitos adversos no desempenho celular e em uma perspectiva de longo prazo, com efeitos patológicos como granulomas, fibrose e espessamento da parede celular” (HELLAND et al., 2008, p.450).
<b>Nanotubos de carbono Qdots:</b> são nanopartículas semicondutoras luminescentes amplamente utilizadas em imageamento molecular e sistemas de entrega de medicamentos. Apesar das propriedades físico-químicas de interesse dos Qdots, estudos mostram que os pontos quânticos podem ser tóxicos, uma vez que liberam substâncias químicas tóxicas como o cádmio e selênio, além de geração de espécies de oxigênio reativas em excesso. Entretanto, algumas pesquisas evidenciaram que se os pontos quânticos forem devidamente recobertos com biomoléculas ou polímeros biocompatíveis os efeitos tóxicos podem ser minimizados (CANCINO; MARANGONI; ZUCOLOTTI, 2014, p. 523). Por outro lado, a luz ultravioleta pode alterar as camadas Qdots (HELLAND et al., 2008).
<b>Coloides:</b> dependendo da composição das águas subterrâneas e das condições hidrológicas, certos coloides em nanoescala têm a capacidade de percorrer distâncias inesperadamente grandes no meio ambiente. Eles poderiam formar nanoclusters estáveis nas águas subterrâneas que provavelmente seriam altamente móveis, levando consigo contaminantes de soro de superfície. Essas partículas naturais podem transportar materiais entre zonas redox e facilitar ou inibir o transporte de contaminantes (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011, p. 171).
<b>Óxido de ferro:</b> há estudos in vitro que examinaram a resposta do sistema nervoso central a baixas concentrações de nano-Fe e nanomagnetita e mostraram que essas nanopartículas são levadas para células e produzem uma resposta ao estresse oxidativo (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011). As pesquisas “indicaram um potencial de efeitos adversos para a saúde da exposição e absorção de nanopartículas de óxido de ferro em células de mamíferos” (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011, p. 172). Há ainda relato de efeitos ecotoxicológicos de vários nanomateriais fabricados, incluindo efeitos sobre micróbios, plantas, invertebrados e peixes. Ademais, “estudos de laboratório usando peixes, <i>Daphnia</i> , <i>copépodos</i> e outros organismos mostraram que esses organismos podem absorver algumas nanopartículas fabricadas” (KARN; KUIKEN; OTTO, 2011, p. 172).

Fonte: Autora baseada em Cancino, Marangoni e Zucolotto (2014), Karn, Kuiken e Otto (2011), Paschoalino, Marcone e Jardim (2010), e Helland et al. (2008).

Diante do exposto, ao longo da política há estudos nacionais e internacionais que evidenciaram riscos da NT. Com maior ênfase a estudos toxicológicos, tais abordagens demonstraram que as questões de risco e aspectos ELSI, em menor medida, estiveram presentes na circulação de conhecimento científico e acadêmico sobre nanotecnologia. Kulinowski (2016) refere o aumento da comunidade de pesquisadores que estudam riscos de NT na última década e meia para demonstrar

que as publicações sobre riscos, em que pese o aumento, ainda são poucas em áreas como meio ambiente e impacto na saúde dos trabalhadores. Esta autora destaca que grande parte das investigações sobre nanotoxicologia dá pouca atenção aos produtos de consumo e que ainda se está muito longe da base de conhecimento necessária para o desenvolvimento de ferramentas para a predição do comportamento dos nanomateriais. Diante disto, refere que, como faltam avaliações quantitativas sobre riscos de exposição da maioria das nanopartículas, é mais fácil e comum basear as decisões de gestão dos riscos nos materiais análogos em escala convencional.

Diante desse quadro, a seguir veremos como as questões e as possibilidades de riscos da NT geraram controvérsias e conflitos desta tecnologia na sociedade desde o lançamento das primeiras iniciativas para o seu desenvolvimento.

### **3.5.2 Conflitos sociotécnicos**

Conflitos sociotécnicos em torno de tecnologias ocorreram na esteira do desenvolvimento científico quando consequências indesejadas da C&T chegaram à sociedade. Os alertas sobre a nanotecnologia emergiram devido às incertezas sobre os seus riscos tendo como panorama exemplar os casos problemáticos envolvendo ciência e regulação, como foram a encefalopatia espongiforme bovina (BSE) (*cow disease*), que expôs a regulação britânica ao descrédito, e dos organismos geneticamente modificados (OGMs), bastante contestados especialmente na França (MARCHANT et al., 2009; FOSTER, 2003). Os percalços sobre a credibilidade da ciência no Reino Unido, quando as autoridades regulatórias minimizaram o problema da BSE e isto se tornou um problema de saúde pública, são um marco nesse sentido, conforme aponta Millstone (2009).

As implicações sociais, políticas e econômicas também tematizam uma série de recomendações que vem sendo feitas por uma parte da comunidade científica internacional preocupada com os riscos e impactos (AZOULAY, 2014; FOSS HANSEN et al., 2013; HESS, 2010; INVERNIZZI, 2008; RSRAE, 2004). Problemas envolvendo riscos de tecnologias que se tornaram prejudiciais justificam inquietações sobre efeitos mais graves à população e ao ambiente diante da falta de segurança na condução e administração dos riscos inerentes, como ocorreu com a contaminação das usinas da Chernobyl em 1986 na Ucrânia, outro exemplo, e, mais

recentemente, em Fukushima, no Japão, em 2011 (DORFMAN; FUCIC; THOMAS, 2013). Acidentes recentes como o de Mariana, no Brasil, sob responsabilidade da Vale, que contaminou todo o Vale do Rio Doce e causou efeitos incalculáveis ao ambiente, também contextualizam os riscos na condução de desenvolvimento da tecnologia e a falta de precaução do âmbito empresarial quanto à saúde e segurança de trabalhadores e meio ambiente (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2016). Mesmo em face dos recentes danos causados pela administração de barragens de rejeitos de mineração, o desastre de Brumadinho, em 2019, reiterou esses problemas de causa empresarial.<sup>28</sup>

Reações a riscos de tecnologias são evidentes em posturas políticas nos Estados Unidos e Europa. As paradigmáticas reações públicas sobre os transgênicos são exemplo clássico de rejeição pública na Europa e fornecem indicações sobre a resistência de consumidores, colocando em dúvida a qualidade e a seguridade dos marcos regulatórios de produtos não orgânicos, especialmente sob influência da política estadunidense de tolerância a OGMs (HEMPHILL; BANERJEE, 2015; PELAEZ, 2009). Na Europa, por outro lado, para os OGMs foram estabelecidos nos anos 2000 “mecanismos reguladores que restringiram a sua adoção” (PELAEZ, 2004). Os danos tecnológicos da Bophal e Chernobyl também tiveram influência no maior reconhecimento dos cidadãos para participar de decisões políticas sobre riscos e meio ambiente na Europa (DE MARCHI; RAVETZ, 1999). Esses fenômenos esclarecem sobre os desafios e as lacunas em torno do desenvolvimento da NT.

A nanotecnologia é ainda incompreendida por muitas pessoas embora já se encontre no dia a dia por meio da disseminação de produtos que a contêm. A controvérsia envolvendo a NT, como já mencionado, está relacionada com o tamanho das nanopartículas, elementos potencializadores de usos pela reatividade, e a disseminação crescente devido ao potencial de oportunidade. A partir da reatividade das partículas em nanoescala, a NT pode ser benéfica, mas com potenciais prejudiciais à saúde e ao ambiente. Ao lado disto, há o receio de que a nanotecnologia seja estigmatizada pela reação do público em geral (SARAIVA, 2014). A evidente lacuna de informação em NT, conceituada como “ciência não

---

<sup>28</sup> O rompimento da barragem de Brumadinho, da mesma empresa Vale, causou a morte de pelo menos 115 pessoas e gerou danos ambientais até o momento incalculáveis. Informações baseadas em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47002609/>, Acesso: 10.fev.2019.

feita”, por Hess (2010, p. 185), e a rejeição pública de mercado conforme ocorreu com os pedidos de moratória (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013) demonstram que as inovações apresentam conflitos na apresentação e efetivação de seus processos e produtos (PINCH; BJIKER, 2008). Marchant et al. (2009) argumentam na linha de que tais casos de problemas com tecnologias anteriores justificam a prevenção da NT ser desenvolvida com responsabilidade pública, pesquisas amplas e mais dados, e critérios consistentes de regulação sobre os aspectos controversos. Afinal, a prevenção faz sentido justamente quando elimina o risco baseado em evidências e exemplos tecnológicos anteriores. Outro fator favorável a uma abordagem prudente no desenvolvimento de tecnologias é o Princípio da Precaução, que orienta à atuação precautória em casos de contínua incerteza.

A definição clássica do Princípio da Precaução remete suas origens de relevância nos mais de 20 anos da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (a *Declaração do Rio*, de 1992 ou Rio 92). Segundo Sandin (1999), a essa altura o princípio já contava com diversas abordagens, mas a definição que o Princípio 15 da Rio 92 estabeleceu virou marco. Ao mencionar que “a abordagem preventiva deve ser amplamente utilizada pelos Estados de acordo com suas capacidades”, a cláusula orientava que sempre que existirem “ameaças de danos graves e irreversíveis, a falta de certeza científica total não deve ser utilizada como motivo para adiar medidas de custo efetivo para prevenir a degradação ambiental” (GARNIER; PARSONS, 2017, p. 503). A contradição sobre a dificuldade de aplicação global do princípio na prática, diante da comprovação factual sobre a possibilidade de riscos poder engessar atitudes a precaução, não se sustenta já que consequências e impactos se estabelecem não apenas em curto ou médio, mas em longo prazo. Se o risco é um conceito organizador e direciona a atuação de agências regulatórias, como aponta Jasanoff (2012c, p.133), o propósito da legislação ambiental deve considerar demonstrativo todas as formas conhecidas de mensuração do risco<sup>29</sup>.

Em específico à nanotecnologia, o exemplo mais citado de riscos no que tange a limiares de prova cujas consequências tecnológicas tem espectro de longo prazo em saúde ocupacional são os trabalhadores expostos ao amianto (AZOULAY,

---

<sup>29</sup> É de conhecimento nosso que o Princípio da Precaução se aplica de forma ampla, a riscos ocupacionais, ambientais, saúde dos consumidores, etc. No entanto, sua relevância mais atual no caso da nanotecnologia é o risco ocupacional de trabalhadores.

2014; INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). Segundo Azoulay (2014), já há estudos que apontam que a toxicidade dos nanotubos de carbono os expõe a riscos de desenvolverem mesotelioma. A fibrose pulmonar dos atingidos por esta doença, o chamado pulmão de pedra, é causadora de câncer de pulmão (ABREA, 2015). Por isso, no Brasil, tardiamente, uma série de legislações estaduais estão se atualizando após o banimento do amianto em países como Itália e Canadá, como é o caso do Paraná (ABREA, 2015). Ainda assim, decisões no Supremo Tribunal Federal (STF) fragmentaram o ordenamento do banimento do material no país como um todo, causando diferenças de legislações estaduais e desconformidade com legislações ambientais municipais (ABREA, 2015)<sup>30</sup>. Nesse viés, Engelmann e Hohendorff (2013, p. 673), argumentam, pelo viés do Direito, que “a precaução não é um motivo de estagnação ou bloqueio do desenvolvimento científico, mas, pelo contrário, uma fonte de progresso científico. (...) E deve ser amplamente aplicada também em relação ao meio ambiente de trabalho.”

O Princípio da Precaução, a considerar sua proximidade com a prevenção, é definido, conforme Hohendorff e Engelmann (2013, p. 672), como o que “atua em situações de riscos sem base comprobatória segura” ou existente. Já a prevenção em articulação precautória é estabelecido por medidas preventivas (HOHENDORFF; ENGELMANN, loc. cit.). Ademais, há o Princípio da Informação no corolário da participação e “enquanto pressuposto para a implementação do Princípio da Precaução” (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2013, p. 675). A nanotecnologia, inserida neste viés, tem campo para aplicação por apresentar, em que pese restritas pesquisas, evidências contundentes sobre riscos, o que gera incerteza sobre os seus efeitos, impactos e consequências a longo prazo. Isto exige, segundo os autores, atenção e questionamento, em suma, precaução.

Além disso, o Princípio da Precaução é composto por dois componentes centrais de consideração: deve haver intervenção preventiva em face da incerteza e há necessidade de aumentar a participação do público na tomada de decisão (KRIEBEL, 2009, p. 126). A segurança se torna prioritária em processos de incerteza ao exemplo do aplicado nos químicos em que deve ser comprovado que são seguros. Isto vem estimulando que sindicatos cobrem dois princípios chave para registro prévio de nanotecnologia na Europa em relação aos nanomateriais: “se não

---

<sup>30</sup> Entrevista concedida a esta pesquisa em nome da Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto (ABREA) em 2015.

há dados seguros, não há mercado” e “se não há dados seguros, não pode haver exposição” (PONCE, 2013, p. 197-198).

O Princípio da Precaução, assim, inspira e sugere o tratamento de riscos das tecnologias para que haja regulações locais em casos de incerteza (GARNETT; PARSONS, 2017). No caso europeu, verifica-se que um há um enfoque social já fundamentado na política ambiental, constando no Tratado da União Europeia (JIANG, 2014; EUROPEAN COMMISSION, 2000). Já nos Estados Unidos, a posição é mais solta para impor regramento diante das evidências, mas ainda assim distingue que há “uma política de evidência substancial frente a riscos comprovados”, com o princípio apresentando oposição por representar uma trava ao comércio (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 15). Além disso, o direito de saber está relacionado ao Princípio da Precaução e se apresenta como crucial para a PCTI de NT. Segundo De Marchi e Ravetz (1999, p. 748), o “‘princípio do direito de saber’ primeiro consagrado nas legislações das Comunidades Europeias pela ‘diretiva Seveso’<sup>31</sup> tem sido sequentemente introduzido em regulações relacionados a perigos” e isto tem marcado o panorama europeu sobre a precaução em relação às tecnologias. Esta situação exige informar os “trabalhadores potencialmente expostos ao longo do ciclo de vida dos produtos (incluindo a fase de tratamento de resíduos)” (AZOULAY, 2014, p. 27). Instar o governo e a indústria a manter um diálogo com os trabalhadores e seus representantes durante a criação e implementação de regulamentos visando um diálogo público mais geral com todos os setores interessados é uma estratégia de governança discutida por Azoulay (2014, p. 20).

Saraiva (2014) clama por um modelo ideal de regulação guiado pelo tipo de nanotecnologia que poderá evitar ou minimizar a repetição de episódios conflituosos envolvendo controvérsias científicas do passado. Inclusive indica tirar lições também dos casos “da clonagem, da biotecnologia ou da (energia) nuclear” (SARAIVA, 2014, p. 520). Afinal, é notável o receio da perda de credibilidade e confiança do público na N&N caso persista a lacuna regulatória global e a exposição e disseminação de nanopartículas sem controle (FALKNER; JASPERS, 2012). O desafio está, portanto, em balancear os potenciais benefícios e perigos da tecnologia em dosada atenção

---

<sup>31</sup> Em 1976, a cidade italiana de Seveso teve um acidente químico quando tanques de armazenagem na indústria química ICMESA romperam, liberando vários quilogramas da dioxina, durante a produção de um fungicida. Inicialmente, o acidente foi escondido pela companhia, intensificando a contaminação nesse período da população e causando a morte de animais, entre outros problemas (DE MARCHI; RAVETZ, 1999).

sobre administração das incertezas. Irwin et al. (1997, p.19) definem as incertezas como “a falta de dados ou pesquisas” resultantes de “indeterminações estruturais subjacentes e conflitos nos processos de políticas resultantes das diferentes perspectivas, interesses e racionalidades de grupos envolvidos na regulação.”

Por sua vez, as ONGs e ativistas ambientais e sociais são os atores que dão maior atenção à ética no uso de nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia de informação e ciência cognitiva (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013, PONCE, 2013). Estão entre as críticas destas organizações e também de parte do campo científico que novas capacidades de manipulação do DNA podem emergir com a nanotecnologia e podem levar à discriminação genética (LEINONEN; KIVISAARI, 2010). No campo sócio-político, o surgimento do “*nanodivide*”, como já mencionado, a partir de uma distribuição desigual de riqueza, poderá ser agravado pela concentração de poder de multinacionais, uso de força militar e armas química e biológicas (LEINONEN, KIVISAARI, 2010, p. 46). Os países do Hemisfério Sul podem assumir desproporcionalmente nanoriscos, tornando-se centros de produção de nanoprodutos que os trabalhadores do Norte preferem não fazer, ou se tornarem áreas de despejo de nanoresíduos. Nesse sentido, engajar o público no diálogo sobre medidas e desenvolvimento da tecnologia é reiterado como relevante no desenvolvimento da governança de nanotecnologia.

Dentre os principais representantes do movimento que forçam o debate em outras direções, estão ONGs internacionais como ETC, *Friends of The Earth-Austrália* e o *International Center for Technology Assessment* (ITCA) (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). Esses grupos têm sido pioneiros em reivindicar um enfoque de precaução e regulação, junto a grandes federações de sindicatos, como a União Internacional dos Trabalhadores na Alimentação (UITA), na América Latina, e *European Trade Union Confederation* (ETUC), na Europa (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013).

No Brasil, o ativismo nessa área conta com duas redes acadêmicas de pesquisa sobre este enfoque, que lideram atividades como congressos, workshops, publicações: a Rede Latinoamericana de Nanotecnologia e Sociedade (Relans) e a Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma)<sup>32</sup>. Questões relacionados à potencialização de problemas

---

<sup>32</sup> Os sites das redes são, respectivamente <http://www.relans.org/> e <https://www.nanotecnologiadoavesso.org>.

ambientais, e de saúde e segurança inquietam esses pesquisadores e especialistas no que tange à exposição, manuseio e descarte de nanomateriais apontados no ciclo de vida dos nanomateriais pelos documentos da Royal Society (RSRAE, 2004) e dados mais recentes apresentados pela OECD (2016)<sup>33</sup>.

Nos países latino-americanos percebe-se uma lacuna de preocupação e responsabilidade na previsão política do desenvolvimento da NT na primeira década dos anos 2000, como já mencionado, diante das políticas oficiais publicadas em relatórios da Europa e dos Estados Unidos. Os países desenvolvidos explicitaram em seus planos de governo mais decisivamente e mais cedo a avaliação dos potenciais riscos para a saúde e o ambiente (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). Logo, muitas entidades sindicais internacionais passaram a mobilizar as suas sedes também no Hemisfério Sul, considerando o alerta de exposição dos trabalhadores e por isso precisam estar envolvidos nas considerações de desenvolvimento destas tecnologias (PONCE, 2013). No Brasil, houve um caso exemplar neste sentido. Na Convenção 2012/2014 do Sindicato dos Químicos do Grande ABC, em São Paulo, a nanotecnologia foi inserida em cláusula que a contemplou como tema de discussão, avaliação e proposição de alternativas, sendo o tema atualizado na última versão do documento em 2017/2018<sup>34</sup>. Nessa linha, ressalta-se que, conforme o *Relatório Final da Consulta NanoDelphi*, realizada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em estudo encomendado pela a Presidência da República em 2005, os respondentes da pesquisa tinham clareza de que a fabricação de produtos químicos, incluindo nestes os fármacos, era o setor que mais sofreria “impactos dos desenvolvimentos das N&N, com o maior número de ocorrências nos próximos cinco anos” (CGEE, 2005, p. 25).

Em março de 2018, a Fundacentro lançou a primeira normativa de um órgão governamental para os trabalhadores e trabalhadoras com nanotecnologia. Apesar de ainda incipiente para a avaliação e gestão de riscos de nanotecnologia<sup>35</sup>, a Nota

---

<sup>33</sup> Segundo o estudo, os nanomateriais artificiais estão adentrando aterros sanitários, incineradores e instalações de tratamento de águas residuais que não são projetados para filtrar partículas tão pequenas.

<sup>34</sup> Atualmente há um grupo de trabalho sobre o tema (Cláusula 8) recomendação de inclusão do tema para tratamento da SIPAT (Semana Interna de Prevenção a Acidentes de Trabalho - Cláusula 63). Documento Disponível em <http://www.quimicosabc.org.br/system/uploads/materiais/355/arquivo/convencao-quimicos-do-abc-2017-2018.pdf>. Acesso: 10/02/2018.

<sup>35</sup> Avaliação de riscos em NT consiste na geração de informação científica sobre os potenciais riscos na cadeia de valor da NT a considerar questões das mensurações métricas que definem ou que envolvem os nanomateriais, os níveis e padrões de exposição toxicológica e suas propriedades,

Técnica N.1/2018/Fundacentro esclarece sobre os desafios da saúde e segurança no trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologia (FUNDACENTRO, 2018). O documento recomenda ações para evitar, ou ao menos minimizar, os possíveis riscos advindos da nanotecnologia no Brasil, incluindo as mudanças que envolvem os impactos ELSI no que tange à precarização do emprego. A nota visa o controle ou informação sobre riscos de NT no país, lista os principais elementos de risco dos nanomateriais e dos “efeitos de translocação” e penetração na pele (FUNDACENTRO, 2018, p.6). Também explicita o tamanho das nanopartículas que penetram na pele (5 a 7 nanômetros), referindo o dióxido de titânio presente em bronzeadores. Enquanto medida de controle, o documento sugere a adoção de controle de faixa <sup>36</sup> (do inglês *Control Banding*) (FUNDACENTRO, 2018, p. 6), que consiste em uma técnica usada para orientar a avaliação e gestão dos riscos no local de trabalho (NIOSH, 2013). Esta medida é utilizada quando não se tem uma aferição exata do risco, funcionando de forma precautória e indicando faixas de maior ou menor risco conforme uma aferição mais qualitativa do risco. Estabelece a necessidade de mudanças nas práticas de gestão e organização do trabalho, baseadas no Princípio da Precaução, constituindo um instrumento para ações de proteção ativa de trabalhadores.

O papel desempenhado pelas ONGs e sindicatos tem influência importante por desafiarem na prática o enquadramento comum das complexidades da NT entre benefícios *versus* riscos como inovação nanotecnológica orientada ao mercado. Contudo, apesar de conseguirem considerável visibilidade a questões sociais e a

---

impactos dos elementos nos seus diferentes estados naturais, mecanismos e as complicações potenciais de efeitos perigosos, tendo em vista os níveis de incerteza e variabilidade que podem afetar a saúde humana e o ambiente (EFSA, 2014; WHITE, 2013). Essas informações geram quadros referenciais de avaliação de riscos sobre exame de exposição e toxicidade a fim de gerar a caracterização do risco, apoiados em julgamentos de especialistas, considerando os ciclos de vida dos nanomateriais. Já a gestão de riscos em NT usa estas informações para a tomada de decisão e resolução ou administração dessas questões em quadros integrativos entre avaliação, técnicas e julgamentos de especialistas. Nessa seara, entram as abordagens de priorização dos perigos indicados pela avaliação de risco, valoração das necessidades de pesquisa e de aplicação, o custo-benefício, o risco relacionado aos dados gerados, os *trade offs* na caracterização dos riscos diante dos riscos e benefícios para a saúde e sociedade, e a geração de evidências para medidas e normativas, por exemplo, de proteção ao trabalho (EFSA, 2014; WHITE, 2013). Esse quadro se estabelece a partir do balanceamento entre riscos e benefícios dos nanomateriais em processos que podem ter participação ampliada na tomada de decisão e medidas de plano de *compliance* (EFSA, 2014; WHITE, 2013).

<sup>36</sup> Segundo Kulinowski (2016), este enfoque utiliza informação específica da forma dos nanomateriais e a duração do trabalho que potencialmente expõe o trabalhador, junto com qualquer informação sobre os perigos conhecidos de seus materiais análogos na escala convencional para fazer recomendações de sentido comum para uma manipulação segura.

busca de inserção pública no desenvolvimento e decisões sobre NT, as ONGs acabam sendo pormenorizadas nos processos de governança e nas decisões de políticas públicas, apontam Miller e Scrinis (2009). Autores verificaram que há resistência dos governos ao enfoque societal, enquanto os tomadores de decisão fortalecem, junto com a indústria, o rápido desenvolvimento aplicado da nanotecnologia (QUEVEDO; INVERNIZZI, 2017; FONSECA; PEREIRA, 2014). As ONGs têm dificuldades para fazer valer o Princípio da Precaução e se inserirem na gestão dos riscos da tecnologia, com escasso espaço a essas organizações na governança. Como avaliam Miller e Scrinis (2009, p.409), há pouca “participação legalizada” e “baixo impacto de propostas oficiais de organizações e instituições de saúde, meio ambiente e segurança na governança de temas como NT”.

Invernizzi e Foladori (2013) relatam que o grupo ETC foi uma das primeiras organizações mais incisivas na cobrança de desenvolvimento responsável por NT, com a chamada de uma moratória sobre a venda de produtos nanotecnológicos, em 2002, com base em evidências de potenciais riscos. Em outra ocasião, em 2003, os autores supracitados relatam, o Greenpeace indicou não ter uma posição genérica sobre a nanotecnologia, dada a variedade de aplicações, e destacou os potenciais usos benéficos dessa nova tecnologia. No entanto, expôs preocupação sobre possíveis riscos à saúde e ao ambiente das nanopartículas devido ao pequeno tamanho e novas propriedades, e recomendou uma moratória sobre a liberação de nanopartículas no ambiente. A *Friends of The Earth* (FOE) propôs uma moratória, em 2006, que advogou pela suspensão da comercialização até que um regime regulatório, baseado no Princípio de Precaução e resultante de ampla participação pública, fosse implementado (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). A União Internacional de Trabalhadores da Alimentação, em uma resolução aprovada em 2006, solicitou aos governos e organizações a aplicação do Princípio de Precaução, proibindo a venda de alimentos, bebidas e insumos animais e agrícolas que contivessem nanotecnologia até que sua segurança fosse demonstrada e houvesse uma regulação específica (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). Os EUA têm um caso em que demandantes de pesquisas sobre N&N e meio ambiente, saúde e segurança interferiram no espaço de controvérsia, buscando impedir a liberação de produtos nanotecnológicos (HESS, 2010). Os processos de moratória parcial e previsão de rotulagem foram alguns movimentos que visaram assegurar o direito de informação.

Em suma, verificaram-se reações à possibilidade de exposição da população e do ambiente a “nanopartículas e compostos com repercussões desconhecidas” (SARAIVA, 2014, p. 485). Portanto, a problemática controversa e os conflitos da nanotecnologia podem ser compreendidos nos seguintes eixos. Primeiro, são escassas as pesquisas sobre riscos de produtos e resíduos de nanomateriais ao se comparar com o avanço do lançamento de novos produtos no mercado. Depois, não há estudos e dados suficientes, o que promove um desconhecimento sobre pré-requisitos que organizem as nanopartículas em uma tipologia. Segundo Lacour e Vinck (2011, p. 2), o ISO/TC 229<sup>37</sup> é um escopo inicial útil para uma regulação em nanotecnologia, mas, em arenas de decisão fechadas como se caracterizam as de NT, os especialistas, de antemão, já “são esperados para discutir como criar acordos relativamente consensuais”, afastando demandas controversas e reflexões mais abrangentes sobre implicações éticas e sociais. Chega-se, então, ao terceiro ponto: não existe regulação mandatória que proteja os trabalhadores na cadeia produtiva da NT, sendo este o grupo social mais exposto aos potenciais riscos das nanopartículas (INVERNIZZI; FOLADORI, 2014). Soma-se ainda que a restrição de informações sobre o ciclo de vida dos nanomateriais e a não aplicação do Princípio da Precaução em relação à NT não é considerada prioridade no caso dos nanotecnológicos (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). Portanto, não existe obrigação de rotulagem de todos os produtos de consumo no mercado (HESS, 2010) como já existe para os transgênicos, por exemplo, exceto fragmentadas regulações para rotulagem de alguns tipos de nano-produtos na Europa, como veremos.

Os alimentos transgênicos e a sua posterior rotulagem exemplificam uma controvérsia pública conhecida na Europa que mobilizou perspectivas dos principais interessados, ou seja, dos consumidores e da indústria de alimentos sobre a pertinência da rotulagem. A polêmica foi permeada por enquadramentos retóricos polarizados, com argumentos pró e contra a rotulagem, com pontos de vista similares ao escasso debate da rotulagem da nanotecnologia (HEMPHILL; BANERJEE, 2015, p. 438).

---

<sup>37</sup> A ISO/TC 229 é o comitê de trabalho, criado em 2005, focado em nanotecnologia, em outra iniciativa de organismo internacional.. A International Standards Organization (ISO) propõe “uma ordenação normativa baseada no objetivo de assegurar boas práticas e certificação de qualidade” (BERGER, 2017, p. 96). A regulação é voluntária, ou *softlaw*, e define termos, nomenclaturas, metodologias e modelos de provas, classificação, etiqueta e princípios de segurança para o trabalho, sustentabilidade e gerenciamento de riscos (BERGER, loc. cit).

No debate técnico da nanotecnologia, a regulação é considerada legítima apenas se considerar provas exemplares de exames toxicológicos existentes e não as lacunas de falta de ciência que deve produzir mais dados. Por isso, Hodge, Maynard e Bowman (2014) sugerem uma compreensão mais sofisticada das implicações da linguagem no que se refere à N&N. Estes autores discutem um modelo de debate que traduza os avanços científicos e que compreenda as preocupações da comunidade no desenvolvimento de novas regulações. O problema do enquadre polarizado entre riscos *versus* benefícios é sugerir que os riscos e a segurança podem ser equilibrados contra os benefícios previstos. Isto gera um *trade-off* ou compromisso entre benefícios e riscos a partir da avaliação científica baseada apenas em evidências existentes comprovadas em testes e não abrangendo indicações de riscos (MILLER; SCRINIS, 2009). De iniciativa da OCDE, mas nessa direção, um relatório de 2016 destaca a necessidade de pesquisas que avaliem os possíveis riscos para a saúde humana e os ecossistemas das quantidades de nanomateriais artificiais que estão indo para o lixo doméstico e são descartados no meio ambiente.<sup>38</sup> Essa iniciativa demonstra que as organizações estão, embora ainda escassamente, buscando visibilidade pública ao lançamento de declarações e estudos que abranjam de forma mais completa as problemáticas da nanotecnologia.

Assim, na próxima seção enfocamos os desafios de governança que se tornaram inerentes ao tratamento da NT de forma responsável.

### **3.5.3 Desafios da governança de nanotecnologia**

A governança de políticas de nanotecnologia tem uma série de desafios concernentes às implicações dos aspectos ELSI e dos riscos EHS. Whitman (2007) justifica esse enquadramento devido ao ritmo acelerado de desenvolvimento das novas tecnologias, em avanços que podem afetar em larga escala o progresso nacional e global de um país, incluindo de forma mais significativa os impactos em países não desenvolvidos. Este autor destaca a excessiva retórica política sobre governança que sobressai à implementação prática dos processos e relembra que a governança da nanotecnologia surgiu justamente para abordar as implicações e

---

<sup>38</sup> Documento disponível em <http://www.oecd.org/environment/waste/nanomaterials-in-waste-streams-9789264249752-en.htm>. Acesso: dezembro de 2016.

controvérsias desta tecnologia em uma tomada de decisão ampliada. No entanto, aponta Whitman (2007), os processos de governança de NT ainda têm o Estado como principal agente nos seus arranjos, sendo o proponente e facilitador do desenvolvimento da nanotecnologia.

A governança da nanotecnologia está cercada por outros processos de governança interligados e influentes sobre esse meio, que se refere à governança das redes políticas (SCHENEIDER, 2015) que influem sobre as decisões de políticas de CT&I e a governança de risco, em que se observa como problemática a seguinte situação: a política pública de nanotecnologia tem o desafio de incluir de partida em sua governança política medidas de controle de riscos no início das iniciativas de governo, ou como sintetizam Linkov, Trump e Fox-Lent (2017), devem acoplar a governança de risco à governança política. Além disso, devem se tornar práticas e implementadas as novas abordagens de governança propostas pela pesquisa e inovação responsável, em que se observa a pertinência da reflexividade, antecipação, ampliação ao engajamento público e responsividade na tomada de decisão sobre a tecnologia (BARBEN et al., 2008; COMISSÃO EUROPEIA, 2013; RRI TOOLS, 2019). Contudo, há de se lidar com o apelo à abordagem dos “aspectos sociais da nanotecnologia sob uma retórica de novidade” (BARBEN et al, 2008, p. 980). No relatório brasileiro “Diálogos Setoriais União Europeia-Brasil”, produzido pelo MCTI, em 2014, se projetava o acoplamento da governança de risco à política, mas já tardiamente. Este documento apresentava definições sobre a governança de risco e a governança de inovação, mas colocava a primeira sob jugo da segunda. A primeira era descrita como a que “tem normalmente o objetivo de minimizar os riscos de efeitos nocivos e é, portanto, uma resposta secundária para a inovação” (MCTI, 2014, p. 36). Já a governança da inovação “visa propositalmente influenciar as escolhas tecnológicas, de tal forma que a inovação é direcionada para fins, benefícios e prioridades socialmente acordados” (MCTI, loc. cit.).

A retórica nos pressupostos de tomada de decisão ampliada evidencia a disputa entre discursos da política e da ciência na governança e é outro desafio no panorama delineado. Segundo Jasanoff (2012b), o discurso da regulação de risco que surge em processos de governança, mas não apenas, proporcionou um terreno fértil para a criação de novos rótulos linguísticos cuja função principal é delimitar a fronteira entre ciência e o processo político. Superficialmente neutros, estes termos são carregados politicamente, porque são usados para explicar ou justificar a

alocação de poder e prestígio entre as instituições de ciência e governo em processos de governança de tecnologia. A linguagem especializada é um instrumento estratégico importante não apenas para cientistas e responsáveis políticos, mas para todos os outros grupos de interesse da sociedade, como a indústria e ambientalistas, que têm uma participação na forma como o poder é distribuído entre os centros de autoridade científica e político (WHITMAN, 2007). Além disso, outro fator de disputa nesse contexto é a inserção na participação de diversificados pontos de vista de atores sociais leigos, *stakeholders* com interesses diversos e cientistas críticos oriundos das ciências sociais aptos a interferirem no processo de governança (WHITMAN, 2007; VISEU, 2015; QUEVEDO; CARVALHO; FONSECA; 2018). É através dos conflitos e estratégias retóricas que se chega a lutas simbólicas legitimadoras em termos discursivos. Oudheusden (2014, p. 77) argumenta que esmaecer ou esconder contestações em sistemas de governança pode provocar um comportamento de “não-comunicação” dos envolvidos.

Devido à complexidade, incerteza e a publicidade limitada sobre o que é a nanotecnologia, a abordagem da governança inserida no paradigma da ciência pós-normal é uma abordagem essencial por conduzir a processos, principalmente de avaliação e fiscalização, sobre o desenvolvimento das políticas de nanotecnologia (BARBEN et al, 2008). A ciência pós-normal propõe uma governança específica para o cercamento de questões tais quais a avaliação de risco de tecnologias emergentes (FUNTOWICZ; RAVETZ, 2003, p. 1). É definida como “um conceito de administração de questões complexas relacionadas à ciência” (FUNTOWICZ; RAVETZ, loc. cit.) com a participação de “uma variedade de usuários potenciais e atores interessados na produção de conhecimento, assim como novas organizações” (BARBEN et al., 2008, p. 979). Sobre as peculiaridades da governança de risco, essa corrente reconhece que a ausência de risco não prova a inexistência destes e que há modulação de práticas a partir das constelações de atores, que influem não só na maneira que o conhecimento científico é traduzido em ação, mas também que tipo de conhecimento é produzido (KASTENHOFER, 2011, p. 307). Este enfoque mais inclusivo abre possibilidades para inserção de processos participativos para a solução de desafios da ciência e para a prestação de contas das agências reguladoras de forma mais responsável sobre as suas ações. Aspectos de incerteza, valores públicos e a pluralidade de perspectivas em processos de legitimação são temas negligenciados em âmbitos tradicionais de

políticas (FUNTOWICZ; RAVETZ, 2003). Mas, com a proposição de alargamento da comunidade de pares científicos ou não, cria-se um sistema de referência orientado para a qualidade e a consideração estentendida de fatos com atuação de maior peso na governança de risco, tratando também dos fenômenos da periferia e da margem do objeto de interesse (KASTENHOFER, 2011 p. 314).

Por esta perspectiva, o público interessado é envolvido em decisões públicas. Leinonen e Kivisaari (2010) destacam que, em países europeus, o público consumidor está mais ativo neste tipo de questão do que nos países latino-americanos. No entanto, quanto ao debate de nanotecnologia que os autores analisam, ressaltam que este envolvimento ativo geralmente se restringe a decisões sobre padrões de consumo pessoais, influenciando somente no estágio em que o produto já está à venda no mercado. Leinonen e Kivisaari (2010, p.19) apresentam cinco níveis de participação que ofereceriam diferentes posturas de influência do público em uma governança ampliada. Os níveis são de: a) informação (regulação: envolve população e cidadãos como audiência passiva); b) consulta (consulta públicas: cidadãos como audiência passiva; consumidores); c) participação/envolvimento (workshops participativos: consumidores e cidadãos ativos); d) colaboração (recomendações de comissões de cidadãos: cidadãos ativos); e) empoderamento (rotulagem, decisões conjuntas de grupos preocupados e governo, autorregulação, seguros: consumidores ativos).

No que tange propriamente à governança de risco, a nanotecnologia encontrou na avaliação e na regulação um terreno no qual se enfrentam interesses diversos e, diante da pressão pela democratização de processos, está diante da cobrança por mais participação pública na tomada de decisões. Duas questões problemáticas redundam na governança de risco. Conforme Falkner e Jaspers (2012), a primeira é considerada um fato, ou seja, a incerteza persistente que envolve os riscos potenciais dessas tecnologias. A segunda é uma situação criada por este fato, ou seja, o impedimento da aplicação de abordagens científicas padrões, o que empurra a tomada de decisão regulatória para um sentido mais político do que científico. Como resultado, conflitos comerciais e sociais emergem em arenas de decisão e na regulação internacional, sem decisões definitivas.

Diante da incerteza, a identificação do risco é um desafio para a responsabilidade em relação aos públicos. Nas questões de exposição de trabalhadores, isto inclui a comunicação e aceitação ou não da possibilidade de

riscos, considerando que a processos de identificação e comunicação de perigos e riscos envolvem “os princípios éticos de responsabilidades dos cientistas, não maleficência, autonomia e respeito pelas pessoas, influenciando, nas questões de tomada de decisão, critérios de grau em que os pontos fortes e fracos dos dados são identificados” (SCHULTE; BUENTELLO-SALAMANCA, 2007, p. 1321). Por outro lado, a governança de riscos neste caso vai se deparar com a aceitação ou não de riscos pelos trabalhadores (SCHULTE; BUENTELLO-SALAMANCA, 2007, p. 1321).

A disputa sob um enfoque de *status quo* da autoridade científica também influencia no estabelecimento de uma governança de risco. Nesses casos, “métodos, instrumentos, modelos e interpretações dos cientistas podem ser implacavelmente questionados pela mídia e o público leigo” (JASANOFF, 2012, p. 137). Kriebel (2009) destaca a defesa desse *status quo*, quando os cientistas em geral atuam em prol da permanência e da valoração constante de sua autoridade e visões. Há uma prerrogativa de que os cientistas mantenham a objetividade e que atuem de forma mais próxima do público e dos políticos no contexto de regulação. Além disso, o *lobby* de empresas em relação à regulação é um obstáculo para uma regulação mais equilibrada, especialmente nos Estados Unidos (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016). Ao considerarem o papel de responsabilidade social que têm, reguladores, no campo da ciência, e cientistas estão sob influência da incerteza, mas raramente admitem sua existência (KRIEBEL, 2009). Conforme Saraiva (2014) observa, os cientistas que tem um investimento pessoal de anos num projeto podem ficar com a capacidade crítica enviesada, assim como os reguladores, visto que, como qualquer pessoa, não são imunes a pré-juízos e vieses cognitivos que transportam para o seu trabalho.

Para suprir esses dilemas, a governança de inovação responsável coloca centralidade no conceito de responsabilidade. A União Europeia incentiva através de seus programas-quadro de financiamento e investimento em CT&I o desenvolvimento da pesquisa e inovação responsável (RRI TOOLS, 2019). O estabelecimento de um diálogo social entre ciência e sociedade é, nesse caso, uma indicação para o desenvolvimento da NT e posto na “governança de inovação responsável” como um “novo ‘contrato social’ entre ciência, sociedade e tecnologia” (COMISSÃO EUROPEIA, 2013, p.5). Isto reflete inclusive no debate sobre a regulação quando infere, conforme conceitua Wheling (2012), em demandas de precaução e pesquisas antecipatórias. A dificuldade, segundo este autor, é que

essas questões nem sempre estão explícitas no *design* da política para que de fato se efetivem em etapas contínuas de decisão.

Contudo, países líderes acabaram por influenciar assim outras replicações de políticas a partir de premissas metodológicas e teóricas que delinearão as agendas de pesquisa nos EUA e UE (BARBEN et al., 2008). Mas, como os programas de pesquisa dos diferentes países têm suas próprias especificidades definidas pela política local e as configurações institucionais sociais e acadêmicas, há discrepâncias; no Brasil, o debate público nestas questões no que tange à nanotecnologia é praticamente inexistente (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017).

A governança sobre interesses do agronegócio no país ilustra as desconexões sobre a forma como governos e as sociedades brasileira e europeia lidam com questões de incerteza científica na governança (PELAEZ et al., 2012) e desenvolvimento da RRI. No caso do Brasil, o debate da regulação da NT explicitou que os pontos sobre riscos e regulação vinham sendo sufocados na governança política que não contemplou uma governança de risco desde o início da política de nanotecnologia (QUEVEDO; INVERNIZZI, 2017). Em países desenvolvidos, a responsividade no discurso tende a ser mais intensa, resultante das “diferentes epistemologias cívicas dos contextos” (FONSECA; PEREIRA, 2014, p. 20).

A falta de aderência social às políticas de ciência, tecnologia e inovação não raro revelam problemas políticos de mimetismo de políticas que se reflete em termos de “descontextualização” e “recontextualização” de políticas, especialmente no que tange a aspectos regulatórios, impessoalidade e conflitos para adequação sociotécnica na governança (LOUVEL; HUBERT, 2016). Nessa senda, o campo dos Estudos Sociais da Ciência (CTS), especialmente na América Latina, aborda os reflexos da “profundidade e velocidade da mudança tecnológica, protagonizada pelos aparatos produtivos dos países centrais, e das consequências que estas mudanças geram” (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 1996, p. 40), considerando os problemas que surgem na hora da implementação a nível local da governança.

Por outro lado, decisores políticos se encontram diante de novos regimes de governança inovadores que objetivam promover, pela comunicação, o surgimento de inovações tecnológicas e seus benefícios econômicos (KRABBENBORG; MULDER, 2015). Busca-se, no caso da política em análise, garantir resultados mais desejáveis

ou uma “linguagem política comum, para assegurar um desenvolvimento responsável da nanotecnologia” (FONSECA; PEREIRA, 2014, p. 16).

Considera-se que a não informação traz como desvantagem um contexto de confinamento da discussão em especialistas focado em questões técnicas (LEINONEN; KIVISAARI, 2010, p. 18). Por outro lado, no que tange à ciência pós-normal como solução, o acesso às contendas complexas de inferência de risco da ciência via o conhecimento limiar abarca os fenômenos da periferia e da margem do objeto de interesse, envolvendo um mundo de distúrbios e distorções, imperfeições, erros, incertezas e os limites da investigação sobre a causa em questão (KASTENHOFER, 2011, p. 314). Com enfoque mais inclusivo, essa linha possibilita a inserção de processos deliberativos mais abertos aos reais desafios da ciência produzida nos laboratórios e promovidas em governos. Também possibilita a prestação de contas das agências reguladoras e demais agentes da CT&I na linha da responsabilidade sobre as ações, buscando dirimir as controvérsias.

Potencializar a governança sobre os aspectos ELSI (éticos, legais e sociais – do inglês *Ethical, Legal and Social Implications– ELSI Aspects*) e os riscos (aspectos EHS, ambiental, de saúde e de segurança) em relação à nanotecnologia envolve realizar um balanço entre os conhecimentos do cidadão comum e o profissional de ciência (QUEVEDO; FERREIRA; INVERNIZZI, 2016). Os processos de governança estipulam situações de negociação de diferentes interesses e valores, significados e relacionamentos na rede que se forma em torno da solução de um problema quando a decisão política é compartilhada pelo governo em processos com atores diferenciados (OSBORNE, 2010, p. 10). Nesses processos, a participação democrática das partes interessadas delineia que processos de tradução sejam inclusivos e não mais separados entre científico e social em decisões complexas ou de interesse público (KREIMER; ZABALA, 2007). No enquadramento ético da nanotecnologia, a responsabilidade também envolve um papel de tradução e legitimação de ações públicas em CT&I. Para Fonseca e Pereira (2014, p. 24), isto é especialmente relevante para a tradução da nanotecnologia considerando suas promessas e efeitos, que podem agravar diferenças sociais entre quem tem acesso às melhores tecnologias e métodos de sua produção. Destaca-se ainda o papel das crenças nas instituições, definidas por Hajer e Laws (2006, p. 255) como o conjunto de crenças básicas de instituições ou atores os quais buscam manipular as regras, orçamentos e instituições governamentais para atingir objetivos específicos em

determinado tempo”. Já os valores compartilhados nesses meios se verificam na distinta ordenação da política “que leva ao domínio de uma determinada estabilidade em detrimento de outras originadas de outros valores”, revelando um núcleo de importâncias que determinada ação coletiva produz (Ibidem., p. 256).

De forma mais ampla, um dos problemas que desafiam ainda o estabelecimento de uma governança da CT&I específica ao caso brasileiro é o efeito do déficit científico sobre os modelos de produção de conhecimento. Dagnino (2007, p. 196) aponta a distância do Brasil “do modelo dos coletivos híbridos, da 'co-produção de conhecimento' por meio de relações de envolvimento e compromisso”, em redes “que intervêm ativamente nas atividades de pesquisa, participam dos debates relativos à orientação da pesquisa e à avaliação do conhecimento que tem a ver com seus interesses.” Diante disto, apresenta-se, a seguir, o contexto das políticas de ciência, tecnologia e inovação de nanotecnologia, considerando a posição dos países líderes que influenciaram os principais modelos de política de NT.

Após a abordagem das características, definições, complexidades e desafios da NT, no próximo capítulo recuperamos conceitos e narramos episódios para compreensão de outro eixo fundamental que engloba o objeto da tese: as políticas de ciência, tecnologia e inovação de nanotecnologia.

## 4 POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA

As políticas públicas em geral são definidas como “os propósitos e programas das autoridades públicas” do Estado a partir de quatro elementos centrais: “implicação do governo, percepção de problema, definições de objetivos e processos” (DEUBEL, 2009, p. 26). Ademais “a ação de governo se desenvolve para e através de atores sociais” formais (formuladores políticos, *policy makers*; conselheiros, *advisers’ committee*; atores interessados, *stakeholders*) ou informais (atores interessados, *stakeholders*) e na ação intencional ou operacionalização que tem “um campo de aplicação” (Ibidem., p.26-28). As políticas públicas visam “ao alcance de um determinado objetivo”, podendo ser “constituídas de uma função distributiva, redistributiva ou regulatória e inspirando “o constante debate” (AMABILE, p. 390). Esse objetivo é identificado como a “solução de um problema público” identificado pela “agenda governamental” (KNOEPFEL, 2007, p. 20). No caso da política de nanotecnologias brasileira analisada nesta tese, tem-se uma política pública de ciência, tecnologia e inovação, designada PCTI (VELHO, 2011), que se caracteriza como política setorial.

Nesse capítulo, portanto, são apontadas as teorias de análise de políticas públicas e o desenvolvimento das PCTIs que contextualizam o ambiente analítico do objeto de estudo na seção 4.1. Em seguida, são apresentados os principais elementos dos modelos das políticas de NT dos Estados Unidos, na seção 4.2, e da Europa, na 4.3. Por fim, na 4.4, a situação atual da regulação é apresentada.

### 4.1 ANÁLISE DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I

As políticas públicas, em geral, apresentam uma série de abordagens para compreensão. No que tange a políticas setoriais, caso da PCTI e afunilando mais ainda, da política de NT, estas podem ter características próprias, e neste estudo envolvem questões de ciência, tecnologias, inovação e sociedade. Nesse sentido, nesta seção destacam-se abordagens concernentes ao caráter da política em análise, considerando os aspectos gerais da análise de políticas públicas e as características específicas da PCTI para análise da política pública de nanotecnologia brasileira.

Quanto ao *design* de formulação e implementação de políticas públicas, Meny e Thoenig (1992) definem os enfoques a jusante (*top-down*) e a montante (*bottom-up*). O primeiro considera a decisão tomada a partir do centro de poder como essencial, enquanto a execução estaria na periferia. O segundo estabelece que o ponto de partida situa-se na formulação concreta do comportamento ou a situação que incita a intervenção da autoridade pública. No enfoque *top-down*, há uma hierarquia, em que no ápice estão os decisores, numa progressão até a base, onde estão os executores. Neste contexto, o princípio da eficiência, buscando a otimização de recursos e resultados, é justificativa comum nas políticas (MENY; THOENIG, 1992). Hill e Hupe (2002) postulam que a ação depende de uma série de ligações numa cadeia de execução, com alto grau de cooperação entre os órgãos. O enfoque *bottom-up* tem o ponto de partida situado na formulação concreta do comportamento ou na situação que incita a intervenção da autoridade pública. Observa-se um ponto de contato mais imediato entre o problema e as ações, em que pessoas diversas aos decisores influem na política (MENY; THOENIG, 1992).

Além de uma série de modelos de análise de políticas (processual, institucional, racional, incremental, grupos, elite, escolha pública, etc.) (DYE, 2005), de forma geral e como esquema didático, o estudo das políticas públicas considera as etapas principais de formulação (agenda), execução (implementação), monitoramento e avaliação (KNOEPFEL, 2007). No entanto, como aponta Amabile (2012, p. 391), essa linearidade “não reflete a improvisação caótica que normalmente marca as políticas latino-americanas, passíveis de evolução através da integração de esforços científicos à prática.”

Há políticas que partem de proposição a partir de uma condição específica, e, ainda que os processos possam variar, é conformada em uma decisão inicial, no estabelecimento de orçamento e no envolvimento de atores sociais relevantes<sup>39</sup> e decisores políticos em torno de “janelas de oportunidade” que se abrem para

---

<sup>39</sup> Nessa perspectiva de subsistemas das políticas públicas, no modelo dos múltiplos fluxos (*multiple stream*), as comunidades de políticas são centrais, e se caracterizam como um conjunto de especialistas que atuam numa área específica (ciência e tecnologia, saúde, transporte, etc.) podendo integrar governo, como assessores parlamentares, servidores do Poder Executivo ligados a atividades de planejamento, orçamento, ou a áreas funcionais. Os especialistas “podem integrar consultorias, grupos de interesse ou universidades, em organizações estatais ou não. Em comum, os especialistas compartilham preocupações com relação a uma determinada área de política” (CAPELLA, BRASIL, 2015, p. 64). Os subsistemas são compostos por tais atores e instituições “reunidos em grupos mais ou menos coesos, que se especializam e direcionam seus esforços para algumas questões específicas em relação a uma política” (CAPELLA, BRASIL, 2015, p. 58).

determinadas ações a serem implementadas (KINGDON, 1995, p. 20). Segundo Kingdon (1995, p. 166), essas ocasiões para lançamento de iniciativas ocorrem por curto período, com os atores aproveitando as vantagens dessas oportunidades para a solução dos problemas a partir de concepções já existentes cujos resultados “dependem de um *mix* de elementos presentes e como esses elementos serão integrados”. A conformação da agenda a partir da influência do orçamento pode ser promotora ou limitadora de ações, acompanhando a performance da economia do país. Para Meny e Thoenig (1992), a partir da agenda, se tem o impulso inicial à atuação das autoridades públicas, que vão administrar segundo as circunstâncias.

A implementação é explicada por três enfoques, um alinhado à abordagem racional, outro mais pluralista e um terceiro misto. Meny e Thoenig (1992) descrevem a implementação como o momento em que são gerados atos e efeitos a partir do marco normativo de intenções, textos ou discursos. É nesta fase que se possibilita maior transparência acerca do padrão político e decisório adotado pelo Estado. Os burocratas da administração pública aqui são agentes da base dentro da execução governamental (WILSON, 1995). Hill (2005, p. 13), ao examinar a natureza do poder e o Estado, destaca a necessidade de envolver proposições dominantes, o que estabelece relações de poder que muitas vezes não estão explícitas, com questões encobertas que se transformam em condição na manutenção da política pública. Dessa forma, política pública é muito mais do que a interação dos políticos, envolvendo um amplo jogo social, diminuindo o alcance da afirmação de que os políticos diretamente relacionados têm muito mais influência sobre o processo político do que outros atores indiretos. Edelman (1995, p. 26) observa, em termos de política simbólica, a dificuldade de desenvolver o enfoque de políticas públicas com interface regulatória, já que “os recursos tangíveis e benefícios não são frequentemente distribuídos para grupos de interesse não organizados”, como em tese se aponta em “alguns estatutos regulatórios e ou propaganda de engajamento.”

Ao abordarmos a política de NT brasileira, tratamos de uma política estratégica setorial, definida como PCTI. Assim discutida por Léa Velho (2011, p. 133), a PCTI, na análise sobre seus paradigmas, distingue a “ciência como motor do progresso”, “ciência como solução, causa e problemas”, “ciência como fonte de oportunidade estratégica” e “ciência para o bem da sociedade.” Nesse sentido, a de se considerar no nível global de inserção de uma PCTI “similaridades existentes no

nível da racionalidade da política e de alguns instrumentos adotados” dos sistemas nacionais de inovação na gestão pública de CT&I (Ibidem., p. 132).

Sob o enfoque dos estudos críticos na América Latina com referência a expoentes como Amílcar Herrera, Jorge Sábato, entre outros, é necessário contrastar a realidade face às políticas modeladas pelos países desenvolvidos.<sup>40</sup> Ideias de neutralidade da ciência e determinismo de C&T condensam visões triunfalistas e essencialistas na política de ciência e tecnologia (PCT), sob a “crescente influência da Economia da Inovação, (...) tanto no âmbito acadêmico quanto naquele da elaboração de políticas públicas” (DIAS, 2011, p. 317). Dias (2011, p. 326) critica tratar como sinônimos a PCT e a política industrial por “subestimar a abrangência da PCT, uma vez que implicitamente destaca o papel das empresas em detrimento dos outros atores sociais envolvidos com a política”, a exemplo das universidades e institutos públicos de pesquisa, movimentos sociais, ONGS, etc.

Arelada aos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia (CTS) e ao denominado Pensamento Latino-americano em CTS (PLACTS), a PCT se desenvolve num quadro em que a “ciência estaria se tornando cada vez mais tecnológica e a tecnologia mais científica” com “escassa adequação em relação à realidade latino-americana” (DIAS, 2011, p. 323; DAGNINO; DIAS, 2007, p. 375). No caso do Brasil, PCT significa “o conjunto de ações para a área de C&T” com condicionantes centrais do controle da agenda da “ciência”, em que as ações visando o desenvolvimento de C&T são dirigidas por uma “pluralidade de atores e interesses”, com forte articulação do papel político da comunidade de pesquisa<sup>41</sup>, o ator dominante, e, em menor, medida, dos interesses industriais. Isso acarreta em “blindagem da agenda por parte dos atores dominantes”, com priorização de temas a serem escolhidos pelo governo ou pelos decisores políticos no desenvolvimento das políticas públicas de um setor (DIAS, 2011, p. 322; DEUBEL, 2009). Nesse sentido, as prioridades de temas e problemas trabalhados por um governo revelam a sua verdadeira agenda, a despeito, no caso das PCTs brasileiras, da desatenção

---

<sup>40</sup> Conforme os pensadores que fundaram o PLACTS sobre os estudos de CTS, os modelos comuns de tentativa de alcançar os países desenvolvidos em termos de C&T é um equívoco por não considerar “formas tradicionais ou alternativas de produção de conhecimento técnico e científico” locais, que poderiam representar estratégias mais interessantes para o desenvolvimento de países como o Brasil (DAGNINO, DIAS, 2007, p. 382).

<sup>41</sup> A comunidade de pesquisa é formada por profissionais envolvidos com atividades científicas, tecnológicas e acadêmicas (DAGNINO, 2007).

que recebe em relação a outras políticas em termos de orçamento (DIAS, 2011; DEUBEL, 2009).

Não obstante o quadro apresentado, politicamente, a ideia de oportunidade promoveu a mobilização de empenhos científicos, industriais e econômicos para o desenvolvimento da NT como política pública. Verificou-se isto na Iniciativa de Nanotecnologia dos Estados Unidos (NNI, 2000), na Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN, 2012) e em estudos das políticas da Comissão Europeia como o enfoque do documento do plano *Nanotechnology: the invisible giant tackling Europe's future challenges* (COMISSÃO EUROPEIA, 2013).

Assim como a convergência integra o ramo do potencial científico da nanotecnologia, a “oportunidade” se conecta a ela quando aplicada “a soluções para desafios sociais importantes da próxima década, incluindo acelerar o progresso nas tecnologias emergentes fundamentais e criar novas indústrias e empregos em suas fronteiras e interfaces” (BAINBRIDGE; ROCO, 2016, p. 211). O viés da oportunidade da NT passou a exercer um papel de destaque no mundo dos negócios e investimentos com a ação das agências de fomento públicas e privadas.

Ao se tornar interesse estratégico dos principais países no início dos anos 2000, a nanotecnologia é vista como foco da nova corrida de competição econômica no mundo com potenciais benefícios sociais (SARGENT JR, 2016). É se justificando neste argumento que as políticas públicas, sob diferentes estágios, procuraram incorporar políticas de N&N e também novas formas de governança para acompanhar o desenvolvimento desta tecnologia emergente.

Diante disto, na próxima seção aborda-se a principal política pública de NT que impulsionou que outros países também lançassem as suas ações.

## 4.2 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DOS ESTADOS UNIDOS

As origens do quadro de políticas de C&T se relacionam à valorização da estruturação dos laboratórios nos Estados Unidos, no pós-guerra. Com a indústria armamentista se tornando superprodutiva cientificamente, o capital de conhecimento começou a ser invertido para pesquisa sistemática aliando instituições públicas e privadas para expansão a níveis industriais (BUSH, 1945). Alcançou-se grande desenvolvimento técnico, capaz de produzir aplicações em massa não só para sustentação de conflitos, mas, posteriormente, para produtos cotidianos. Esse

período impulsionou a utilização da ciência para fins habituais, aproximando os produtos de laboratório à vida diária da população. O relatório *Science – the endless frontier*, de Vannevar Bush, de 1945, é referido como grande incentivador do desenvolvimento econômico a partir de aplicações via complexificação e aplicação das ciências básicas. Dias (2011, p. 327) cita que “o relatório elaborado a pedido do presidente Franklin D. Roosevelt e entregue ao seu sucessor, Henry Truman, em 1945” forjou uma racionalidade para o apoio de governo às atividades de P&D após o fim da II Guerra Mundial, além de ter criado retórica sobre o valor da C&T na sociedade moderna.

No caso específico da emergência científica da nanotecnologia, o contributo histórico dos avanços estruturais da ciência no pós-guerra se conectou com as novas possibilidades técnicas criadas pela manipulação em nanoescala. No entanto, as similaridades entre este contexto e a nanotecnologia não são diretas. Em seu lançamento, a NNI (2000, p.22) apontava a necessidade do país adequar suas instalações de infraestrutura “igual a que existe em qualquer lugar do mundo.” Ou seja, a situação estadunidense se diferencia das revoluções tecnológicas do pós-guerra em que nitidamente liderava. Apresentava, no caso da NT, o objetivo do país se associar a outros países de maneira “mutuamente benéfica pelo compartilhamento de informações, pesquisa cooperativa e estudos de jovens pesquisadores dos EUA em centros de excelência estrangeiros” (NNI, 2000, p. 22).

O anúncio, em 2000, da Iniciativa Nacional de Nanotecnologia, pelo então presidente Bill Clinton, é considerado o marco zero das políticas para a inserção da nanotecnologia como política de Estado nesse tema. De partida legislativa, Anderson e Slade (2013) destacam no desenho da NNI duas questões fundamentais. Primeiro que o Ato de Pesquisa e Desenvolvimento para o Século XXI (O Ato) “estabeleceu uma fundação legislativa para um acordo institucional”, a NNI no caso, “responder ao desafio de coordenação federal de investimentos em atividades de P&D em nanotecnologia” (ANDERSON; SLADE, 2013, p. 448). Essa peça desenhada tinha o objetivo explícito de ser implementada por uma rede política no subsistema de P&D. Em segundo lugar, o “Ato previu um foco para o discurso de valores públicos em torno da política de P&D em nanotecnologia nos Estados Unidos, com *input* de *stakeholders* da área de NT de uma variedade de instituições de governo, acadêmicas e industriais” (ANDERSON; SLADE, loc. cit.).

O lançamento da NNI foi importante para a política científica daquele país e mundial, entretanto não foi a primeira ação de Estado. No Reino Unido em 1988 havia um programa ligando a Iniciativa Nacional de Nanotecnologia ao então Departamento de Comércio e Indústria<sup>42</sup> (JONES, 2011). Mas ressalta-se que o argumento da NNI como pioneira na visão da nanotecnologia como corrida competitiva global fornece elementos à análise da força de um projeto político-econômico concreto com um investimento projetado inicial de 270 milhões de dólares em 2000 e quase dobrando para 495 milhões de dólares em 2001 (NNI, 2000). Afinal, o papel dos Estados Unidos na promoção da nanotecnologia estabeleceu de maneira central competições nacionais, levando ao crescimento de programas de financiamento e influenciando Europa, Ásia e países em desenvolvimento a entrarem na concorrência tecnológica.

Quando o governo dos Estados Unidos lançou a política de NT em 2000, as demais nações, incluindo países da União Europeia e Brasil, realinharam nessa direção agendas de políticas em uma sequência internacional que vem colocando prioridade estratégica nesta nova plataforma de desenvolvimento. Desde 1996, representantes de várias agências discutiam estratégias para a nanotecnologia no país (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008, p. 2207). O primeiro desenho do plano estadunidense ficou pronto em 1999 e buscava lançar as bases para um programa de desenvolvimento cujos maiores resultados devem surgir em 2020 (NNI, 2000).

Na ocasião de lançamento da NNI, em 21 de janeiro de 2000, no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), o presidente Bill Clinton justificou o dobro do orçamento para 2001 em NT, no valor de 500 milhões de dólares. O argumento apresentado foi que a nova iniciativa era uma prioridade de ciência e tecnologia *top* pelas possibilidades inovadoras que a manipulação da matéria em nível atômico e molecular apresentava (NNI, 2000). A inovação estava relacionada diretamente ao estabelecimento da infraestrutura de pesquisa por meio de medidas políticas. Isto fica claro quando é mencionado que medidas seriam “financiadas para metrologia, instrumentação, modelagem e simulação, e instalações para usuários”, cujo objetivo era “desenvolver uma infraestrutura facilitadora flexível para que novas descobertas e inovações *pudessem* ser rapidamente comercializadas pela indústria dos EUA”

---

<sup>42</sup> Do original: “(...) in the UK, for example, the Department of Trade and Industry’s Link Nanotechnology Program National Initiative on Nanotechnology began in 1988” (JONES, 2011, p. 3).

(NNI, 2000, grifo nosso). A estratégia era ter vantagem competitiva no mercado global (NNI, 2000).

Com a criação de oportunidades interdisciplinares críticas, a participação na NNI incluiu a Fundação de Ciência Nacional, o Departamento de Defesa, o Departamento de Energia, os Institutos Nacionais de Saúde, a Aeronáutica Nacional, a Administração Espacial e o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia do Departamento de Comércio<sup>43</sup>. Além disso, o documento oficial da iniciativa ressaltava que aproximadamente 70% do novo financiamento proposto eram para pesquisas baseadas na universidade para atender a crescente demanda de trabalhadores com habilidades em ciência e engenharia em nanoescala (NNI, 2000).

Embora em menor medida, 5,65% do montante de investimentos (28 milhões de dólares) foram previstos para o eixo de Implicações Éticas, Legais e Sociais e Trabalhadores. Investimentos sobre segurança dos nanomateriais para saúde e para o ambiente tiveram aumentos no orçamento da NNI passando, por exemplo, dos 2,8% de 2006 para 6,6% em 2011 e 10% em 2016. Os outros eixos da NNI que receberam mais investimento público em NT em 2001 foram Pesquisa Fundamental (170 milhões de dólares), Grandes Desafios<sup>44</sup> (140 milhões de dólares), Centros e Redes de Excelência (47 milhões e 71 milhões de dólares), Infraestrutura de Pesquisa (50 milhões de dólares e 80 milhões de dólares) (NNI, 2000). Sob o arcabouço da NNI, vários documentos sequentes para atualização da política foram produzidos e estão disponíveis no repositório da Fundação Nacional de Ciência (2018)<sup>45</sup>. Estes estudos também incluem avaliações, workshops, documentos de Congresso, relatórios e seminários da NNI envolvendo temas de implicações sociais (NNI, 2016; PCAST, 2008; ROCO; MIRKIN; HERSAN, 2010; SARGENT JR; 2016).

No que tange à regulação, uma Ordem Executiva do Presidente, emitida por Barack Obama em 2011, enfatizava a importância de regulamentar a NT com base na melhor ciência disponível. Esse documento defende a regulamentação e segue

---

<sup>43</sup> Do inglês: “National Science Foundation (NSF), the Department of Defense (DOD), the Department of Energy (DOE), National Institutes of Health (NIH), National Aeronautics and Space Administration (NASA), and Department of Commerce’s National Institute of Standards and Technology (NIST)” (NNI, 2000).

<sup>44</sup> Tratam-se de “pesquisa interdisciplinar e equipes de educação que buscavam atingir objetivos maiores de longo prazo” incluindo temas como “Nanomateriais *‘by design* – mais fortes, leves e duros, auto-reparadores e mais seguros”, “Nanoeletrônica, optoeletrônica e magnéticos”, “assistência Médica”, “Processos em Nanoescala e Ambiente”, “Energia”, “Micro materiais para o Espaço”, “Bio-nanodispositivos para Detecção e Mitigação de Ameaças para Humanos”, “Transporte Econômico e Seguro” e “Segurança Nacional” (NNI, 2000).

<sup>45</sup> Disponível em <https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/>. Acesso: 9/02/2018.

um enfoque por medidas de regra a partir da ciência e dos dados disponíveis em NT. O mandado explicitava a intenção de incluir princípios relevantes para a promoção de uma abordagem baseada em ciência para regulamentar nanomateriais e outras aplicações da nanotecnologia de forma a proteger a saúde humana, o meio ambiente e a segurança, concluindo que “os nanomateriais não deveriam ser considerados ou identificados como ‘intrinsecamente benignos ou nocivos na ausência de evidências científicas de apoio e a ação regulatória *deveria* basear-se em evidências científicas” (KIM; CORLEY; SCHEUFELE, 2017, p.318-319, grifo nosso).

A NNI explicitou algumas ações voltadas a responder as questões de risco da NT, portanto, estipulando no seu primeiro documento e discutindo ao longo da primeira década questões visando incertezas e implicações, incluindo a intersecção com agências reguladoras (FOSS HANSEN et al., 2013). O papel dos reguladores e da regulação também são demarcados. O contexto regulatório do país se destaca por algumas conduções de questões de iniciativa da EPA, a agência ambiental dos EUA (*United States Environmental Protection Agency - US EPA*), para regular todos os produtos de nanotecnologia, proposta que estava em consulta pública em 2016 (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016). Segundo Jasanoff (2012b), a ciência é passível de ser objeto de desconstrução, mas a legitimidade das decisões reguladoras estadunidenses depende da justificação racional e da investigação científica, e de termos econômicos e jurídicos. Quanto ao papel dos reguladores de agências, eles devem, indica Jasanoff (2012b), eventualmente, e normalmente fazem em alguma medida, apresentar ao público uma justificativa científica convincente para lidar com ações de riscos tecnológicos, organizando os dados de apoio de pareceres e rejeitando evidências contrárias. Esta reconstrução pública da base científica para a regulação é uma das principais responsabilidades das agências. Nesse sentido, a autoridade da ciência é questionada quando os cientistas de regulação são chamados a participar da formulação de políticas, considerando que a tomada de decisões administrativas muitas vezes requer uma sondagem das áreas de maior indeterminação na ciência (JASANOFF, 2012b, p. 104).

Na atuação das agências, tem-se um contexto de formulação e implementação política da nanotecnologia. Além da EPA, a agências de alimentos e medicamentos (*Food and Drug Administration – US FDA*) tem papel de destaque nas questões de controle e na regulação existente sobre NT. Embora não haja uma

regulação mandatória, específica e global sobre NT, as agências integram a política e divulgam informações sobre riscos e aspectos ELSI, interagindo de forma mais efetiva com a política, mas também “com postura política, em relação à regulação de nanomateriais, reflexa dos produtos químicos em geral” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 9).

Quanto aos aspectos gerais da regulação na EPA, um modelo citado globalmente, esta recaiu no corpo legal do *Toxic Substances Control Act* (TSCA). De modo mais específico, nos EUA há apenas guias de regulação *softlaw* (voluntárias) como as da NIOSH (*Occupational Safety and Health - OSHA*), a agência para Saúde Ocupacional, que classificou, por exemplo, o dióxido de titânio como potencialmente cancerígeno para os trabalhadores e apenas em alguns estados do país (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016). Quanto à regulação *softlaw*, alguns países a praticam na perspectiva das boas práticas e, em outros países, existe regulação específica em alguns setores (MARCHAND; ABBOTT, 2013; ROLLAND; SCHOOLS, 2013). Portanto, *softlaw* se refere à lei que “não é formalmente vinculativa, mas pode, no entanto, exercer influência significativa sobre o comportamento” (SHAFFER; POLLACK, 2010, p. 1).

Por outro lado, Kim, Corley e Scheufele (2007) enfatizam que historicamente a cultura interna da EPA é liderada por advogados, com engenheiros e cientistas sendo considerados atores periféricos, demarcando um caráter judicial da regulação estadunidense e, diante da demanda crescente de produtos, com pouco poder de resposta regulatória. Ainda assim, a EPA protagoniza um conflito interno no país entre agências de regulação por “pretender considerar todos os nanomateriais como novas substâncias que requerem pré-registro antes de ingressar no mercado” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 14). A disputa é com o Executivo e a Secretaria de Comércio, que “impulsionam uma política menos exigente, voltada aos interesses das corporações químicas” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p.14). Nos mecanismos de *softlaw*, para as empresas colaborarem e oferecerem informações para as agências, tanto a EPA como agências do Reino Unido e da Austrália se deparam com a ausência de colaboração das companhias. Nessa linha, Foladori e Invernizzi (2017, p. 118) observam que isso “afetou a elaboração de medidas para proteger trabalhadores e consumidores”, criando barreiras para a “homogeneização de políticas regulatórias” que facilitam “o movimento internacional de mercadorias, criando dessa forma obstáculos para a difusão das inovações.”

Em 2007, o Conselho de Política Científica da EPA emitiu o Livro Branco de Nanotecnologia, em que descreve questões de ciência balizadoras que a agência deve considerar. No documento, é ressaltado que a EPA precisará de informação científica sólida gerada por atividades de pesquisa e desenvolvimento dentro das agências governamentais, academia e setor privado para abordar a nanotecnologia na tomada de decisões ambientais. A EPA possui seus próprios laboratórios de pesquisa e também financia pesquisas acadêmicas e usa informações científicas de outras fontes para apoiar suas decisões reguladoras. O posicionamento da agência enfatiza repetidamente que “a ciência é a base da tomada de decisão da EPA” (EPA, 2007).

Um documento base integra a FDA e a EPA como entidades representativas no *Subcomitê em Ciência em Nanoescala, Engenharia e Tecnologia*<sup>46</sup> (NSET). Trata-se da *Iniciativa Nacional de Nanotecnologia (NNI) – Estratégia de Pesquisa em Meio Ambiente, Saúde e Segurança*<sup>47</sup> (USA, 2011a), de autoria do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – Comitê de Tecnologia, ligado à Casa Branca. Esta iniciativa estratégica visando examinar os riscos, originalmente de 2008, foi atualizada nesta versão de 2011 e descrita como uma das prioridades científicas do então governo de Barack Obama. Os investimentos nesta estratégia somavam em 2011 “mais de 14 bilhões (de dólares) em pesquisa e desenvolvimento desde 2001” (USA, 2011a, p. 2). A estratégia recebeu orçamento para pesquisa ambiental, de saúde e segurança, passando dos 37,7 milhões de dólares em investimentos, de 2006, para 123,5 milhões de dólares em 2012. Com riscos e incertezas citados na perspectiva dos avanços em nanotecnologia para produtos, este documento mencionava que o objetivo era o desenvolvimento responsável da NT, o que “requeria a maximização dos benefícios em paralelo ao entendimento e gestão dos riscos relevantes” (USA, 2011a, p. 2). O documento expressava uma série de premissas sobre NT, as intenções na produção segura e diretrizes implementadas.

A FDA tem processo de regulação *softlaw* em que as empresas podem informar voluntariamente os dados de produção e oferece recomendações, pesquisa e fiscalização (FDA, 2015). Neste sentido, a agência provê ciência e informação sobre os produtos a serem regulados. Essas medidas são guias de regulação da

---

<sup>46</sup> Do inglês “National Nanotechnology Initiative: Environmental, Health, and Safety Research Strategy.”

<sup>47</sup> Do inglês “Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology (NSET).”

nanotecnologia e demarcaram uma nova etapa evolutiva na agência estadunidense. Pela complexidade transversal da tecnologia, foi criada uma estratégia de regulação, em que pese a estrutura geral de funcionamento do órgão se manter (FDA, 2015). Quanto à tradição operativa da FDA se basear em princípios legais e executivos, a posição desta agência é diferente da EPA por que a primeira “considera que os critérios de avaliação que utiliza para os químicos se aplicam aos nanomateriais” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 14). A regulação praticada pela FDA<sup>48</sup> parte de um viés científico proeminente e está caracterizada por uma regulação parcial, na qual a agência reguladora pode interferir na liberação e fiscalização de um nanoproduto a partir de critérios regulatórios quanto à qualidade e os efeitos, não são específicos à nanotecnologia. O desenho de mecanismos de estado (*mechanism design*) para regulação conta com uma coordenação efetiva e hierárquica desde a NNI/EHS. Embora a FDA tenha encaixado o seu plano de regulação em nanotecnologia em uma perspectiva de regulação estatal *softlaw*, é ancorada em memorandos e relatórios que tratam de questões relativas a questões EHS e aspectos ELSI. No entanto, a regulação não é mandatória (FDA, 2015).

Quanto à estrutura de atuação, para tentar escapar de um maior risco de captura<sup>49</sup>, uma das questões que se destacam é o empenho científico da FDA em produzir informação científica própria em uma infraestrutura coordenada de ações desde o órgão governamental federal de Ciência e Tecnologia. A agência contava com 9300 funcionários e orçamento, em 2012, de 4,36 bilhões de dólares (FDA, 2015). A estruturação do Plano de Pesquisa em Ciência Regulatória de Nanotecnologia da FDA, de 2013, abarca quatro áreas que preveem treinamento de equipe e desenvolvimento profissional (FDA, 2015). Há ainda o núcleo laboratorial, Programa de Oportunidades Colaborativas para Pesquisas de Excelência em Ciência (CORES) e a coordenação da pesquisa em ciência regulatória em

---

<sup>48</sup> Informações sobre a FDA coletadas no portal oficial da agência, a partir do site principal do projeto em nanotecnologia disponível em <http://www.fda.gov/ScienceResearch/SpecialTopics/Nanotechnology/default.htm>. Consulta em junho e julho de 2015.

<sup>49</sup> A Teoria da Captura caracteriza-se quando os agentes de regulação estão sujeitos à cooptação por parte dos *stakeholders* ou interesses privados (FIANI, S.n.t). Ademais, a captura pode ser orquestrada pelo governo, o que ocorre quando “uma das autoridades (*principals*) consegue impor sua função objetivo sobre as demais” na regulação (SALGADO, 2003, p. 14). Também se torna essencial evitar a fragmentação de ações para escapar da captura que ocorre quando “a supervisão está limitada a um único aspecto ou segmento do mercado” (OCDE, 2007, p. 20). No entendimento de Vicusi, Vernon e Harrington (1992), a agência reguladora vai ser controlada pela indústria ao longo do tempo e isto deve ser considerado sempre.

nanotecnologia pela FDA incluindo fundos para programas e suporte a atividades de outras fontes de recurso (FDA, 2015).

Quanto aos casos de NT e por ser *softlaw*, a regulação de nanoprodutos parte também da vontade da indústria e a posição da FDA é mais de balizadora e de órgão procurado para certificar do que propriamente o órgão com vistas a ser burlado. No entanto, como a regulação não é mandatória, a agência disponibiliza uma série de manuais guias para que as empresas produzam seus nanoprodutos dentro das prerrogativas da FDA. Caso haja problema, a rede de fiscalização agirá (FDA, 2015).

Como colocado desde a NNI, a regulação da FDA somente acontece sob aspectos cientificamente comprovados. Ou seja, produtos que não tenham sido foco de testes e que venham a apresentar efeitos toxicológicos a longo prazo podem estar sendo comercializados sem avaliação. Por outro lado, a estratégia da FDA de colocar publicamente objetivos de regulação e expor interesses durante um período de chamada e consulta pública sobre produtos registrados na agência evita um risco maior de captura oriunda de interesses tratados em instâncias ocultas ou arenas fechadas. A chamada pública para comentários é feita por, no mínimo, 60 dias e visa com que os potenciais afetados pela regulação sejam ouvidos e opinem.

A Ordem Executiva 13563 (USA, 2011b) fornece linhas de atuação sobre regulação e avaliação para a EPA e a FDA. É destacado nas diretrizes a missão do sistema regulatório geral dos EUA de proteger a saúde pública, o bem-estar, a segurança e o meio ambiente. A indicação é que isto seja baseado na melhor avaliação científica disponível, permitindo também a participação pública em um intercâmbio mais aberto de ideias. A promoção da previsibilidade e a redução de incertezas estão entre os princípios do documento (USA, 2011b, p. 3821). Assim, as experiências e diretrizes nas agências estadunidenses EPA e FDA suportariam a tese de que negociações entre agentes reguladores, cientistas, produtores e entre cientistas e outros atores da sociedade civil são chaves para a transparência e o entendimento do processo de regulação e de aconselhamento científico de decisões em políticas públicas (JASANOFF, 1990, p. 234).

A exemplo dos Estados Unidos, o bloco da União Europeia também elegeu a nanotecnologia como uma prioridade de políticas de CT&I.

### 4.3 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DA UNIÃO EUROPEIA

Há mais de 20 anos a nanotecnologia e a nanociência (N&N) constam em documentos estratégicos da União Europeia (BARAN, 2016). A política de nanotecnologia na União Europeia foi mais concretamente implementada de forma organizada em 2004 e está alinhada com a Estratégia de Lisboa<sup>50</sup>. A partir deste marco, uma série de ações em sequência e planos foram lançados enfocando a nanotecnologia com recursos sendo destinados pelo programa quadro multianual da UE chamado *Research Framework Programme* (FP). No FP6 (2002-2006), os fundos chegaram a 1,4 bilhões de euros e foram destinados a mais de 550 projetos em N&N (EUROPEAN COMMISSION, 2007). O *7th Research Framework Programme* (FP7 2007-2013) teve 50,5 milhões de euros, com 3,46 milhões de euros dedicados ao tema *Nanosciences Nanotechnologies, Materials and New Production Technologies – NMP* (SOLDATENKO, 2011). O *Horizon 2020 - The EU Framework Programme for Research and Innovation* é outro programa de financiamento atualmente em vigência<sup>51</sup>.

Em 2004, a Comissão Europeia lançou um relatório chamado *Towards a European Strategy for Nanotechnology* destacando os empenhos científicos na área naquela década, em referência a ações ainda dos anos 1990, e traçando objetivos e perspectivas para planos no século XXI (EUROPEAN COMMISSION 2004). No documento, o então comissário europeu de pesquisa, Philippe Busquin, apontava a necessidade de recursos humanos especializados, desenvolvimento de infraestrutura na perspectiva de polos de excelência, criação de empresas baseadas em conhecimento para que o potencial revolucionário da nanotecnologia pudesse abrir novas trajetórias de produção por meio da inovação, em especial, de *start-ups*,

---

<sup>50</sup> A Estratégia de Lisboa é uma estratégia da UE, aprovada no Conselho Europeu extraordinário de Lisboa, em Março de 2000, e relançada no Conselho Europeu da Primavera de 2005, sob o impulso da Comissão Barroso. Os objetivos apresentados são um maior crescimento econômico e de mais e melhores empregos, sendo por isso também conhecida como Estratégia para o Crescimento e o Emprego. Essa ação visa a ambição da UE de ser um modelo de progresso econômico, social e ambiental para o resto do mundo. Competitividade, inovação e desenvolvimento de C&T são prioridades. Informações disponíveis em <http://www.eurocid.pt/>. Acesso: 1 de junho de 2017.

<sup>51</sup> O relatório informa ainda que “em contrapartida, a contribuição da Comissão Europeia foi de cerca de 120 milhões de euros no FP4 (1994-1998) e 220 milhões de euros no FP5 (1998-2002). Ao longo de seu período, o FP6 representou quase um terço da despesa pública total da Europa para N&N. As despesas globais em N&N, tanto públicas como privadas, no período 2004-2006 foram de cerca de 24 bilhões de euros. A Europa conta com mais de um quarto deste total mundial, com o financiamento da Comissão Europeia representando diretamente 5-6%” (COMISSÃO EUROPEIA, 2007, p. 3). Informações pesquisadas em <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>. Acesso: 1 de junho de 2017.

*spin-offs* e pequenas e médias empresas. Era referido ainda que as indústrias existentes reconhecessem o potencial da NT para não perderem competitividade.

O comissário afirmava ainda que se deveria manter vigilância “para resolver inconvenientes da nanotecnologia e assegurar que a pesquisa fosse desenvolvida de maneira responsável” (EUROPEAN COMMISSION, 2004). Assim, a estratégia europeia apresentava sessões específicas de “integração de dimensão societal” e “saúde pública, segurança, meio ambiente e proteção ao consumidor” (EUROPEAN COMMISSION, 2004).

Em 2005, a Comissão Europeia anunciou um documento mais detalhado, chamado *Nanosciences and Nanotechnologies: Action Plan for Europe 2005-2009*. O relatório de análise da primeira fase de implementação entre os anos de 2005 e 2007 destacou o potencial da nanotecnologia em “impulsionar a qualidade de vida e a competitividade industrial na Europa” (EUROPEAN COMMISSION, 2007, p. 1). Neste estágio, relatava-se a necessidade de desenvolvimento de infraestruturas interdisciplinares, condições apropriadas para o uso seguro e efetivo da nanotecnologia, e o compartilhamento de entendimento sobre a responsabilidade dos pesquisadores dentro de um panorama ético. Segundo Soldatenko (2011), esta iniciativa foi seguida pelo relatório sobre a Consulta Pública Online *Toward a Strategic Nanotechnology Action Plan (SNAP) 2010-2015*. Ambos tinham o objetivo de assegurar uma governança eficiente para o desenvolvimento e o uso da nanotecnologia com a estruturação e coordenação com “consultas regulares aos estados-membros da União Europeia e todos os atores interessados” (EUROPEAN COMMISSION, 2007, p. 12).

Outro objetivo da governança do plano de ação europeu era estabelecer em sentido amplo a *European Research Area* (ERA) para a N&N. A ERA consistiu no conjunto de todas as atividades de P&D, programas e políticas na Europa envolvendo uma perspectiva transnacional. Visou-se aumentar a circulação, competição e cooperação por meio das fronteiras, com programas de financiamento relacionados às agências europeias e empreendimentos. O que oportunizou que redes e centros de excelência fossem criados a nível europeu e pan-europeu (SOLDATENKO, 2011, p.2).

Segundo Gordon (2010), a política da Europa se baseou em uma estrutura na qual a relação entre nanotecnologia e *start-ups* é priorizada como dinâmica inovativa para NT. Criticamente estabeleceu-se uma “relação estrita entre o conhecimento

científico e a transferência para as indústrias, algo próximo de uma visão linear” (GORDON, 2010, p. 68). Ou seja, esse modelo europeu foi concebido muito próximo do modelo *science based* no que tange às *start-ups*, ancorado em fundos que chegaram, entre 2007 e 2008, a uma previsão de soma total de mais de 1 bilhão de euros.

Ademais, regulações e medidas políticas sobre riscos de NT na UE sustentaram alguma atenção a essas problemáticas na concepção de políticas sobre a NT (PONCE, 2013). Na Europa, a postura política de regulação também obedece uma lógica seguida na regulação dos químicos no que se refere aos nanomateriais e está sob os trâmites da autoridade o regulamento REACH – *Registration, Evaluation, Authorization e Restriction of Chemicals*. Observa-se que embora o Princípio de Precaução seja parte da legislação europeia, o REACH não se refere a ele (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 14). Dentre os parâmetros para uma regulação da UE, o MCTI pontuou que:

A Segunda Revisão Regulamentar Relativa a Nanomateriais, da Comissão Europeia – COM (2012) 572 Final – tem o objetivo de fornecer dados para a adequação e aplicação da legislação da União Europeia aos nanomateriais. O documento trata dos assuntos essenciais para o início da discussão em torno da regulação e da regulamentação para a área de nanotecnologia, que são a definição de nanomateriais, os mercados de nanomateriais, as utilizações, os benefícios, os aspectos de saúde e de segurança, a avaliação de riscos, bem como as informações e bases de dados sobre nanomateriais. Além disso, de acordo com o Regulamento CRE (Certificação, Rotulagem e Embalagem), é obrigatório que substâncias introduzidas no mercado europeu, entre elas os nanomateriais, sejam notificadas à Agência Europeia das Substâncias Químicas (ECHA) de acordo com classificação referente ao período independente de sua tonelagem (MCTI, 2014, p. 6).

EUA e Europa defenderam em seus programas iniciais de NT a avaliação das implicações sociais, éticas e políticas e dos riscos, mas é na Europa que há medidas mandatárias para rotulagem e informação toxicológica de alguns nanomateriais. Em entrevista, integrante do conselho da política de NT brasileira destaca a diferença da visão europeia em relação à dos EUA, conforme sintetiza:

(...) existe uma diferença na postura regulatória, na UE e nos EUA (...) se a gente pudesse resumir: de acordo com os europeus, na hora de regular, é ‘culpado até que se prove inocente’ e para o americano ‘é inocente até que se prove a culpa’. Então na postura do americano tudo vai para o mercado, agora se acontece um problema depois vai ser penalizado. A postura europeia é da precaução, não, vamos cuidar antes para não...mas daí também às vezes trava um pouco mais porque regula mais (ENTREVISTADO 4, 2017).

Além disso, o foco no engajamento público foi abordado mais ativamente pelos decisores políticos europeus. Essas iniciativas lideradas por governos ou parlamentos, a nível regional, nacional e europeu, marcam assim uma “visão europeia”, conforme refere Fonseca e Pereira (2014, p. 17). Caracteriza-se esse viés como um perceptível agrupamento de diferentes campos de pesquisa, tais como avaliação de tecnologia, envolvimento público e estudos de laboratório que podem “fornecer informações ‘integradas’ para a modulação de inovações de N&N” (FONSECA; PEREIRA, 2014, p. 17), determinando um *cluster* diferenciado de governança das tecnologias emergentes que podem vir a integrar futuras preocupações e *feedback* público nas micro e macro decisões em P&D.

Diante deste panorama, a seguir é tratada a situação atual da regulação de NT.

#### 4.4 A SITUAÇÃO ATUAL DA REGULAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia ainda não conta com um quadro regulatório global harmonizado mandatório e específico aos nanomateriais. Assim, a maioria dos países estão utilizando marcos legais já existentes, aplicáveis aos químicos para regular os nanomateriais, conforme apontam Foladori e Invernizzi (2016). Estes não distinguem as especificidades da matéria em nanoescala. Ademais, regramentos *softlaw* como os estipulados pela ISO, no Comitê Técnico 29, e pela OECD, no Grupo de Trabalho em Nanotecnologia foram elaborados contemplando métodos e medição de exposição de nanomateriais. Várias publicações desses organismos internacionais sobre determinados nanomateriais estão disponíveis, incluindo declarações e clamores por realização de mais completas pesquisas sobre NT no que tange aos riscos (AZOULAY, 2014). No entanto, a geração de documentos desse tipo é muito menor em relação a quantidade de novos nanomateriais e as aplicações que entram no mercado (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 13).

Nessa linha de regulação voluntária, outras “instituições têm tomado a vanguarda na elaboração de guias de segurança laboral para monitorar a saúde dos trabalhadores e de sugerir regulações mais estritas para nanomateriais específicos em determinados produtos” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 13). Nesses casos estão inclusos as iniciativas da CDC (Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health),

e grupos de empresas como a Dupont. A Dupont tem um programa privado de autorregulação desde 2007 a cargo da própria empresa, que prevê um código de conduta em nanotecnologia (BERGER, 2017). Em parceria com a organização Environmental Defense, a empresa conta com um programa de avaliação e administração de riscos da nanotecnologia voluntário (WHITE, 2013).

Os dois blocos formados pelos debates e decisões dos EUA e da UE sobre regulação são importantes em termos globais tanto para o comércio entre os continentes, quanto na influência em termos globais para outros países como o Brasil. Conforme Foladori e Invernizzi (2016), além de englobarem duas lideranças centrais na pesquisa e produção em nanotecnologia, as definições destes dois países visam ser utilizadas em negociações do mercado internacional. Portanto, qualquer diferença nessas regras dificulta e trava o fluxo comercial. No entanto, como os conceitos de regulação do TSCA Chemical Substance Inventory (TSCA-US EPA) e do REACH são “moldados pela atividade política”, há diferenças “entre a declaração dos conceitos e a forma que estes se aplicam” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 10). Ademais, verificam-se diferenças bem específicas nos blocos dos EUA e UE já no tratamento dos químicos e na aplicação de controles específicos que operam sobre a NT. Por exemplo, na UE os “químicos produzidos em grandes quantidades requerem informação toxicológica para ingressar no mercado, enquanto nos EUA não requerem” (Ibidem., p. 11).

Como já mencionado, o quadro legal referência para os nanomateriais nos Estados Unidos está sob a tutela do TSCA da agência EPA e na União Europeia do REACH. Há casos de ajustes específicos aos nanomateriais, mas, embora os nanomateriais possam ser interpretados como novos químicos, como no caso do REACH, “não há uma normativa explicitamente diferente porque se considera que a geral aplicada aos químicos é suficiente” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 10). Mas há alteração, já que os nanomateriais são substâncias químicas com propriedades físico-químicas e biológicas desenvolvidas “diferentes da mesma matéria em tamanho maior, o que pode levar a considerar os nanomateriais como substâncias químicas discretas e diferentes dos mesmos materiais em tamanho maior” (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 11). A partir do REACH, iniciativas mais atualizadas visando uma harmonização da regulação específica aos nanomateriais são encontradas no projeto *Registration, Evaluation, Authorization, Categorization and Tool to Evaluate* (REACT NOW), da Dinamarca, focado em países do norte

européu (FOSS HANSEN, 2017). Outro projeto de relevância, é a iniciativa NanoDesk, entre Portugal e Espanha, para testes e geração de protocolos de segurança do trabalho no setor de plásticos (CORDEIRO, 2017). Conforme Cordeiro (2017), este projeto é a tentativa de criar bases de dados mais confiáveis sobre nanomateriais, impactos e riscos.

Nos Estados Unidos, uma situação regulatória aparece com ares mais mandatória (*hardlaw*) em uma classificação de nanomateriais chamada "significant new use rule" (SNUR), exigindo-se um pré-registro no TSCA. Foi com o objetivo de recolher dados adicionais sobre as substâncias químicas existentes, fabricadas em escala nanométrica, que a agência ambiental estadunidense EPA implementou a regra de novo uso significativo (SNUR). Assim, informações adicionais de substâncias químicas devem ser fornecidas para efeitos de revisão regulamentar complementar da EPA. Quando a utilização proposta do produto químico tem significativamente seu uso inicial alterado, a avaliação muda. Esta ferramenta reguladora tem, até agora, registrado vários tipos de nanomateriais, incluindo os nanotubos de carbono de parede única e multicamadas. As empresas que pretendam fabricar, importar ou processar novos materiais em nanoescala à base de substâncias químicas listadas no inventário da agência de químicos estadunidense devem enviar o aviso para registro SNUR à EPA pelo menos com 90 dias de antecedência (FOSS HANSEN et al., 2013, p. 569).

O problema é que, em geral, equipes técnicas reguladoras não têm fôlego para dar respostas rápidas e muitos produtos acabam chegando sem avaliação de segurança ao mercado, só voltando a serem analisados se houver registro de danos. Outro problema, segundo Foladori e Invernizzi (2016, p. 13, grifo nosso), é que a falta de regulação mandatória mais abrangente faz com que “a determinação de riscos e toxicidade *caiam* nas mãos de juízes em contendas jurídicas.” Além do Princípio da Precaução não ser amplamente considerado, outro diferencial da postura regulatória estadunidense, em relação à União Europeia, é que a política de evidência substancial frente a riscos comprovados é administrar o risco com os direitos de propriedade sendo prioritários na postura política (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 15). A avaliação de risco é guiada pela postura custo/benefício econômico e a informação toxicológica não é obrigatória quando não há dados (“*no data, no harm*”), considerando-se inválido o critério de evidência baseada no perigo (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 15).

Em síntese, nos Estados Unidos, as agências reconhecem riscos, mas os instrumentos específicos de regulação (avaliação pré-mercado e autorização, monitoramento pós-comercialização e rotulagem, *recalls* de produtos e notificação de eventos adversos) variam e dependem de características individualizadas. Mas há limitação de autoridade legal em cada agência. A FDA delimita regulações para cosméticos e alimentos e a EPA, por meio do TSCA, para químicos (FALKNER; JASPERS, 2013).

Em termos regulatórios, a União Europeia adotou cinco instrumentos mandatórios (*hardlaw*) isolados para controle dos nanomateriais cobrindo as áreas de Cosméticos (Regulação da EC N.1223/2009)<sup>52</sup>, Informação sobre Alimentos (Regulação da UE No. 1169/2011 para Provisão de informação aos Consumidores sobre Alimentos)<sup>53</sup>, Restrição do Uso de Determinadas Substâncias Perigosas em Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (Diretiva 2011/65/RC Recast)<sup>54</sup>, Descarte de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (Diretiva 2002/96/EC Recast)<sup>55</sup> e Biocidas (Adotada em 2012 sob responsabilidade da Agência de Químicos Europeia)<sup>56</sup>.

---

<sup>52</sup> A regulação inclui provisões específicas para nanomateriais. No artigo 2, o nanomaterial tem uma definição que o incorpora como material insolúvel ou biopersistente na escala entre 1 e 100 nm. A regulação entrou em funcionamento em 1/01/2013. Os fabricantes devem notificar com a identificação do nanomaterial (tamanho, propriedades físicas e químicas) contido nos produtos cosméticos, além do perfil toxicológico, dados de segurança e condições de exposição. O regulamento prevê um catálogo publicamente disponível de todos os materiais usados nos cosméticos colocados no mercado, para que fosse feita avaliação a partir de 2014 (artigo 16). Para rotulagem, os ingredientes na forma de nanomateriais deverão estar indicados claramente na lista de ingredientes, seguidos da palavra “nano” entre parênteses (PONCE, 2013).

<sup>53</sup> Uma segunda edição do texto entrou em vigor em julho de 2011 agregando a rotulagem, apresentação e publicidade sobre gêneros alimentícios e a rotulagem para a tabela nutricional. A regulamentação determinou que todos os ingredientes presentes na forma de nanomateriais deveriam constar na lista dos ingredientes seguidos da palavra “nano” entre parênteses (PONCE, 2013).

<sup>54</sup> Segundo Ponce (2013), o Comitê de Meio Ambiente, Saúde Pública e Segurança Alimentar do Parlamento Europeu emitiu um relatório final sobre a Recast em 2/06/2010. Este texto incluía a definição de nanomateriais, a proibição de nanoplata, e nanotubos de carbono de multi-paredes longas em equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE), a necessidade de notificação sobre todos as aplicações com nanomateriais em EEE à Comissão dentro de 24 meses, a avaliação pela Comissão da segurança do nanomaterial base do EEE e a rotulagem nos equipamentos dos nanomateriais que podem levar à exposição dos consumidores. As provisões não foram aceitas pelo Conselho. O Conselho adotou a Diretiva Recast em 27/05/2011, incluindo a provisão de nanomateriais que considerava a evidência científica disponível e o Princípio da Precaução, a restrição de substâncias perigosas incluía qualquer substância muito pequena ou com uma diminuta estrutura interna ou superficial (nanomaterial) que pode ser perigosa por causa das propriedades relativas ao tamanho e estrutura e recomendava a substituição por alternativas mais ambientais o que assegura que o mesmo nível de proteção aos consumidores seja examinado.

<sup>55</sup> A redação de um segundo texto foi adotada em 19/02/2012 e determinava que os nanomateriais exigiam o controle de possíveis riscos à saúde humana resultantes do descarte de EEE contendo nanomateriais. A seletividade no tratamento para materiais e componentes de lixo EEE foi considerada necessária para produtos contendo nanomateriais e constou em emenda do Parlamento

O enfoque regulamentar da UE está mais inclinado ao Princípio de Precaução, embora o REACH não o cite. No caso das evidências de perigo, a postura é analisar uma substituição ou em caso de dúvida entender como risco, com a avaliação de risco segundo critérios de custo/benefício econômico, porém essa regra nem sempre é usada (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 15). A informação toxicológica é obrigatória, seguindo o princípio “*no data, no market*”, com os direitos de propriedade prioritários, mas não tão explícitos nas negociações (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 15).

Segundo Ponce (2013), no decorrer dos anos, a UE apresentou uma governança em nanotecnologia fragmentada. Há diferentes dimensões nas abordagens da Comissão Europeia, Parlamento Europeu e Estados-Membros. O alto nível de divergência institucional entre as três esferas dificulta a harmonização na União Europeia, embora, como já mencionado, a UE tenha uma abordagem mais avançada quanto às implicações de questões societárias, avaliações de risco e impacto e a busca de um enfoque integrado de segurança e responsabilidade (EUROPEAN COMMISSION, 2007, p. 2).

Sintetiza-se que a Comissão Europeia (CE) optou por uma abordagem incremental de regulação baseada em uma legislação aplicada a nanomateriais

---

Europeu aceita pela CE. A diretiva nesta segunda edição entrou em vigor em agosto de 2012 (PONCE, 2013).

regulatório apresenta ainda provisões para rotulagem, requerendo que seja indicado o nome de todos os nanomateriais contidos em produtos biocidas com a palavra nano entre parênteses (artigo 58). Para a comercialização destes produtos, os estados-membros devem submeter relatórios à Comissão Europeia a cada cinco anos, focalizando particularmente o uso dos nanomateriais e os potenciais riscos dos biocidas (artigo 65) (PONCE, 2013).

<sup>56</sup> Adotada em maio de 2012, a regulação está sob responsabilidade da Agência Química Europeia (*European Chemicals Agency – ECHA*), cujo braço regulatório é a REACH, responsável por estabelecer procedimentos de coleta e avaliação de informação em propriedades e perigos de substâncias em cooperação com as empresas (ECHA, 2018). A regulação bane a maioria dos químicos arriscados e reconhece o potencial perigoso colocado pelos nanomateriais. Assim, foi estabelecido no texto como as substâncias ativas passaram por processos de autorização e estabelece que aprovar determinada substância não implica em aprovar em sua forma nano, salvo em caso de menção explícita (artigo 4). Há a obrigação de explicar apropriações científicas de padrões de métodos de teste, ou sua adaptação aos nanomateriais, a fim de responder às características específicas. São estabelecidas também as condições para autorização. Nanomateriais utilizados em produtos biocidas que apresentem riscos ao meio ambiente, saúde humana e animal têm que ser avaliados separadamente (artigo 19). Não há nenhum procedimento de autorização simplificado para produtos biocidas contendo nanomateriais (artigo 25). O texto regulatório apresenta ainda provisões para rotulagem, requerendo que seja indicado o nome de todos os nanomateriais contidos em produtos biocidas com a palavra nano entre parênteses (artigo 58). Para a comercialização destes produtos, os estados-membros devem submeter relatórios à Comissão Europeia a cada cinco anos, focalizando particularmente o uso dos nanomateriais e os potenciais riscos dos biocidas (artigo 65) (PONCE, 2013).

(PONCE, 2013). No entanto, ter adotado uma abordagem que evita procedimento de codecisão com o Parlamento coloca em dúvida a legitimidade do processo de tomada de decisão, diluindo o aspecto democrático de representação dos estados-membros. Por sua vez, o Parlamento Europeu solicitou provisões legais atuais e mais restritas sobre a classificação dos nanomateriais, colocando ênfase específica na saúde humana, ambiente e no impacto de longo prazo na sociedade. Assim, os estados-membros da CE, estão desenvolvendo suas próprias iniciativas regulatórias, exemplificadas em diferentes bases de dados de nanomateriais criadas de forma mandatária ou voluntárias de acordo com a legislação de cada país. Países membros como França, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Noruega, Suécia adotaram regras que requerem de produtores e fabricantes a submissão de informações sobre NMTs e produtos contendo NMTs (PONCE, 2013).

A definição da Comissão Europeia sobre o termo nanomaterial unificado foi implementada para todos os propósitos legislativos e de políticas públicas da UE a partir de uma Resolução do Parlamento em 2009. A definição recomendada se baseou em uma abordagem que considerou o tamanho das partículas constituintes do material mais do que o perigo que representa o elemento em nanoescala (PONCE, 2013).

Assim, definiu-se nanomaterial como um material manufacturado, incidental ou natural contendo partículas, em um estado não ligado ou como um agregado ou como um aglomerado e onde, para 50% ou mais das partículas na distribuição de tamanho de número, uma ou mais dimensões externas estão na faixa de tamanho de 1 nm a 100 nm. (...) Em casos específicos e quando justificados por preocupações com o meio ambiente, saúde, segurança ou competitividade, o limiar de distribuição de tamanho numérico de 50% pode ser substituído por um limiar entre 1 e 50% (...) Fullerenos, flocos de grafeno e nanotubos de carbono de parede única com uma ou mais dimensões externas abaixo de 1nm devem ser considerados como materiais nano (EUROPEAN COMMISSION, 2011, p. 40).

Conforme Falkner e Jaspers (2012) asseveram, essa determinação adotada pela Comissão Europeia não implica uma regulação inteiramente nova, e tem o objetivo de funcionar por meio de revisões de regulamentos já existentes. O princípio de avaliação caso a caso adotado tem enfoque gradualista de ajuste e passa por revisão sistemática de procedimentos regulatórios desde 2008. Mas as diferenças interpretativas representam um desafio para a criação de uma governança global abrangente e eficaz à emergente tecnologia. Dessa forma, a regulação de nanomateriais e nanotecnologias que integre um processo mais consistente e que envolva os atores sociais efetivamente não deixa de ser uma lacuna na realidade

européia. Estes autores apontam ainda falta de diálogo social no debate na UE, o que provoca falta de convergência entre os atores regulatórios e os países-membros.

Em síntese, Falkner e Jaspers (2013), consideram que a regulação na UE tem uma abordagem setorial e por produtos específicos, verificando-se uma estratégia de incentivar o engajamento das partes interessadas. O apelo da precaução é mais evidente e há incentivo às iniciativas de segurança voluntárias dos investigadores e das empresas por meio de códigos de conduta.

O público e os reguladores têm limitado conhecimento sobre o volume de produção corrente de nanomateriais (FOSS HANSEN et al., 2013, p. 566). Um banco de registros se tornou, inclusive, uma demanda dos estados-membros da União Europeia, o que não foi resolvido ainda pela Comissão Europeia (PONCE, 2013). O registro mais conhecido, nesse sentido, é o inventário de produtos de consumo elaborado pelo *Project on Emerging Nanotechnologies* do *Woodrow Wilson Center* (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013). No entanto, a lacuna de dados não abrange o total de produtos fabricados em todos os países. Por outro lado, países como França, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Noruega e Suécia lançaram iniciativas a nível nacional diante da ausência de um banco de dados harmonizado a nível da União Europeia (PONCE, 2013). São sistemas de reportagens de dados voluntários e espontâneos de parte das companhias ou ainda banco de dados de produtos contendo nanomateriais desenvolvidos por atores como associações de consumidores (PONCE, 2013). Essas bases de dados ainda têm “consideráveis limitações e reguladores, autoridades públicas ou o público não podem usá-las com o objetivo de uma rastreabilidade adequada” (PONCE, 2013, p.5).

Portanto, inicialmente, o atraso da regulação global está relacionado à falta de dados sobre os riscos da nanotecnologia ou, como colocado por Hess (2010), em função da ciência ainda não feita sobre questões *EHS*, envolvendo riscos, e os aspectos *ELSI*. Mas o Princípio da Precaução permite regular com os dados existentes, que já indicam evidências de potencial dano.

Por sua vez, iniciativas como do projeto NANoREG vem sendo conduzidas pela Comissão Europeia (EC) dentro de programas quadros europeus e congrega 16 países europeus e países de outros continentes, como Japão, Coreia do Sul, Austrália e Canadá. Porquanto a regulação da NT é um dos temas prioritários no programa europeu Horizon 2020 (H2020), o NANoREG visa produzir uma base de

conhecimento que possa ser transferido para agências reguladoras em formato de consórcio internacional (MCTI, 2014). Como veremos no próximo capítulo sobre a PCTI brasileira e a política de NT deste país, o Brasil aderiu ao NANoREG, com primeiros resultados apresentados em 2015.

Feita a abordagem das políticas consideradas modelos globais de NT, no próximo capítulo tratamos especificamente dos detalhes da política brasileira de nanotecnologia.

## 5 POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL

A nanotecnologia está inserida no escopo das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação brasileiras. Neste contexto, a inovação ganhou e vem ganhando um amplo espaço, especialmente na retórica, sobre novos processos para avanço de políticas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). É por meio deste movimento sobre a inovação que ocorreu o direcionamento da C&T para as PCTIs no Brasil, considerando seu contexto local e global. Além da NT, se inserem aí, por exemplo, a biotecnologia e as TICs como áreas estratégicas ou prioritárias de políticas públicas de CT&I.

A inovação passou a figurar nas políticas públicas brasileiras nos anos 1990 como novo elemento relevante para um desenvolvimento alinhado às perspectivas globais (BAGATOLLI, 2013). Esse viés está ligado à abordagem *neoschumpeteriana* em que “a inovação tecnológica é ponto focal, na medida em que esta se constitui como elemento central do desenvolvimento econômico” (PELAEZ et al, 2017).

Com a pós-graduação tomando impulso nos anos 1970 no Brasil e formalizando a existência de cursos regulares de pós-graduação, com mestrados e doutorados, seguiu-se o modelo estadunidense do pós-guerra (SCHWARTZMAN, 2008). Por outro lado, percebe-se que no Brasil há pouca conexão com o desenvolvimento industrial, revelando que por muito tempo a política de C&T e a política industrial estiveram dissociadas. Conforme Fernandes e Filgueiras (2008), isso resulta de um reduzido número de empresas com atividades de P&D no período. Ademais, a crise financeira dos anos 1970 interrompeu muitos esforços, algo bastante recorrente nas trajetórias tecnológicas no Brasil (PELAEZ et al., 2017).

Nos anos 1980, o movimento de abertura das economias na América Latina, em especial, levou empresas locais a competirem internacionalmente e proporcionou que instituições científicas se aproximassem do setor produtivo em seus países. Por outro lado, isso significou a entrada de corporações multinacionais nos países, delineando a globalização econômica da atualidade. Já o campo da produção científica propriamente, no Brasil, manteve crescimento da educação superior e da pesquisa mesmo em face da crise, com a ampliação de instituições de ensino superior públicas e privadas, com forte enfoque na formação profissional (SCHWARTZMAN, 2008). Em 1985, constituiu-se o então Ministério de Ciência e

Tecnologia (MCT), que promoveria, nos anos 1990, a instituição de uma série de leis e instituições voltadas ao fortalecimento da pesquisa de C&T e a tentativa de vinculá-las consistentemente ao setor produtivo. Mais direcionado ao contexto de redemocratização do país como antiga demanda da comunidade científica, inicialmente o MCT não significou diretamente uma “política de planejamento do governo” (PELAEZ et al., 2017). Ainda assim, observa-se que o MCT “conseguiu viabilizar a expansão da infraestrutura de pesquisa em áreas de conhecimento estratégicas por meio da construção de dois centros tecnológicos e três laboratórios nacionais”, mesmo com a escassez de recursos usual (Ibidem., p. 795).

Desde a instituição do CNPq, e até mesmo antes, a produção de C&T no país seguiu uma estruturação a partir de fundos e apoios públicos. Entre 1986 e 1996, a ciência brasileira se beneficiou de dois grandes empréstimos do Banco Mundial para o setor, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT I e PADCT II) de 70 e 150 milhões de dólares, respectivamente, que deveriam se somar aos recursos governamentais disponíveis neste âmbito. O objetivo desses programas era fortalecer o desenvolvimento de recursos humanos em áreas consideradas prioritárias por meio do apoio à pesquisa e ao ensino de pós-graduação, assim como melhorar os processos de decisão e administração da área de C&T. De acordo com Schwartzman (2008, p. 30), a expectativa era de que esta “capacitação redundasse em benefícios para o setor produtivo, mas uma avaliação feita em 1997 não encontrou quase nada neste sentido”, revelando que os recursos serviram para manter “a estrutura de pós-graduação e pesquisa criada nos anos 1970, cujos recursos se tornariam imprevisíveis por causa da alta inflação e desorganização da administração pública federal.”

Mesmo assim, se antes a C&T vinha sendo entendida em todo o mundo como elementar ao desenvolvimento, a inovação passa a ser um novo processo privilegiado. Relacionado a isso está a expectativa de que a inovação é capaz de gerar retornos crescentes à produtividade, seja de uma empresa, seja de um país. A inovação passou a figurar como “meta a ser alcançada por políticas públicas ativas” (BAGATTOLLI, 2013, p. 11), sob influência tanto da política explícita nas documentações e práticas efetivas nas implementações (*policy*), quanto da política posta em cena nos discursos, na visibilidade pública e nas estratégias e retóricas calculadas para ganhos latentes em disputas que alimentam o jogo político diário (*politic*) (BAGATTOLLI, 2013; WEBER, 2007). A nova produção de conhecimento, a

partir do que evidenciou os anos 1980 e 1990, carregava a noção de que “C&T, governo e indústria deveriam estar ligados por sistemas de inovação complexos, multi-institucionais, que existiam naturalmente nas economias desenvolvidas, mas que em geral não se encontravam na América Latina” (SCHWARTZMAN, 2008, p. 25).

É neste contexto que também se detecta um primeiro sentido de inovação no Brasil. Para Schwartzman (2008), o significado da inovação utilizado no campo da C&T “provém em geral dos economistas, preocupados com as maneiras de tornar as empresas e os países mais eficientes e produtivos, em um ambiente competitivo” (SCHWARTZMAN, 2008, p. 25). Isto vai refletir na criação de um amplo conjunto de novos mecanismos institucionais e financeiros para estimular as empresas a se voltarem para as universidades. Como processo evolutivo, isso ocasionou que várias universidades criassem escritórios de assistência técnica e gerenciamento de propriedade intelectual, bem como novos arranjos institucionais tais como incubadoras e parques científicos. No campo governamental, isto levou a “recomendações mais amplas de política pública para mudanças nas políticas nacionais de C&T que, no entanto, foram raramente implementadas” (SCHWARTZMAN, 2008, p. 25).

Dentre institucionalidades, instrumentos e ações políticas, algumas são exemplares para compreender a estruturação da política de CT&I brasileira pela política governamental. Um desses instrumentos, com reflexos posteriores na política de NT, foi a criação dos Fundos Setoriais, em 1999. Gordon (2010) pontua que, considerando o objetivo dos fundos setoriais de resolver a defasagem da infraestrutura das instituições de pesquisa científica e tecnológica e visando estimular cooperação entre instituições de pesquisa (universidades, institutos, entre outros) e empresas, tais fundos foram importantes, mas se mantiveram muito restritos ao MCTIC<sup>57</sup>.

Pelaez et al. (2017, p. 798) destacam as tentativas de retomada da política industrial em planos de governo a partir de 2003, gerando na primeira década de 2000 os planos de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) e o Plano ou Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), em um “novo contexto

---

<sup>57</sup> No período analisado, o supracitado ministério trocou de nome três vezes. Assim, pode ser referido como Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC).

histórico no qual a política industrial já se encontrava interligada com as políticas de C&T.” A abordagem sistêmica da inovação se torna, então, “referência comum aos gestores dessas áreas afins” se refletindo em três dimensões iniciais, a partir da PITCE, que foram: “desenvolvimento tecnológico e inovação com ênfase no aperfeiçoamento do ambiente institucional; aumento da participação no comércio externo; modernização industrial e institucional e aumento da capacidade produtiva” (PELAEZ et al., loc. cit.).

Nesse panorama, começa a ser desenhada a política de NT do país. Segundo o Entrevistado 3 (2017), o Brasil já tinha, desde 1996, algum destaque na pesquisa de nanotecnologia entre cientistas de algumas áreas. Este cenário era concomitante aos primeiros movimentos da formulação da política pública estadunidense para a NT, quando as agências governamentais daquele país começavam a discutir as primeiras estratégias (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008). Mas é no final do ano 2000 que o MCTI convoca uma reunião com pesquisadores que já atuavam ou tinham interesse na área para formular uma agenda política (Ibidem, p. 2207). Invernizzi, Foladori e Quevedo (2017) destacam que a exploração da NT começava, então, a ser considerada em um instrumento para aumentar a competitividade nacional e aportar benefícios econômicos e sociais no Brasil, argumento presente desde o início de sua concepção enquanto política.

Contudo, este processo, como já mencionado, envolveu artifícios de emulação, como veremos no detalhamento da política de nanotecnologia do Brasil no subcapítulo que segue na seção 5.1. O período 2004-2007 será abordado na seção 5.2; a política entre 2008 e 2011, na 5.3; e entre 2012 e 2015 na 5.4, que conta ainda a 5.4.1 sobre a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), neste período. Ao final do capítulo, a seção 5.5 apresenta os avanços e críticas da política brasileira de NT.

## 5.1 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL

A política pública de incentivo ao desenvolvimento científico e à inovação para a nanotecnologia teve andamento no Brasil entre 2004 e 2015<sup>58</sup>. Estruturou-se em três Planos Plurianuais (PPAs): entre 2004 e 2007, entre 2008 e 2011 e entre 2012 e 2015.

Os PPAs são documentos que organizam todo o *mix* de políticas e a vinculações entre elas a partir dos grandes objetivos estabelecidos a cada PPA para o país. O plano é elaborado pelo governo e colocado em votação no Congresso. Dessa forma, o PPA “é o instrumento de planejamento governamental que espelha as diretrizes do governo para um período de quatro anos”, e serve como “base para a elaboração dos Orçamentos Anuais e referência para os demais Planos Nacionais e Setoriais” (BITTENCOURT, 2015, p.3-5). A integração da nanotecnologia ao PPA surgiu da iniciativa do governo federal em treinar agentes dos ministérios em curso multiplicador do PPA para inserir problemas que precisavam ser solucionados pelo governo de forma planejada, o que, no caso, era o Brasil não ter uma iniciativa explícita de governo estruturada para a nanotecnologia, problema detectado em 2000 (ENTREVISTADO 1, 2016):

---

<sup>58</sup> Destaca-se que é a partir de 2004 que a política passou a ser estruturada em PPAs. No entanto, já existiam ações que configuraram formulação da política e até algumas implementações. A conformação da política de N&N no Brasil iniciou em novembro de 2000, por iniciativa da Secretaria de Políticas e Programas do MCT e do CNPq” (INVERNIZZI, 2008a, p. 90). Nesta ocasião “se criou um Grupo de Articulação composto por 10 pesquisadores para mapear as competências brasileiras em N&N e elaborar uma agenda” (INVERNIZZI, loc. cit.). Esse grupo apresentou, em 2001, um documento que identificava “192 pesquisadores com atuação em seis áreas de pesquisa em N&N” no Brasil: “a) nanodispositivos, nanosensores e nanoeletrônica; b) materiais nanoestruturados; c) nanobiotecnologia/nanoquímica; d) processos em nanoescala com efeitos e aplicações no meio ambiente e na agricultura; e) energia; e f) nanometrologia (INVERNIZZI, loc. cit.). Respondendo às sugestões desse grupo, Invernizzi (2008a, p. 91) relata que ainda em 2001 o CNPq realizou uma chamada de pesquisa inter e multidisciplinar para “conformar redes cooperativas de investigação básica e aplicada em N&N, com o propósito de criar e consolidar competências nacionais neste campo”, destinando-se R\$ 3 milhões. A partir de 2001, “o MCT e o CNPq promoveram quatro institutos nas áreas de novos materiais e nanociências dentro do programa Institutos do Milênio, financiado pelo Banco Mundial, o qual tem por finalidade patrocinar pesquisas científicas de excelência em áreas estratégicas para o desenvolvimento do país” (INVERNIZZI, 2008a, p. 91). Também foram integrados esforços da Capes, do Ministério da Educação, em 2002, “concedendo seis bolsas de doutorado em nanotecnologia em convênio com a Associação Brasileira de Luz Síncrotron” (INVERNIZZI, loc. cit.).

Fui praticamente a voz do ministério da nano no Ministério do Planejamento, defendendo as posições das ações, por quê? Por que quando foi pedido pelo [...] <sup>59</sup> para ajudar a montar o PPA, eu me envolvi 100%, então eu entendi toda a problemática da nano. Estudei a problemática da nano. Em função das reuniões, comecei a entender quais eram os grandes desafios da nanotecnologia naquela ocasião (ENTREVISTADO 1, 2016, grifo nosso).

Assim, paralelamente às ações dos países desenvolvidos, particularmente dos Estados Unidos, a formulação da política de NT no Brasil dava os seus primeiros passos em 2000. Neste ano, o MCT e o CNPq organizaram o workshop *Tendências em Nanociências e Nanotecnologias*, consolidando um movimento para elaborar uma agenda política. Segundo Invernizzi, Körbes e Fuck (2011, p. 2), “32 pesquisadores de diversas áreas das ciências físico-naturais e engenharias chegaram a um consenso sobre a necessidade de lançar um programa que estimule esta área emergente.”

Após um grupo de trabalho mapear as competências brasileiras em NT e elaborar a agenda, em 2001 o CNPq lançou, de acordo com as recomendações do grupo, uma chamada de projetos de pesquisa inter e multidisciplinares organizada em rede. Desta iniciativa, quatro redes de pesquisa em NT<sup>60</sup> foram financiadas e chegaram a 2003 recebendo R\$ 5 milhões, quase o dobro de recursos que as mesmas receberam desde a sua criação em 2001 (MCT, 2006). Além disso, o CNPq lançou outras quatro redes sob o programa Institutos do Milênio<sup>61</sup> com recursos provenientes do Banco Mundial. Ao todo, as oito redes foram fundadas com R\$ 30 milhões por quatro anos (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017; PLENTZ; FAZZIO, 2013; INVERNIZZI; KÖRBES; FUCK, 2011).

Segundo entrevistado, as redes antes de 2004 foram fundamentais para organizar a comunidade científica e para a formulação de uma política mais sistemática.

(...) o fato de ter tido aquelas redes de pesquisa dos Institutos do Milênio e alguns editais direcionando, isso organizou, e por isso a gente tem no Brasil uma comunidade nano que se conhece. E isso faz uma diferença enorme por que é uma área transdisciplinar, então o fato de conhecer pessoas aumenta o impacto das pesquisas (ENTREVISTADO 4, 2017).

<sup>59</sup> O nome dos entrevistados e demais atores sociais envolvidos com a política estão omitidos.

<sup>60</sup> As redes são: Rede de Materiais Nanoestruturados; Rede de Nanotecnologia Molecular e Interfaces; Rede de Nanobiotecnologia; e Rede de Nanodispositivos Semicondutores.

<sup>61</sup> As redes dos Institutos do Milênio foram: Instituto de Nanociências; Instituto do Milênio de Materiais Complexos; Rede de Pesquisa em Sistema em Chip, Microssistemas e Nanoeletrônica; e Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos (financiados com R\$ 22,5 milhões de 2001 a 2003 (INVERNIZZI; KÖRBES; FUCK, 2011, p. 2).

Isto também é afirmado por outro entrevistado, no que se refere às redes financiadas pelo CNPq entre 2001 e 2004.

Essas quatro redes foram lançadas com esse intuito de identificar as competências e também já pensando na ideia de fazer compartilhamento de equipamentos. Juntar as forças, porque tinham grupos que tinham laboratório de varredura eletrônica, e o outros não tinham. Então ‘quando precisar vocês usam o nosso’, na parceria entre laboratórios, compartilhamento de equipamentos. Essa ideia de rede começou, embora já existisse uma ideia de rede, mas para a nano não tinha (ENTREVISTADO 1, 2016).

A partir disto, a política passou a ser inserida como objetivo governamental mais macro e, em 2003, um outro grupo de trabalho formado por cientistas pesquisadores elaborou uma proposta de subsídio ao *Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia (PDNN)* para inclusão no Plano Plurianual 2004-2007 (MCT, 2003). Este documento, *Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia- Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT, no 252, como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007 (GT de Nanotecnologia)* foi formulado por nanocientistas de renome na área e justificava a inserção do programa no PPA. O plano foi importante por apresentar uma retórica que justificava a solicitação de investimentos com recursos públicos para nanotecnologia em uma política inédita, apresentada por um conjunto de atores denominado como “um Grupo de Trabalho para elaborar o Programa Quadrienal de Nanotecnologia” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003). O documento do GT, no entanto, não apresentava questões para riscos EHS e aspectos ELSI em destinação de recursos e formação especializada, por exemplo. As lacunas sobre riscos e impactos constaram em uma consulta pública com a participação de universidades, institutos, empresas, imprensa, entre outros, ainda em 2003, sobre o documento do GT.

Enquanto diagnóstico da área, o documento do GT mensurava metas e colocava o setor produtivo desde o início como foco a ser contemplado pela política. Incluía a direção da formação de recursos humanos nesse viés, almejada pelo programa.

A ideia de módulos em cursos de graduação parece ser mais factível e apropriada à nossa realidade, desde que se contemplem conhecimentos dedicados ao entendimento dos fundamentos da Nanotecnologia e que também cubram aspectos relacionados com sua aplicação no setor produtivo (MCT 2003b, p. 3).

O *Decreto 4747*, de junho de 2003, criava então uma nova estrutura do MCT, que continha a Coordenação-Geral de Políticas e Programas de Nanotecnologia (CGPPN), composta por “representantes de diversas instituições de ensino e pesquisa, do BNDES, do CNPq e do setor produtivo” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2013), que se tornou posteriormente CGMNT. Nesse período, inclusive, já se cogitava, segundo entrevistado, a ser formar um comitê interministerial, o que ocorreria em 2012.

Essa coordenação foi criada para fomentar o desenvolvimento no Brasil. Todo esse envolvimento de desenhar o programa o [...] perguntou se eu gostaria de assumir a coordenação. Não vejo problema nenhum, porque uma coisa é você fazer a gestão das ações e outra coisa é você ser um especialista da área. A coordenação sempre contou com o comitê consultivo, porque como são muitas as áreas de nanotecnologia - tem a parte de nanocompostos, de nanoinstrumentação, nanodispositivo, de química, de nanobio, de fármacos, de engenharia genética, tudo envolvendo nano, a parte dos alimentos - não é um pesquisador que vai dar conta disso tudo. Então todas as questões técnico-científicas sempre foram colocadas para o comitê externar opinião e deliberar qual seria a melhor atitude a se tomar em relação àquela questão. Então a orientação técnica sempre veio das reuniões do comitê consultivo (ENTREVISTADO 1, 2016).

Com o patamar de R\$ 77 milhões, o objetivo do PDNN era “desenvolver novos produtos e processos em nanotecnologia, visando o aumento da competitividade da indústria nacional” e, ainda em 2003, “nos editais do CT-Energ, CT-Petro e CT-Verde Amarelo” foram alocados recursos adicionais não orçamentários ao PDNN (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003).

Com o estabelecimento de orçamentos nos PPAs seguintes, a política foi integrada à retomada da política industrial entre os anos 2003 e 2006. Assim, o PDNN foi reformulado e lançado como Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN), alinhado à Política de Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) (MCT, 2005). Em 2007, foi criado um comitê de assessoramento da política, com forte caráter técnico científico dos membros.

Os demais planos plurianuais (2008-2011, 2012-2015) continuaram incluindo a NT, evoluindo em uma direção que priorizou os vieses de desenvolvimento produtivo. Os programas de P&D continuaram em termos de documentação política sendo estruturados para a formação de infraestrutura e recursos humanos, e parceria entre centros de pesquisa ou universidades e empresas visando alavancar a inovação no país como seu objetivo principal. Entre 2012 e 2015, pela primeira vez na série da política sobre NT, a regulação, os riscos e os aspectos ELSI aparecem

entre os pilares oficiais em documento da política, na Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN, 2012). Essa iniciativa criou o Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN) para integrar a coordenação e a gestão da IBN, “contribuindo para o aprimoramento constante e implementação de suas políticas, diretrizes e ações” (PLENTZ; FAZZIO, 2013, p. 25).

Ressalta-se que entre 2004 e 2013, apenas nove chamadas de pesquisa de um total de 25 mencionaram riscos, com três destes casos relacionados a risco econômico (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). As chamadas de pesquisa, instrumento importante da política, incluíram em 2010 os impactos ambientais da NT entre os tópicos propostos, mas “nenhuma rede foi financiada neste tema, evidenciando a baixa prioridade que a revisão por pares da área e a avaliação dos comitês atribuíram a isto” (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Uma ação mais sistemática, mas ainda muito limitada, tomou forma em 2011 com a promoção de pesquisa de nanotoxicologia em ação incluída na estratégia da IBN (IBN, 2012). O posicionamento de um coordenador do grupo na área em universidade brasileira, que liderou um estudo sobre efeitos dos nanotubos de carbono quando em contato com os pesticidas de lavoura em peixes, junto com Instituto de Pesca em Cananéia (SP), revelou um descompasso entre os cientistas e formuladores da política na primeira década dos anos 2000. Segundo ele, o debate sobre os possíveis problemas que poderiam ser causados pela nanotecnologia “existe há alguns anos no país” (OLIVEIRA, 2017). Ele confirmou que a questão dos riscos começou a ser discutida em 2002, mas que na ocasião ele foi acusado de “fogo amigo” pelos colegas pesquisadores da área (OLIVEIRA, 2017). Em 2013, ele foi um dos coautores de um dos primeiros livros a esse respeito no país. Esta manifestação e o direcionamento do trabalho deste pesquisador sugerem que existiram movimentos para que as implicações de risco fossem consideradas na formulação da política, mas que foram suprimidas ao longo da implementação na primeira fase da governança. As implicações sociais, que relacionam aspectos ELSI, tiveram apenas uma chamada de pesquisa específica em implicações éticas, sociais e econômicas em 2004, (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017).

No Quadro 3, verifica-se a linha do tempo com os principais momentos da política.

Quadro 3 - Linha histórica da política de NT do Brasil

Ano	Evento
2000	MCTIC e CNPq organizam o workshop <i>Tendências em Nanociências e Nanotecnologias</i> , buscando elaborar uma agenda para a política de NT no Brasil.
2001	Designadas as 4 redes de NT CNPq/MCT e apoiados quatro Institutos do Milênio voltados para a NT.
2002	O Programa Nacional de Nanotecnologia na CAPES foi pensado em setembro de 2002 a partir de uma proposta encaminhada pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). A proposta sugeria a participação desta Agência num programa de porte nacional na área da N&N a ser financiado por um conjunto amplo de órgãos, ministérios e agências.
2003	Criado o GT de Nanotecnologia para elaboração do PDNN.
2003	Designada a CGMNT, que passou a se chamar Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia pelo Decreto Presidencial N. 4724/2003 (CGMT) (PRESIDÊNCIA BRASIL, 09/06/2003) (DOU, 10/06/2003).
2003	Criado um Grupo de Trabalho para definir as bases do <i>Programa Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia (PDNN)</i> .
2003	Documento do MCT (2003) estabelece como uma meta informar a sociedade sobre impactos da NT na vida dos cidadãos e sobre as novas oportunidades e riscos de obsolescência que a nova tecnologia pode ter sobre produtos e processos atuais. Consulta pública aponta a falta de componente social e ambiental no PDNN, mas não teve impacto no documento final.
2003	Apoiadas as 4 redes de pesquisas em nanotecnologia com R\$ 5 milhões, equivalente a quase o dobro de recursos que as mesmas receberam desde a sua criação, em 2001
2003	Apoio dos Fundos Setoriais, CT-Petro, CT-Energ e Fundo Verde e Amarelo, em editais que incluíram a NT, num montante de R\$ 2,2 milhões
2003	No final de 2003, o <i>Programa Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia</i> foi aprovado pelo Congresso Nacional no âmbito do PPA 2004 - 2007, com o objetivo de promover o desenvolvimento novos produtos e processos em nanotecnologia visando o aumento da competitividade da indústria nacional
2004	Início do PDNN no âmbito do PPA 2004- 2007.
2004	Criado o GT para estudo sobre a implantação do Laboratório Nacional de Micro e nanotecnologia
2004	Criada a Ação Transversal de Nanotecnologia nos Fundos Setoriais
2004	Apoio a 19 projetos de pesquisa participativa entre universidades e empresas, totalizando recursos da ordem de R\$ 4 milhões; apoio ao Laboratório de Luz Síncrotron para área de nanotecnologia no valor de R\$ 2 milhões; e apoio suplementar às quatro redes de pesquisa no valor de R\$1,8 milhões.
2004	Instituída a Rede BrasilNano <sup>62</sup> e o seu comitê diretor. Portaria MCT nº 614, de 1º de dezembro de 2004 instituiu a Rede BrasilNano, como um dos elementos do PDNN, no âmbito da PITCE.
2004	Lançamento do Edital CNPq 13/03 que financiou cinco projetos sobre Impactos Sociais, Ambientais e Éticos, com previsão de R\$200 mil, dos quais somente R\$100 mil foram destinados.
2004	A PITCE define a nanotecnologia como “área portadora de futuro”.
2004	FINEP realiza primeiro financiamento de Inovação e Desenvolvimento (I&D) a empresas em nanotecnologia. Como Secretária Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), a agência começa a financiar diversos projetos de I&D em empresas e cooperação com universidades e centros de investigação e apoio a incubadoras de empresas em NT.
2005	Designados os membros do Conselho Diretor da Rede BrasilNano e lançamento das 10 redes temáticas.

<sup>62</sup> A Rede BrasilNano buscava “fomentar o avanço científico tecnológico e de competitividade internacional da CT&I brasileira, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas com vistas à formação de RH, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do país por meio da constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento focadas em N&N, em suas aplicações inovadoras em produtos e processos nanotecnológicos ou *no estudo dos impactos em políticas públicas, éticos ou ambientais da Nanotecnologia*” (MCT, 2004, grifo nosso).

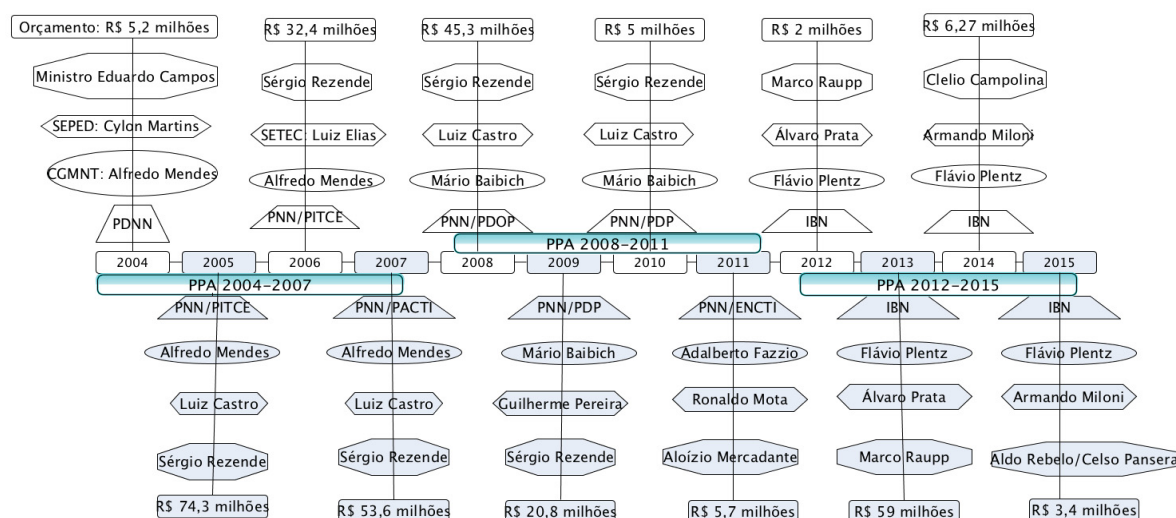
2005	Lançado o Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN).
2005	Nova chamada do CNPq institui 10 redes no Programa Brasil Nano 2005, numa ação do PNN, já enquadrada no âmbito da nova política industrial. O perfil das redes se orientou mais à aplicação produtiva e envolveu cooperação com as empresas.
2005	Apoio a 19 projetos de pesquisa conduzidos por jovens pesquisadores; criadas 10 novas redes de pesquisa em nanotecnologia; apoio a nove projetos para pesquisa participativa com empresas; apoio aos laboratórios de Luz Síncrotron e Inmetro; apoio a três laboratórios estratégicos em nanotecnologia (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF; Embrapa Instrumentação e Centro Estratégico de Tecnologia do Nordeste – CETENE; apoio a incubadoras em nanotecnologia. No âmbito da Cooperação Internacional, destacam-se cinco projetos apoiados com a França.
2005	Proposição do PL 5076, em 18 de abril de 2005, de autoria do deputado federal Edson Duarte (PV/BA), que pretendia dispor sobre a pesquisa e o uso da nanotecnologia no país, cria Comissão Técnica Nacional de Nanosseguurança – CTNano, instituiu o Fundo de Desenvolvimento de Nanotecnologia – FDNano, e dava outras providências.
2005	Assinado Protocolo de Intenções entre Brasil e Argentina criando o Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia (CBAN).
2006	CNPq aporta quase R\$ 4 milhões à melhoria da infraestrutura de oito laboratórios de médio porte de nanotecnologia.
2007	O Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano) foi instituído pela primeira vez pela Portaria nº 587, de 10 de setembro de 2007, pelo MCT,
2007	Lançamento do Plano de Ação de Ação em CT&I (PACTI) 2007-2010, cujas ações são executadas de forma articulada e coordenada por diversos ministérios, tendo à frente o MCTI.
2007	Documento do MCT (2007a) aponta para o estabelecimento de políticas sobre questões éticas e os impactos sociais dos produtos baseados em NT. O MCT sinaliza necessidade de pesquisar o tema e solicita ao CNPq articular edital, mas não é efetuado.
2007	CNPq aporta outros 11 laboratórios com apoios de R\$ 6,3 milhões.
2007	Decreto 6.112, de 10 de maio de 2007, promulga o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Governo da República Federativa do Brasil e a Comunidade Europeia.
2008	A Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) demarca a crescente sintonia do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e com o Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria, com foco na transferência de desenvolvimento científico ao setor produtivo.
2009	Documento do GT sobre Marco Regulatório no Fórum de Competitividade em Nanotecnologia discute riscos e recomenda avaliações caso a caso. Considera prioritário os aspectos de metrologia, mas não se chega a acordo sobre regulação específica, adotando definições da ISO.
2009	Fórum de Competitividade em Nanotecnologia é concebido como uma ferramenta estratégica para apoiar as iniciativas e programas em NT conforme objetivos da PDP.
2010	Proposição do PL 131, de 12 de maio de 2010, pelo senador Tião Viana (PT/AC), que pretendia alterar o Decreto-Lei no 986, de 21 de outubro de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos, e a Lei no 6.360, de 23 de setembro de 1976, que dispõe sobre a vigilância sanitária de nanoproductos, e dava outras providências sobre rótulos e materiais publicitários de nanoproductos.
2010	Nova chamada CNPq a redes de pesquisa para dar continuidade à expansão e consolidação de competências nacionais em N&N, da qual resultaram 17 redes financiadas.
2011	Chamada CNPq para as redes de nanotoxicologia.
2011	Lançamento das seis redes de pesquisa em Nanotoxicologia e Nanoinstrumentação.
2012	Portaria 245, de 5 de abril de 2012, do MCTI, que instituiu o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNano).
2012	Instrução Normativa nº 2, de 15 de junho de 2012, do MCTI, aprovou o Regulamento Técnico que estabeleceu requisitos mínimos para integração dos Laboratórios Estratégicos e dos Laboratórios Associados ao Sistema Nacional de Laboratórios em NTs – SisNANO.
2012	Portaria Interministerial 510, de 9 de julho de 2012, instituiu o Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN), com a finalidade de assessorar os Ministérios de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Defesa do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Educação, do Meio Ambiente, de Minas e Energia e da Saúde representados no Comitê na integração da gestão e na coordenação,

	bem como no aprimoramento das políticas, diretrizes e ações voltadas para o desenvolvimento da NT no país.
2013	Lançamento da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), com eixo prevendo marco regulatório. Caracteriza-se por ser um conjunto de ações com o objetivo de criar, integrar e fortalecer as atividades governamentais e os agentes ancorados na nanociência e nanotecnologia, almejando o desenvolvimento científico e tecnológico do setor, com foco na inovação.
2013	Proposição do PL 5133, de 13 de março de 2013, que pretendia regulamentar a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia.
2013	Proposição do PL 6741, de 11 de novembro de 2013, que pretendia dispor sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dava outras providências.
2014	Aderência do Brasil ao NanoREG. O Conselho Consultivo em Nanotecnologia (CCNano/MCTI) definiu que a gestão no âmbito do governo ficava na CGNT/MCTI e que as atividades científicas do NANoREG, no Brasil, ficavam a cargo de oito grupos de pesquisa de Instituições Nacionais, que incluem o INMETRO (Instituição Coordenadora), USP, Unicamp, UFMG, UFRGS, FURG, CETENE e Embrapa Instrumentação.
2014	Portaria 1.358, de 20 de agosto de 2014, instituiu o Comitê Interno de Nanotecnologia (CIN) no âmbito da ANVISA, seus integrantes e suas atribuições (BRASIL, 2014).
2014	Lançamento da rede SibratecNano dentro da ENCTI 2012-2015. A Rede SisNano foi integrada ao Sibratec para estimular a indústria de nanotecnologia no Brasil.
2015	Audiência pública conjunta das comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; e de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática da Câmara dos Deputados debateram a criação da Política Nacional de Nanotecnologia e a rotulagem dos produtos que a utilizam.
2016	Lançamento da ENCTI 2016-2019.

Fonte: Autora baseada em Brasil (2014); Brasil (2013); Invernizzi, Körbs e Fuck (2011); Brasil (2012a); Brasil (2012b); Brasil, (2012c); Brasil (2011); MCTI (s/d); IBICT (2010); Brasil (2007); MCT (2006), Entrevistado 5 (2017).

Dentre os entraves para ações continuadas visando ultrapassar esses desafios, o MCTI se deparou, além das contingências econômicas para ações mais amplas e diversificadas, com mudanças contínuas de nomes de ministros de CT&I e nos principais cargos deste ministério, locus da estratégia da política. Esse problema é apontado como um dos fatores para aumento da instabilidade e volatilidade das políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (PELAEZ et al., 2017). Isso fica evidente conforme ata da reunião do CCNano de 7 de dezembro de 2010, na troca de ministros, o que “gera uma expectativa de mudanças nos escalões mais altos do MCT”, levando a ponderações sobre a insuficiência dos recursos para a nanotecnologia (MCT, p. 1). A Figura 1 sintetiza os programas, planos e principais nomes que ocuparam cargos importantes da política de nanotecnologia do Brasil.

Figura 1 - Orçamento, programas, planos e principais nomes da política de NT do Brasil entre 2004 e 2015



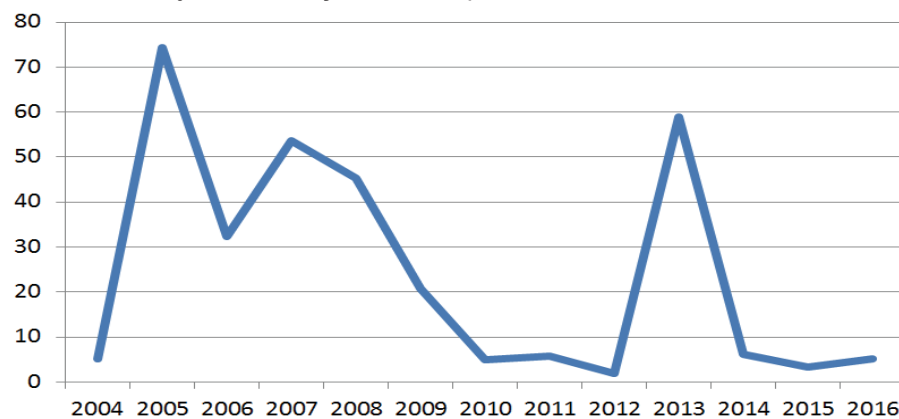
Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019)

No que segue, são abordados os elementos de articulação dos programas e planos em maior detalhe durante o período correspondente aos planos plurianuais (PPAs) de 2004 a 2007, 2008 a 2011 e 2012 a 2015. Nota-se que entre os anos de 2004 e 2010 a governança da política foi marcada por um enfoque preponderante das bases estruturais de desenvolvimento da N&N no país visando o objetivo produtivo, período em que questões relacionadas a riscos e aspectos ELSI foram excluídas dos processos da política.

Entre 2011 e 2015, houve um perceptível empenho em se estruturar uma governança de risco e responder às lacunas sobre as implicações da nanotecnologia dos anos anteriores. Essa governança, no entanto, não se tornou satisfatoriamente permeável à participação ou a um debate público a nível de opinião pública sobre a política. Havia um debate interno à política de NT, especialmente de nível decisório. Isso se explica, segundo Calmon e Costa (2013), uma vez que redes políticas são consolidadas em processos de coordenação, cooperação e comunicação entre atores específicos. A partir da formação da IBN, do CIN, do SisNANO, das redes de toxicologia, considerando também a rede de empresas que recebeu incentivos públicos e subvenções, foi utilizado um conjunto de orientações que geraram intercâmbios entre atores relacionados e especializados em arenas fechadas como workshops, reuniões e seminários. Constituiu-se, então, o que Dowding (1995) denomina de rede coesa com racionalidades convergentes.

A instabilidade orçamentária da política é demonstrada no Gráfico 1, com o investimento do MCTI em nanotecnologia de 2004 a 2016 (em milhões de reais), demarcando o início da implementação política até 2016 os últimos movimentos planejados da política.

Gráfico 1 - Trajetória do orçamento da política de NT do Brasil



Fonte: Invernizzi, Foladori e Quevedo (2017)<sup>63</sup>.

Nota-se na trajetória que houve só um período de recursos mais consolidados até 2008, com forte queda de financiamento a partir daí até 2013. Conforme apontavam Invernizzi, Foladori e Quevedo (2017), em 2017 não houve recuperação em decorrência dos cortes governamentais em CT&I que chegaram a mais da metade do orçamento no MCTIC<sup>64</sup>.

Traçado este enquadramento mais geral, na próxima seção enfocaremos as particularidades da política brasileira entre 2004 e 2007.

<sup>63</sup> Considerou-se aqui o orçamento disponível pela CGMNT, formado pela Fonte 100, que vem do orçamento nacional global atribuído ao MCTI, e os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT).

<sup>64</sup> Notícia de 7/08/2017 registrou que o último contingenciamento feito pela equipe econômica do governo federal, no valor de R\$ 5,9 bilhões, atingiu novamente a ciência, tecnologia e inovação (CT&I) do país, tirando dessa vez mais R\$ 103,6 milhões previstos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para projetos do setor. A verba bloqueada no PAC para o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) chegou agora a R\$ 425 milhões – um corte de 55,36% em relação ao que estava previsto na Lei Orçamentária Anual de 2017 (JC, 2017).

## 5.2 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL NO PERÍODO ENTRE 2004 E 2007

A política pública de NT no Brasil iniciou oficialmente em 2004 integrando o viés da oportunidade e da convergência estratégica da tecnologia como justificativa ao seu desenvolvimento. Esse período teve o maior orçamento de todo o período da política analisada, ainda assim, se comparada à política estadunidense, cujo desenho foi parcialmente emulado no Brasil, é bem menor, como reconhece um *policymaker*.

Se a gente comparar no PPA o programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia com a iniciativa norte-americana, quando foi lançada em 2000, a estrutura da iniciativa é uma coisa muito mais complexa. Ela envolvia na ocasião 14 órgãos do governo norte-americano desde o início. E todos eles com orçamento próprio destinado à NT. E nós começamos com uma política que tinha em torno de R\$12 milhões para essas ações (ENTREVISTADO 1, 2016).

Com o objetivo de aumentar a produção e comercialização de produtos com nanotecnologia nacional por meio da inovação, a política se tornou transversal com outros programas do governo, tanto no escopo do MCTI, quanto em âmbitos mais amplos e esteve sob os efeitos dos marcos legais das então recém lançadas Lei do Bem e Lei da Inovação.

Dentro da administração pública brasileira, o PPA 2004-2007 acabou se tornando um marco que formalmente iniciou a implementação da política de NT no país ativando programas e ações. O Programa para o Desenvolvimento da Nanotecnologia e Nanociência (PDNN), aprovado e lançado em 2004, teve o intuito de desenvolver novos produtos e processos baseados em nanotecnologia para aumentar a competitividade da indústria nacional, por meio especialmente da interação universidade-empresa (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003).

Inclusive, um dos instrumentos desta política se desenvolveu em grande medida visando a P&D por meio das parcerias público-privadas. A Rede BrasilNano, como um dos elementos do PDNN, no âmbito da PITCE, foi instituída pela Portaria MCT n° 614, de 1° de dezembro de 2004 e tinha o objetivo de

(...) fomentar o avanço científico-tecnológico e de competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileiras, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas com vistas à formação de recursos humanos, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do país (MCT, 2004b, s/p).

A criação do PDNN se originou da recomendação do GT de Nanotecnologia, que estipulava medidas de curto, médio e longo prazo e colocava como gestores do programa: comunidade científica e tecnológica, órgãos da administração federal e empresas, mas pretendia-se uma “Câmara Técnica”, a qual caberia “propor melhorias no programa ao longo de sua execução” e com isso “dar transparência e conferir um caráter participativo à gestão do programa” (MCT, 2013b, p. 12). O documento do GT de Nanotecnologia definia a NT como “um dos principais focos das atividades de PD&I em todos os países industrializados”, cujos “investimentos na área têm sido crescente e atingiram, mundialmente, um valor de R\$ 5 bilhões de dólares em 2002” (Ibidem., p. 1). Dentre as metas estava o lançamento da Rede de Nanobiotecnologia, Rede de Nanoanálise e Diagnóstico, Rede de Materiais Nanoestruturados e Filmes Finos, Rede de Nanometrologia e Instrumentação, Rede de Nanodispositivos e Materiais Semicondutores, Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces, além da implantação de 43 laboratórios especializados: seis novos, 12 ampliados e 25 reformados (Ibidem., p. 14; A-4).

Antes, em 2003, também foi lançado em âmbito interno da política os resultados da *Consulta Pública ao Documento Elaborado pelo GT de Nanotecnologia* (MCT, 2004), procedimento gerado para captar a opinião de *stakeholders* convidados a se posicionarem sobre o documento que embasaria o PDNN. Nos principais resultados foi apontado que: “a opinião era positiva em relação à estruturação do programa, baseado em Redes e em Laboratórios descentralizados”, e, entre as críticas, apontou-se, além do “forte viés para interesses restritos às áreas da física e da química” (MCT, 2004, p. 5), que:

a) Falta um componente socioambiental ao programa. Não estão previstos estudos de impactos ambientais, nem de como a nanotecnologia contribuiria para a melhoria das condições socioeconômicas. b) O documento não explicita áreas prioritárias. É expressa na consulta o desejo de que o governo defina áreas prioritárias, com base em estudos prospectivos. É expresso o desejo de que se faça um estudo aprofundado sobre a infraestrutura disponível, os recursos humanos e as empresas interessadas, para que se possa definir áreas onde o país pode vir a ser competitivo. c) O principal ponto de discordância é a implantação do Centro de Tecnologia do Si. Alguns consideram que as tecnologias de Si, microeletrônica, etc., deveriam fazer parte de outro Programa de governo que não o de nanotecnologia. (MCT, 2004, p. 2).

Portanto, este documento do GT e a consulta foram feitos antes da incorporação simplificada da recomendação do grupo de trabalho no PPA 2004-2007. No documento, os participantes do GT, em 2004, destacaram a necessidade de se construir um plano para nanotecnologia no país em virtude das variadas mudanças que essa tecnologia vinha provocando no mundo. Segundo o relatório, o Brasil possuía uma base de recursos humanos e uma infraestrutura para pesquisa em Nanotecnologia e Nanobiotecnologia que o colocava em uma posição de destaque entre os países em desenvolvimento. O desafio era “a transição do laboratório para o mercado dos materiais, processos e dispositivos pesquisados” (GORDON, 2010, p. 97), ou seja, a transferências de conhecimentos científicos para o mercado. Os resultados do PDNN esperados eram:

Criação, expansão e consolidação de pequenas e médias empresas de alta tecnologia, desenvolvendo, produzindo e comercializando produtos nanotecnológicos; Inserção de produtos e processos nanotecnológicos em vários setores industriais; Consolidação de um programa de formação de RH com sua absorção e inserção nos setores acadêmicos e industrial do país; Elaboração de *roadmap* e planejamento de laboratórios avançados; Geração de riqueza e de empregos qualificados e bem remunerados; Maior competitividade industrial em nível internacional; Redução da dependência externa do país e do déficit da balança comercial nos produtos de alta tecnologia (MCT, 2013b, p. 15).

As Lei do Bem (Lei No. 11.196/2004) e Lei da Inovação (Lei No. 10.973/2004) foram marcantes na estruturação institucional e legal para o desenvolvimento de planos e programas dentro da perspectiva da inovação e com reflexos na política de NT no Brasil. Os dois marcos legais surgiram no contexto de implementação da política industrial, em que também foi criada a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (PELAEZ et al., 2017). As leis se tornaram instrumentos que pautariam a criação de outros novos instrumentos para cooperação entre institutos de pesquisa e empresas, incentivos fiscais para P&D, recursos reembolsáveis e não reembolsáveis diretos para as empresas e

equalização de juros (GORDON, 2010). A Lei do Bem instituiu incentivos fiscais para empresas investirem em inovação, permitindo a renúncia fiscal dos investimentos realizados pelas empresas em P&D. A Lei de Inovação surgiu para facilitar o envolvimento e mobilidade de pesquisadores em instituições acadêmicas com atividades de pesquisa. Os ICTs vinculados ao MCTI surgiram a partir de então e “passaram a ser concebidos como entidades jurídicas de direito privado, ou como organização da sociedade civil de interesse público” para reduzir entraves burocráticos que inibem atividades de cooperação entre instituições públicas e privadas na área de P&D (PELAEZ et al., 2017).

Conforme Gordon (2010, p. 93-94), tal estrutura legal promoveu o surgimento dos estímulos governamentais da Subvenção Econômica, criada em 2006, e os variados programas da FINEP, como o Juro Zero, Inovar, entre outros, e posteriormente os programas do BNDES para inovação (Linha Capital Inovador, Linha Inovação Tecnológica etc.). No entanto, Schwartzman (2008), avalia que ambas leis tiveram problemas em sua implementação, e ainda não mostraram resultados significativos quanto à inovação, se for verificado o número de patentes tecnológicas<sup>65</sup>. Para Pelaez et al. (2017, p. 798), as dificuldades desses avanços institucionais para alcançar os efeitos desejados se explicam em “função dos efeitos conjunturais do comércio exterior”.

Nessa fase, justamente, a política de nanotecnologia foi articulada a um grande programa de retomada da política industrial: a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PTICE). Ao lado da biotecnologia e das energias renováveis, a NT foi considerada uma das atividades “portadoras de futuro” (PACTI I, 2006). A política exaltava o potencial de inovação da NT para o desenvolvimento industrial e econômico, sendo considerada promotora de “uma revolução tecnológica” (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008, p. 2207). De modo geral, o PDNN foi formulado para a nanotecnologia ganhar espaço no desenvolvimento do país em termos de orçamento do PPA e da Ação Transversal de Nanotecnologia dos Fundos Setoriais (MCT, 2006c), se interligando com a PITCE. Esta integração, caracteristicamente transversal, “elevou o patamar de investimento do MCT em nanotecnologia e possibilitou ampliar o número de iniciativas nesse tema” (PLENTZ;

---

<sup>65</sup> É de conhecimento que o depósito de número de patentes não reflete necessariamente o grau de inovação, uma vez que são invenções e ainda não demonstraram aceitação no mercado, o que complete o ciclo de inovação, mas podem ser um indicador quando for muito baixo.

FAZZIO, 2013, p. 24). Dessa forma, a nanotecnologia tinha sua importância estratégica como ferramenta à inovação ressaltada e a valorização de formação de recursos humanos, avançando para aumentar a cooperação internacional global (MCT, 2006c).

Por outro lado, medidas mais amplas visando risco, enfoque regulatório e aspectos ELSI não foram prioritárias neste período (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017), enquanto, a concepção da política priorizou retoricamente e na prática a promoção da nanotecnologia para o setor produtivo. Invernizzi (2008) afirma que havia, embora pouco citado nos documentos do MCTI, a previsão no desenvolvimento da política de serem postas medidas sobre questões éticas e de impactos social do uso de nanoproductos. No entanto, entre as redes de pesquisa lançadas nos primeiros anos da política, a única a ter aprovado quatro projetos relacionados a questões visando estudo de riscos, embora sem citar riscos nos títulos, e aspectos ELSI foi a proveniente do Edital MCT/CNPq Nanotecnologia no. 013/2004<sup>66</sup>. Essa foi a primeira oportunidade de inserção da perspectiva de riscos e impactos, com a previsão de financiamento de R\$ 200 mil para formação de quatro redes de pesquisa envolvendo riscos, que resultaram em cinco projetos financiados com apenas R\$100 mil. Segundo Entrevistado 5 (2017), um dos projetos somente foi financiamento após o coordenador recorrer. Ao final, cada um dos projetos foi contemplado, com R\$20 mil, ficando em a ver outros R\$100 mil. Em 2005, em outra chamada para formação de redes, este ator da política teve projeto sobre implicações reprovado, sendo recusado pelo argumento de que o “coordenador não tinha currículo” suficiente (ENTREVISTADO 5, 2017). A partir deste momento, surgiu a Renanosoma<sup>67</sup>, muito em razão dos movimentos de exclusão de seus membros da formulação da política (ENTREVISTADO 6, 2017). Em 2007, em outra tentativa de abordagem das implicações, o edital de chamada para formação de redes de nanotoxicologia foi arquivado por decisões superiores ao MCTI (ENTREVISTADO 1, 2016).

---

<sup>66</sup> Título dos projetos contemplados: *Propriedade Intelectual em Nanotecnologia; Nanociência e Nanotecnologia aplicadas às Ciências da Vida: Bases Epistêmicas, Impasses Éticos; Estudo do Impacto Econômico, Tecnológico, Social, Ambiental e Regulatório da Nanotecnologia no Desenvolvimento e Produção de Novos Princípios e Fármacos para Setor Farmacêutico Brasileiro; e A governança da Nanotecnologia: Como Lidar com os Desafios Sociais, Éticos, Econômicos, e Ambientais através do Debate Público.*

<sup>67</sup> Rede de pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente é um grupo de ativismo sobre nanotecnologia no Brasil que reúne pesquisadores, cientistas e professores que abordam o tema das nanotecnologias e seus impactos e riscos.

No que se refere à Regulação, em 2005, surgiu a primeira proposta de lei que visava regular a nanotecnologia no Brasil em resposta à política que vinha sendo implementada. De autoria do então deputado federal Edson Duarte (PV/BA), o Projeto de Lei 5076/2005<sup>68</sup> tinha o objetivo de criar uma “Comissão Técnica Nacional de Nanosseguurança – CTNano”, interministerial, e instituir um “Fundo de Desenvolvimento de Nanotecnologia – FDNano” (BRASIL, 2005, p. 1). Nota-se que nas justificativas do PL eram observados os seguintes princípios, no Artigo 2: “I – Informação e Participação social; II – Precaução e Prevenção; III – Função social da Propriedade; IV – Cooperação” (Ibidem., p.1). O PL dava previsões sobre rotulagem, patenteamento, acidentes, monitoramento e sanções, sendo arquivado duas vezes, em janeiro de 2007 e novembro de 2008. A rejeição, na Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática, teve “a justificativa de que existiam leis aplicáveis à nanotecnologia e a regulamentação baseada na precaução comprometeria diversos setores econômicos” (FARIAS, 2013, p. 5). Também foi rejeitado pela Comissão de Finanças e Tributação (CFT), por considerar que “além de redundante, a proposta aduziria uma série de burocracias a mais que implicariam o aumento do chamado ‘custo Brasil’ nessa atividade que apenas agora está começando a se firmar no país” (MCTI, s/d).

Em um momento de raro posicionamento sobre riscos na política, um nanocientista bastante influente que atuou na execução das ações governamentais, afirmou que as críticas de alguns defensores da NT foram exageradas, o que poderia “ser prejudicial a seu desenvolvimento” (NANOCIENTISTA 1, 2006), mas, ao defender pesquisa sobre riscos, ponderou que:

(...) aquelas pessoas “práticas”, que percebem oportunidades de gerar riqueza (sobretudo para si mesmas) saberão, como sempre souberam, aproveitar as oportunidades reais da nanotecnologia, independentemente de nossas reflexões acadêmicas. Onde as promessas tiverem substância, elas serão concretizadas. Onde não tiverem, serão esquecidas. Quanto aos riscos, eles precisam ser estudados e, na medida do possível, quantificados e regulados pelo Estado. (...) E, para tratar dos riscos da nanotecnologia, precisamos da própria nanotecnologia, isto é, devemos financiar as pesquisas acadêmicas que tratam do tema (NANOCIENTISTA 1, 2006).

Seguindo um padrão das políticas de C&T brasileiras, de prevalência da comunidade científica na formulação e implementação da agenda neste tipo de

---

<sup>68</sup> Disponível em

[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=AFC6B923517664D10333777FB9D10723.proposicoesWebExterno1?codteor=297210&filename=Tramitacao-PL+5076/2005](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=AFC6B923517664D10333777FB9D10723.proposicoesWebExterno1?codteor=297210&filename=Tramitacao-PL+5076/2005). Acesso: 16.jun.2015.

política (BAGATTOLLI; INVERNIZZI, 2016), as ações para nanotecnologia contaram com a participação direta de cientistas de renome na área, principalmente de física, em cargos oficiais na política e no aconselhamento (SANTOS JUNIOR, 2013). Isto revelou uma racionalidade compartilhada da política em buscar a prevalência das redes cooperativas para “soluções de gargalos tecnológicos da indústria brasileira” (PLENTZ; FAZZIO, 2013, p. 24).

No que tange aos instrumentos, o desenvolvimento de redes de pesquisa foi um destaque da política, que ocorreu a partir do MCTI e em parceria com as agências de fomento como Capes, CNPq, FAPs e Finep. Dessa maneira, foram estabelecidas ações no nível da nanociência enquanto foram colocadas como distribuidoras de orçamentos, reorganizando centros de pesquisa e missões científicas. As redes permitiram colaborações e o estabelecimento de laços fortes entre a comunidade científica, inclusive no intercâmbio de experiências e infraestrutura (ENTREVISTADO 4, 2017). Destaca-se nas cooperações visando um desenvolvimento global e no contexto institucional favorável, a assinatura, em 2005 do Protocolo de Intenções entre Brasil e Argentina na área de Nanotecnologia e a criação do Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia (CBAN) que gerou intercâmbio de temas de pesquisa e entre pesquisadores, em escolas de formação realizadas entre os dois países focadas em NT, ação que foi renovada até o ano de 2018 pelo menos (ENTREVISTADO 4, 2017; ABDI, 2010). Ao longo dos primeiros anos, a política se desenvolveu ofertando subsídios via editais públicos de financiamento também para empresas e na destinação de recursos para laboratórios e pesquisadores em centros e universidades em rede. O lançamento das redes cooperativas de P&D em N&N, como as Redes Brasil Nano (MCT, 2004c), outra ação de expressão desse instrumento, envolveu diferentes atores do sistema de inovação e buscava facilitar a transferência de conhecimento entre centros de pesquisa e universidades e empresas sob acentuado investimento em fortalecimento e criação de infraestrutura laboratorial (MCT, 2006c; IBN, 2012). Era desta maneira que buscava-se o crescimento e a competitividade da indústria nacional por meio da P&D.

Em 2005, o PDNN foi reforçado e se transformou no Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN) (2005-2008), com o objetivo de atender as demandas estratégicas identificadas pela comunidade envolvida com o desenvolvimento da N&N e colocar em prática as medidas da PITCE, revelando explicitamente o caráter

transversal. Assim, o PNN tinha quatro ações previstas: implantação de laboratórios e redes de nanotecnologia; apoio a redes e laboratórios de nanotecnologia; fomento a projetos institucionais de P&D em N&N; e gestão do programa.

O PNN, composto por um conjunto de ações apoiadas com recursos orçamentários do PPA 2004-2007 e dos Fundos Setoriais, tem como objetivo atender as demandas estratégicas identificadas pela comunidade envolvida com o desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia e colocar em prática uma das medidas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) (...) (MCT, 2005b, p. 1).

Invernizzi, Körbes e Fuck (2011, p. 9) observam que o apoio a grandes laboratórios multiusuários e “em regiões descentralizadas se revelou estratégia decisiva do PNN para expandir rapidamente o acesso de todos os pesquisadores no país a um sofisticado instrumental a partir de um orçamento limitado.” O plano começava, portanto, a compensar a falta de infraestruturas em várias regiões do país. Esta política redesenhada assumiu um caráter mais estratégico (MCT, 2005), conforme revelam as informações de um *policymaker* deste período, destacando o impulso do então ministro do MCT, originário da área científico-acadêmica.

Em 2005, nesse ano inclusive foi a época em que o [...] foi a secretário da SEPED, nós conseguimos alavancar muito graças ao ministro Sérgio Rezende, principalmente, a ação de estruturação de laboratórios. Estruturamos e contribuimos para a implantação de laboratórios da Embrapa, do agronegócio, do laboratório nacional de nanotecnologia para o agronegócio. Nós aportamos naquela ocasião R\$5 milhões. Aportamos recursos para estabilizar o CETENE, também foi em torno de R\$5 milhões, e também um pouco mais, não me lembro exatamente quanto, mas o INMETRO recebeu, além de recursos do PPA, um reforço maior para a montagem do seu laboratório de química (ENTREVISTADO 1, 2016).

O foco nos laboratórios, segundo este mesmo entrevistado, foi uma das prioridades apontadas no documento do GT, além das redes e formação de RH. Ao incluir demais fundos em “aportes adicionais de recursos dos Fundos Setoriais, na Ação Transversal de Nanotecnologia”, foram apoiadas iniciativas que conferiram expressivas contribuições ao desenvolvimento da nanotecnologia no país, tais como: fortalecimento de estruturas laboratoriais de grande porte, como o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e INMETRO; a Cooperação Internacional; empresas incubadas; e a editoração de material técnico-científico na área de nanotecnologia (MCT, 2005, p. 1). As ações integraram as atividades da “Ação Transversal” e eram intituladas em planos, a saber: Jovens Pesquisadores; Programa de Laboratórios Nacionais; Programa de Laboratórios Estratégicos;

Cooperação entre Empresa e Instituições de Pesquisa; Programa de Redes de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; Cooperação Internacional; Incubadoras de Empresas e Editoração de Material de Divulgação da Nanotecnologia (MCT, 2005b, p.1)

Com o PNN inserido no Programa 1388 – Ciência, Tecnologia e Inovação para a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, a PITCE<sup>69</sup>, seus objetivos se alinhavam explicitamente à política industrial. Assim, relacionado diretamente à importância da política industrial para o país, havia o objetivo de aumentar a

(...) eficiência econômica e do desenvolvimento e difusão de tecnologias com maior potencial de indução do nível de atividade e de competição no comércio internacional. Ela (a PITCE) estará focada no aumento da eficiência da estrutura produtiva, aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras e expansão das exportações (MCT, 2003).

Conforme Gordon (2010, p. 95), com a PITCE, a política de NT “buscava compatibilizar e juntar” metas de desenvolvimento tecnológico e a política industrial e a de exportação. É notável, neste sentido, a aproximação institucional do MCTI e do MDIC para alavancar o objetivo central da política de nanotecnologia para o viés da inovação. Para Fernandes e Filgueiras (2008, p. 2207), isto demonstra o caráter que vinha sendo atribuído à nanotecnologia, “exaltada por seu potencial de inovação para o desenvolvimento industrial e econômico”, reafirmando a posição de muitos autores sobre a nanotecnologia representar “uma revolução tecnológica”.

Diante das várias redes que surgiram e foram incentivadas, uma consulta chamada “Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia-NanoDelphi” foi realizada para “identificar tópicos tecnológicos, visando à priorização dos investimentos em ciências, tecnologia e inovação (CT&I) nesta área no Brasil” (CGEE, 2005, p.4). O relatório sobre a NanoDelphi buscou “ressaltar os tópicos tecnológicos ou de pesquisa que tiveram melhor avaliação, de acordo com três critérios: relevância, competitividade e oportunidade” (CGEE, 2005, p. 4). Esse estudo significou mais uma ação transversal visando o aprimoramento da política ao envolver o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), uma organização social sob supervisão do MCTIC (CGEE, 2019), e o então MCT, com a coordenação

---

<sup>69</sup> Além das Leis de Inovação e do Bem, a PITCE suscitou a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CDNI) e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial para promover “o diálogo entre setores público e privado” (LEÃO, SOARES, 2008, p. 3).

técnica sob a responsabilidade do CGEE e a “comissão NanoDelphi” formada por nanocientistas *policy makers* e funcionários do MCT que orbitaram no governo em cargos executivos ou de aconselhamento ao longo de toda a política de NT, além de representantes de universidades federais (CGEE, 2005, p. 3). Este documento definia a N&N como:

(...) um conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que são obtidas graças às especiais propriedades da matéria organizada a partir de estruturas de dimensões nanométricas. Em sua aplicação, a nanotecnologia, promete ser uma nova revolução industrial, fornecendo o entendimento, a produção, o controle e o uso da matéria estruturada no nível atômico e molecular, ou seja, a dimensões de 1 a 100 nanômetros, onde fenômenos de natureza quântica permitem novos e revolucionários rumos (CGEE, 2005, p. 4).

Os resultados da consulta NanoDelphi apontaram os tópicos consensuais de pesquisa no conjunto de respondentes e foram os seguintes temas como prioridade de atenção: Armazenamento de energia; Catálise; Células a combustível; DNA e terapia gênica; Encapsulamento de fármacos; Materiais nanoestruturados para a área farmacêutica, veterinária e cosmetologia; Materiais nanoestruturados, biocompatíveis; Monitoramento ambiental; Nanoeletrônica, materiais e dispositivos; Nanosensores para avaliação de qualidade de alimentos; Nanosensores para detectar toxinas e patógenos de plantas; Produção, armazenamento e conversão de hidrogênio; Recuperação ambiental; Sistemas de liberação de fármacos, medicamentos e reconhecimento molecular; Tratamento de água; e Tratamento de esgotos e efluentes industriais (CGEE, 2005, p. 6). Os participantes da consulta eram da academia, institutos de P&D, empresa, governo, terceiro setor, mídia e ONG (Ibidem., p. 22).

Em 2007, o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI, 2007-2010), do MCTI, tinha “o objetivo de definir as ações e programas a serem executados de forma a inserir definitivamente CT&I na política de desenvolvimento econômico e social do país”, tratando-se “de um plano coordenado pelo MCT, porém com contribuição em termos de planejamento e alocação de recursos de diversos ministérios, estados, municípios e setor empresarial” (LEAL, 2012, p.2). Este objetivo de ampliar a inovação nas empresas, buscando o pressuposto inovativo de novas combinações no sistema interativo de PD&I e sistema produtivo em áreas estratégicas, caso da NT e da biotecnologia, as colocavam na definição do documento como “áreas portadoras de futuro” (PACTI I,

2006, p. 42). O PACTI buscava a inovação como fruto da relação entre ciência e empresa por meio da interação com os produtos da academia. Portanto, fortaleceria tanto a área científica e tecnológica como da inovação na empresa. Inserido no conjunto de planos elaborados para o segundo mandato do governo Lula, foi um plano mais articulado e relacionado com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), apresentado em janeiro de 2007 (LEAL, 2012). O PAC previa, e considerando o papel de guarda-chuva de políticas, “a realização de um grande número de empreendimentos” e ao mesmo tempo buscava realizar e fomentar os investimentos em infraestrutura de transporte, energia, habitação e saneamento, “de modo a assegurar ao País condições para ampliar e manter sustentáveis as taxas de crescimento econômico e de desenvolvimento social a médio e longo prazo” (PACTI I, 2007, p. 5). A articulação institucional é assim descrita:

O MCT vem participando ativamente da concepção e execução da Política de Comércio Exterior (PITCE), atual Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), conduzida pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), nos aspectos que dizem respeito à inovação tecnológica nas empresas. Isto representa um passo importante em direção à necessária convergência da política de ciência e tecnologia com outras políticas setoriais estratégicas, como a industrial, educação, saúde, agropecuária, energia, dentre outras (PACTI I, 2007, p. 8).

Entre as “prioridades estratégicas” do plano estava “a participação integrada de diversos ministérios e entidades federais, articulados com os Estados” (PACTI I, 2007, p. 23-24). De modo a melhor identificar os grandes desafios e as oportunidades para o país, apontava “estabelecer prioridades e criar as condições institucionais, materiais e de recursos humanos para um maior estímulo à inovação por meio da agilização do processo de transferência de conhecimento para a geração de produtos e processos que utilizarão a biotecnologia e a nanotecnologia” (PACTI I, 2007, p. 23-24). Além de “favorecer o aumento da competitividade das empresas nacionais” (PACTI I, 2007, p. 23-24).

O documento do PACTI esclarecia que a NT seria desenvolvida ao longo de quatro eixos principais: a) fortalecimento da gestão e da articulação dos diferentes atores governamentais envolvidos com o tema, de modo a maximizar as oportunidades e vantagens competitivas identificadas para o país na área; b) aumento das competências no país em N&N, por meio do apoio à formação e à fixação de RH, e da consolidação da infraestrutura básica de caracterização e manipulação de materiais nanoestruturados; c) promoção de ações para estimular a

inovação em nanotecnologia, mediante o apoio à interação entre ICTs e empresas; e d) estímulo à cooperação internacional (GORDON, 2010, p. 113). Atenta-se para a importância do primeiro eixo ao afirmar a transversalidade do governo na gestão da tecnologia emergente e direcionar a governança para um enfoque diretamente estratégico da política. Verifica-se que ao longo do período do PPA 2004-2007, a política permaneceu bastante concentrada na comunidade científica e no MCTI, com movimentos de interação com o MDIC. O PACTI I valorizava a convergência do MCT com as políticas conduzidas pelo MDIC visando empresas e sistema industrial (MCT, 2007 a). Segundo o documento, “isto representa um passo importante em direção à necessária convergência da política de ciência e tecnologia com outras políticas setoriais estratégicas, como a industrial, educação, saúde, agropecuária, energia, dentre outras” (PATCI, 2007, p. 8).

Ainda em 2007, o Decreto nº 6.112, de 10 de maio de 2007, o qual promulga o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Governo da República Federativa do Brasil e a Comunidade Europeia no seu artigo IV, estabelece que uma das áreas das atividades de cooperação entre as partes seria as microtecnologias e nanotecnologias, com o objetivo do avanço da ciência, o reforço da competitividade industrial e do desenvolvimento econômico e social (IBICT, 2010). A participação do Brasil em cooperação em NT ocorreu no âmbito do Sétimo Programa-Quadro de Pesquisa e Desenvolvimento (*7th Framework Programme - FP7*) da UE (IBICT, 2010).

Em 2007, foi instituído o Comitê Consultivo para a Área de Nanotecnologia (CCNano) “com o objetivo de assessorar o MCT sobre os macro-objetivos a serem alcançados, indicar as diretrizes a serem adotadas no apoio a projetos e avaliar a alocação de recursos” da política (DOU, 2007, p. 5). Como suporte da CGMNT, o CcNano<sup>70</sup> entrou em funcionamento em 2008 e foi “composto por pesquisadores, membros de entidades representativas do setor privado e pessoas ligadas a órgãos, agências, empresas e instituições do governo federal” (PLENTZ; FAZZIO, 2013, p.23).

No Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2004-2007, destaca-se o objetivo do Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN): “desenvolver novos

---

<sup>70</sup> O CcNano tinha o objetivo de assessorar o ministério na definição dos macros objetivos, áreas prioritárias, diretrizes, alocação de recursos, avaliação de iniciativas, ações, programas e projetos da área de NT. A portaria nomeou 10 conselheiros e era assinada por Luiz Antonio Rodrigues Elias, ministro de C&T interino (DOU, 2007, p. 5).

produtos e processos em nanotecnologia visando o aumento da competitividade da indústria nacional” (MPOG, 2006, p. 30). O pública alvo descrito era o “setor produtivo, instituições de ensino e pesquisa e sociedade” (Ibidem., p.30) e constavam como os principais resultados: “criação de 10 redes de pesquisa em N&N; contratação de 19 projetos de pesquisa realizados por jovens pesquisadores (doutores com até cinco anos de formação); e contratação de 9 projetos cooperativos empresas/universidades” (Ibidem., p. 31).

Após este período, a política brasileira de NT entrou em um novo estágio, como veremos.

### 5.3 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL ENTRE 2008 E 2011

A transversalidade da política de nanotecnologia brasileira, iniciada no período anterior, foi integrada fortemente à Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), entre os anos de 2008 e 2011. A PDP, elaborada pelo “MDIC em parceria com os ministérios da Fazenda e da Ciência e Tecnologia, além de instituições como o BNDES” (ABDI, s/d), foi lançada em maio de 2008. Tinha o objetivo de “dar sustentabilidade ao ciclo de expansão” no que tange à questão “macroeconômica no médio e longo prazo” (ABDI, 2010b, p. 15). As suas quatro macrometas eram: acelerar o investimento fixo, estimular a inovação, ampliar a inserção internacional do Brasil e aumentar o número de micro e pequenas empresas exportadoras (ABDI, s/d).

Refere-se que neste período a política apresentou grande queda em orçamento. Num relatório, de 2011, verificam-se os registros sobre o gasto do orçamento da política, que demonstra os cortes que as ações vinham tendo, notável especialmente neste período em que se buscava uma maior interação com o setor privado:

Ação 4940: (Dotação R\$ 3,3 milhões). A ação sofreu um corte orçamentário de 12,6%. Descrição: Apoio à formação e à consolidação de redes de pesquisa, ou seja, associações de pesquisadores, empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) que trabalham coordenadamente para dinamizar a geração de novas tecnologias, a serem aplicadas no lançamento de novos produtos no mercado nacional e internacional, em diversas áreas estratégicas, tais como: química, incluindo fármacos; material eletrônico e aparelhos de comunicações, equipamentos de instrumentação médico-hospitalares; equipamentos para automação industrial; agronegócio e pecuária; indústria de cosméticos; segmento de plásticos, e tantas outras (MCTI, 2011c, p. 1).

Com ações sistêmicas de interface com políticas governamentais em que se incluía o PACTI, a PDP previa “medidas para ampliação dos recursos para inovação”, “aprimoramento do ambiente jurídico” e “aprimoramento da legislação de comércio internacional” (ABDI, 2010b, p. 8). Nesse viés de incentivo à exportação, um dos princípios do PDP era o “diálogo com o setor privado e o estabelecimento de metas necessárias ao seu permanente monitoramento” (ABDI, s/d). Segundo um *policymaker* atuante no período, as prioridades da política de nanotecnologia foram muito pautadas pelas decisões do CCNano.

(...) primeiro era executar aquilo que fosse definido pelo comitê. São os comitês que traçam a política, tanto do lado político, quanto do lado organizacional, etc. Um dos objetivos mais importantes que nós tínhamos era que houvesse um engajamento próprio da indústria. Que esse plano de desenvolvimento fosse levado a termo. Que a intenção de produzir conhecimento e usar o conhecimento nesses planos fosse canalizada e executada. Sendo eu do ramo da pesquisa e estando lá no MCT, conseguia entender quais eram as demandas de pesquisa científica nos diversos lugares. Tinha noção de quanto de equipamento científico precisava ter, a massa crítica de coisas que pudessem levar a política adiante. A gente dizia que essa fase intermediária, que é a transição entre o resultado e a utilização da tecnologia pela indústria, era um negócio falho no Brasil e tinha que se fazer alguma coisa para interligar, para que fosse fomentado de alguma maneira. A interligação não é uma coisa padrão, de se encontrar nos institutos de pesquisa nas universidades ou mesmo nos institutos de pesquisa independentes, não é muito fácil de achar (ENTREVISTADO 4, 2017).

No entanto, representantes do setor industrial ou empresarial, e trabalhadores, apareceram bastante tardiamente nas reuniões do comitê em 2010. Em 4 de outubro de 2010, conforme ata, questões sobre setores prioritários a serem apontados para desenvolvimento com nanotecnologia foram discutidas, especialmente pelo orçamento que estava rareando. Nessa ocasião, um *policymaker* específico já estava inserido na CGMNT, e sua importância está no fato de ter, posteriormente, conseguido um pequeno, mas considerável, impulso de recursos financeiros. Assim, foi indicado na reunião que se priorizasse para o próximo período: a consolidação da infraestrutura de laboratórios Nacionais de Nanotecnologia, o apoio a redes temáticas de nanotecnologia, o apoio à disseminação da nanotecnologia na sociedade, o apoio ao desenvolvimento industrial de produtos/processos nanotecnológicos e o apoio ao desenvolvimento de mercado em nanotecnologia (MCTI, 2011e, p. 2).

A nanotecnologia constava entre os “Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas” dentro das macrometas da PDP nos “Programas Estruturantes para

Sistemas Produtivos”, apresentados como “o principal instrumento para a execução das macrometas” (LEÃO; SOARES, 2008, p. 4). Em relação ao contexto daquele momento, em que uma crise econômica global ocorria, a PDP também foi apresentada enquanto “instrumento relevante no enfrentamento da crise” (ABDI, 2010b, p.15). Dessa forma, a nanotecnologia foi inserida no Programa Mobilizador em Nanotecnologia da PDP, “cuja gestão estava a cargo do MCT” (SANTOS JUNIOR, 2013, p. 59).

Considerando que o PACTI I (2007-2010) continuava em vigência, destaca-se que o plano pretendia criar condições institucionais e de recursos humanos para incentivar atividades de P&D de novos produtos e processos e a transferência de tecnologia visando a inovação, de forma a promover a competitividade da indústria nacional, conforme preconizava a PDP (PACTI, 2007, p. 42). Esta posição explícita no documento reafirmava o caráter estratégico da nanotecnologia para o setor produtivo. O plano citava que o desenvolvimento da nanotecnologia era articulado junto à PDP em um esforço conjunto entre o “MCT, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e a associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) para divulgação da nanotecnologia no setor privado” (PLENTZ; FAZZIO, 2013, p.24). Nesse período, uma das principais ações do PACTI foi no estímulo da interação entre ICTs e empresas. Em 2008, o lançamento dos INCTs em nanotecnologia ocorreu em regiões descentralizadas do país, excluídos os estados de Roraima, Amazônia, Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Tocantins, Rondônia, Acre, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Em que pese os investimentos terem somado mais de R\$ 86 milhões e terem o objetivo da interação da “sociedade, setor empresarial e governo” a nível de Sibratec, nenhum ICT abordou no título questões sobre as implicações (MARTINS, 2012).

Nesse período foi lançado, em 2011, a “Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 – Balanço das Atividades Estruturantes 2011”, em articulação com o macroplano de governo Plano Brasil Maior, voltado à política industrial, em que a nanotecnologia é apresentada enquanto “fronteiras para a inovação” (ENCTI I, 2012, p. 8), setor de “fronteira do conhecimento (ENCTI I, 2012, p. 13) e “área estratégica e de futuro” (Ibidem., p. 17).

As justificativas da política nesse período tem um giro linguístico em que a nanotecnologia é enfatizada “como portadora de futuro” e como “motor de inovação”.

Esse enfoque revela a racionalidade de quem faz a política, como confirmou o Entrevistado 4 (2017):

Eu não sei se já não recebemos isso pronto do pessoal anterior. Eu tenho impressão que já estava conhecendo o [...], o conhecimento pessoalmente, eu sei como ele organiza as coisas. Na época que ele estava no ministério, sabendo como ele pensava, aquilo poderia ter sido perfeitamente escrito pelo [...]. Porque ele enxergava as coisas desse jeito. Pode ser que ele não tenha feito objetivamente as coisas, mas tem toda a cara dele disso: nós temos que apostar em alguma coisa e isso pode ser a aposta que pode ser feita. Nesse sentido, esse discurso era isso mesmo, de que tinha que pegar essa oportunidade. Ainda mais que tinha gente inovadora e gente que fazia pesquisa de ponta.

A ENCTI explicitava a intenção do Brasil em, por meio da CT&I e do texto de apresentação, assinado pelo então ministro Aloizio Mercadante, ingressar na “sociedade do conhecimento”:

No meu discurso de posse no MCTI, em janeiro de 2011, assinei o que é o principal desafio que o Brasil terá de enfrentar se quiser se transformar em um País efetivamente desenvolvido, com uma economia eficiente e competitiva: preparar-se para a “sociedade do conhecimento”. Essa é a diretriz estratégica para as próximas décadas, que no nosso caso, implica combinar educação universal de qualidade, pesquisa científica, inovação e inclusão social.

A sociedade do futuro é a sociedade do conhecimento. Durante as últimas décadas, o mundo presenciou uma notável ampliação da utilização, na produção industrial, de avanços realizados em diversas esferas do conhecimento científico, especialmente nas áreas de automação, microeletrônica e informatização. Essa nova onda de inovação, a chamada terceira “revolução industrial”, ocorreu inicialmente em um reduzido grupo de Países que estiveram na vanguarda do desenvolvimento científico: os Estados Unidos, o Japão e as principais economias da Europa, tendo à cabeça a Alemanha, expandindo-se mais recentemente a Coreia e a China (ENCTI I, 2012, p. 9).

A ENCTI estabelecia diretrizes que orientavam “as ações nacionais e regionais no horizonte temporal de 2012 a 2015 em continuidade e aprofundamento do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010 (PACTI)” centrando a “importância da ciência, a tecnologia e a inovação (C,T&I) como eixo estruturante do desenvolvimento do País” (ENCTI I, 2012, p. 23). A estratégia destaca a “articulação entre a política de C,T&I e a política industrial brasileira, representada pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), de 2003 a 2007, pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), de 2008 a 2010 e pelo Plano Brasil Maior (PBM), lançado em agosto de 2011”, que tinha a “C,T&I como diretrizes centrais da política de governo” (ENCTI I, loc. cit.).

Nesse período houve uma série de relatórios de gestão, demonstrando uma fase bastante focada em implementação política. É perceptível a inexistência de um documento central da política a exemplo do PNN ou IBN. Dessa forma, são os relatórios que demonstram as ações realizadas no âmbito da CGMNT. O “Relatório Analítico Programa para a CT&I para Nanotecnologia”, de 2008, sintetiza o objetivo do então designado “Programa de Nanotecnologia”: “promover a geração de produtos, processos e serviços em nanotecnologia, visando o aumento da competitividade da indústria nacional” (MCT, 2008, p. 1). As ações estavam estruturadas em consonância com as metas estabelecidas no Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação 2007 - 2010 (PACTI)” (MCT, loc. cit.). Assim, em 2008, o Programa implementou ações visando:

(...) apoiar a pesquisa básica, dar continuidade ao apoio às redes de Pesquisa em Nanotecnologia e apoio à manutenção e criação de laboratório estratégicos, promover a integração ente as redes e grupos de pesquisa com empresas, apoiar a formação de mestres e doutores, viabilizar a implementação das atividades programadas pelo Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia para o exercício, expandir a cooperação internacional e avaliar as Redes de Pesquisa de Nanotecnologia (MCT, 2008, p. 1).

A mobilização do setor produtivo empresarial para interação com a política brasileira de nanotecnologia ocorreu por meio de eventos de divulgação de ações e workshops, a exemplo do “Nano: Da academia para o Mundo dos Negócios” (MCTI, 2011d, p.1), e programas de parceria e subvenções específicos (ENTREVISTADO 3, 2017; BARBOSA, 2017). Mas, como narra um *policy maker* do período, foi necessário um trabalho de convencimento para atrair a atenção do setor empresarial brasileiro: “Quando começou a história, uma das coisas que eu fazia era ir às empresas para fazer propaganda para dizer ‘olha, tem dinheiro no governo para pedir auxílio para fazer desenvolvimento e tal’, ‘peguem financiamento, a Finep está lá aberta” (ENTREVISTADO 3, 2017). Outro *policy maker*, do âmbito do aconselhamento da política, atribui tal situação à dificuldade de interlocução entre empresa e academia.

Às vezes a empresa não tem nem tempo de parar e pensar naquela tecnologia, às vezes a pessoa que vinha participar do Fórum de Competitividade não era a que decidia. E na academia muitas vezes o acadêmico é muito hermético na sua linguagem e não passa a informação de uma maneira mais simplificada. Não só na indústria, mas também na academia, há uma dificuldade de interlocução. As coisas melhoraram nos últimos 10 anos, hoje é muito melhor, mas houve certa dificuldade (ENTREVISTADO 4, 2017).

Além disso, ele aponta que “no setor industrial brasileiro às vezes um desconhecimento em relação a área não só de questões de segurança, mas das vantagens”, “de ter a nanotecnologia e entender que ela pode ser uma ferramenta de inovação” (ENTREVISTADO 3, 2017). E complementa: “no setor industrial há um grande desconhecimento de que para os negócios a nanotecnologia pode ser uma oportunidade. Por isso a gente vem reiteradamente chamando eventos, academia tentando colocá-los juntos, não é uma tarefa fácil” (ENTREVISTADO 3, 2017). Contudo, o entrevistado 4 (2017) destaca aspectos burocráticos internos que travavam a política, especialmente na atuação da FINEP na liberação de recursos e na falta de informações sobre os processos. Segundo ele, a agência atrasava os julgamentos dos projetos e muitas vezes os repasses não eram feitos por falhas técnicas ou disputas políticas implícitas. Além disso, não raro as empresas não têm capacidade técnica para formatar os projetos e consultores eram contratados para isso. O problema é que a visão desses consultores de como se faz indústria era ultrapassada (ENTREVISTADO 3, 2017). Os problemas com a FINEP foram discutidos em reunião do CCNano do dia 8 de outubro de 2009.

Membros do CCNano demonstraram indignação pelo fato da FINEP questionar o mérito dos projetos dos laboratórios que foram selecionados e recomendados pelo referido comitê. Desta forma, optaram por encaminhar ofício diretamente ao Ministro da Ciência e Tecnologia, demonstrando suas preocupações quanto às decisões da FINEP, por considerarem que a não distribuição dos recursos representa um entrave para o desenvolvimento da nanotecnologia no país. Diante do exposto, o CCNano recomendou que os recursos atualmente não distribuídos pela FINEP sejam repassados aos laboratórios para que, após esse ato, decidam pela forma de distribuição dos recursos atualmente previstos (MCT, 2009c, p. 3).

Outro fator de dificuldade da política foi o seu silenciamento<sup>71</sup> por não ter tido um plano de comunicação, causando praticamente uma ausência de dimensão pública e divulgação científica sobre uma ação governamental de tamanha envergadura que naquele momento se desenvolvia no país. Segundo o Entrevistado 3 (2017), o CCNano indicou a necessidade de um plano de comunicação, demanda

---

<sup>71</sup> A direção de silenciamento detectado neste estudo está menos relacionada com o conceito proposto por Noelle-Neumann (1974), em que uma opinião se omite por receio de reprovação ou por não encontrar a situação adequada de valores para aceitação de determinado ponto de vista. Está sim mais direcionada à ideia proposta por Chambers (2004) no que tange ao controle de determinadas opiniões que emergem, mas em círculos que pretendem que apenas alguns pontos de vista sejam aprovados a partir de decisões, definidas “às portas fechadas”, ou seja, no controle de determinadas opiniões para que outras prevaleçam. Isso caracteriza processos de deliberação plebiscitária, em arenas em que não se discutem as razões, em que estas são colocadas de forma para que sejam aceitas ou aprovadas/ rejeitadas ou reprovadas.

que sempre “trancava no ministério”. Instâncias de decisão não priorizavam a comunicação da NT: “eram necessários R\$1 milhão e nunca se conseguiu. Desde que entrei lá, fiz passar essa demanda pelos comitês, todo mundo votou e foi a única coisa que voltou sistematicamente. A desculpa era ‘nós não temos dinheiro para fazer isso’” (ENTREVISTADO 3, 2017). A indicação do comitê ocorreu em 2009, e referia a proposta de ação visando a comunicação da nanotecnologia em um projeto de divulgação.

2 – Ações de Nanotecnologia no âmbito do PACTI Apoio a Divulgação da Nanotecnologia” (7.2.1). Recursos disponíveis: R\$ 1 milhão (Ação Transversal dos Fundos Setoriais). A ação visa apoiar a produção nacional de material didático e de divulgação científica (por exemplo: livros-texto, CDs, DVDs, cursos via Internet e ensino a distância) voltados para estudantes universitários, de escolas técnicas e do ensino médio e fundamental, bem como público especializado. O CCNANO informou que existem diversas ações isoladas com este propósito. Como exemplo citou: o projeto de divulgação científica de produtos que vem sendo elaborado pelos profs. XXX<sup>72</sup>, XXX e XXX, os filmes produzidos pelo Prof. XXX, a cartilha produzida pelo CBPF e um elenco de ações produzido pelas redes. O CCNANO recomendou que a ação fosse implementada, via edital, para o apoio de propostas integradas atendendo diversos níveis de informação (médio, especialistas e público geral). O Prof. XXX informou que iria solicitar a colaboração/parceria do Prof. XXX na elaboração do referido o edital. Assim que concluído, o edital seria encaminhado ao CCNANO para apreciação e comentários (MCT, 2009b, p. 1).

Em que pese o MCTIC ter registrado alguns momentos da política e os principais atos em notícias no site do ministério, pelo menos a partir de 2008, tais informações ressaltavam enfoques muito burocráticos e limitados a aspectos do setor produtivo, cooperações e pesquisa, e projetos, sem envolvimento do público e ausência sobre temas mais cotidianos no que tange às implicações da política sobre uma tecnologia emergente (QUEVEDO; INVERNIZZI, 2018).

Diante da escassez comunicacional da política, algumas notícias em sites especializados abordaram a política em raros momentos em que foi possível verificar alguns pontos de vista de *policy makers*. Em 2007, a notícia publicada no site da Unicamp intitulada “Nanotecnologia: estudo da Unicamp subsidia Governo” abordou os Impactos ELSI e a Regulação, dimensionando que havia preocupação sobre a regulação para a atividade com NT. Esta notícia, do âmbito científico-acadêmico, evidencia que a regulação surgiu no discurso sobre o desenvolvimento da política, mas esta responsabilidade não se tornou central no decorrer da implementação, o que também se verificou na retórica no ano de fechamento do

<sup>72</sup> Os nomes foram suprimidos para preservar a identidade dos atores sociais.

primeiro PPA com orçamento para nanotecnologia. A questão dos Impactos ELSI também apareceu e revelou o tratamento da palavra “implicações”, um termo caro ao debate sobre as controvérsias da nanotecnologia, conforme segue:

O estudo sobre Nanotecnologia aborda as implicações da atividade para o Brasil e o cenário internacional, com identificação e análise de estratégias governamentais e empresariais. Foram analisados dois grupos de países: aqueles cuja presença na literatura já mostravam atividade consistente e/ou atividades apoiadas pela definição de programas nacionais para área (países-chave); e o outro conjunto foi constituído por países que potencialmente poderiam ser competidores do Brasil (países-competidores) (SITE UNICAMP, 2007, p.2).

A palavra é referida em comentário de comparação com outros países, mas não esclarece quais implicações seriam essas para o Brasil. Também não indica aspectos éticos, legais ou sociais, enfocando a competição global primordialmente.

A questão dos riscos ambientais foi diretamente abordada, em 2006, em entrevista de nanocientista na notícia da Revista da Uniemp.<sup>73</sup> O que evidenciou vieses da implementação e a justificativa para o padrão de tratamento da regulação, que, assim como os riscos, ficou de lado no início da política. Há o seguinte posicionamento de nanocientista influente na política:

Quanto aos riscos, eles precisam ser estudados e, na medida do possível, quantificados e regulados pelo Estado. Seria bobagem dizer que a nanotecnologia não oferece riscos, mas é preciso tratá-los sem histeria. E, para tratar dos riscos da nanotecnologia precisamos da própria nanotecnologia, isto é devemos financiar as pesquisas acadêmicas que tratam do tema (NANOCIENTISTA 1, 2006, p.5)

Notícias a exemplo desta foram fontes em que nanocientistas foram inquiridos em entrevista a falar sobre os riscos e o cenário do desenvolvimento da nanociência a partir da política brasileira.

Em síntese, “a comunicação governamental obedeceu a uma lógica em termos de restrita arena de debate e algumas questões políticas pautaram a ciência, a exemplo de lançamentos de ações”, refletindo um direcionamento “*top-down* da política da tecnologia, complexa e hierarquizada tecnicamente”, pautada pelo enfoque em laboratórios (QUEVEDO; INVERNIZZI, 2017, p.8). Isto também se relaciona com o *ethos* dos atores onde a política está inserida, como atribui outro *policymaker*.

---

<sup>73</sup> Título da notícia: “Brasil aposta na nanociência e nanotecnologia”, por Simone Pallone e Wanda Jorge - Entrevista com Cylon Gonçalves da Silva publicada na Revista Uniemp, 2006.

Primeiro não houve fomento específico para isso, e segundo a ciência em N&N é feita por pesquisadores, professores que têm na atividade de pesquisa a atividade central na sua carreira e não sobra tempo. Não têm disposição e nem formação pedagógica para inserção no ensino médio, ensino infantil para terem uma ideia sobre isso (ENTREVISTADO 4, 2017).

Foi em um ambiente voltado para o setor produtivo, não do MCT, que surgiram informações sobre um debate regulatório de NT. Em 2009, o MDIC tomou a dianteira e promoveu as primeiras discussões informativas sobre regulação no Fórum de Competitividade em Nanotecnologia (ABDI, 2011). Quando o Fórum de Competitividade da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)<sup>74</sup> incluiu a nanotecnologia, discutia-se, primordialmente, a sua “inserção internacional” enquanto “setor produtivo, buscando a ampliação e consolidação de mercados e relações econômicas por meio da integração de cadeias produtivas, internacionalização de empresas e a diversificação das exportações com maior valor agregado” (ABDI, 2010b, p. 45). A “Estratégia Nacional de Nanotecnologia” era visionada pela ABDI para ser articulada e apoiada na construção e monitoramento da implantação de políticas e ações específicas (ABDI, 2010b, p. 53).

A partir de 2010, as questões dos riscos passam, então, a assumir um espaço mais importante na política em paralelo a alguns fatos internacionais e nacionais. Primeiro, refere-se a crescente preocupação global visando impactos da NT e também condições de comércio de nanoproductos. A iniciativa da ABDI produziu um relatório sobre o quadro de regulação da NT chamado “Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação”, cujos aspectos técnicos científicos do estudo estavam a cargo de um nanocientista acadêmico da área de química, colaborador que orbitou em torno da política de NT no MCTIC. O documento distinguia que “as Nanotecnologias não são uma indústria, mas, certamente, estarão

---

<sup>74</sup> A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial foi instituída em dezembro de 2004 para “promover a execução da Política Industrial do Brasil, em consonância com as políticas de Comércio Exterior e de Ciência e Tecnologia (Lei 11.080)”. O enfoque da ABDI em 2008 estava nos programas e projetos estabelecidos pela PDP, da qual era Secretária Executiva, ao lado do Ministério da Fazenda e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (ABDI, 2011b, p. 3). A ABDI se apresenta como “elo entre o setor público e privado” por coordenar “vários projetos setoriais e transversais com o objetivo de contribuir para o crescimento econômico e sustentável brasileiro e o aumento da competitividade da indústria” (ABDI, 2011c, p. 7). Ao participar do Fórum de Competitividade, “é atuante na divulgação de informações sobre a nanotecnologia no Brasil” e “entre as publicações produzidas (...) ao setor estão o Estudo Prospectivo e o Panorama de Nanotecnologia, além de cartilha e uma newsletter mensal intitulada Nano em Foco” destinados “a empresários, acadêmicos, representantes do governo, entidades de classe e institutos de pesquisa” (ABDI, loc. cit.).

presentes em todos os setores industriais” (ABDI, 2011, p. 7) e, na definição da emergente tecnologia, inferia as novas propriedades:

A nanotecnologia pode ser entendida como o estudo, a manipulação, a construção de materiais, substâncias, dispositivos, objetos que estão normalmente na escala nanométrica (1 nanômetro =  $10^{-9}$  do metro) e que apresentam propriedades fortemente dependentes dessa escala de tamanho (ABDI, 2011, p. 9).

E justificava que, neste contexto, surgia:

(...) a necessidade de informações e uma maior compreensão sobre a percepção pública da nanotecnologia, e como os diferentes atores, pesquisadores, governo, indústrias e sociedade trabalham a questão dos riscos e benefícios das nanotecnologias. Neste âmbito, emergem as abordagens da nanotoxicologia, ecotoxicologia e genotoxicologia como ferramentas fundamentais para o enfrentamento destas questões. No momento em que já se conta com milhares de produtos que se apropriaram do conhecimento das nanotecnologias, sem a existência de um quadro regulatório constituído para sua comercialização, fica evidente que há muito a ser feito dentro da perspectiva da EHS (*Environmental, Health and Safety*). A regulação das nanotecnologias afigura-se como uma questão candente, na exata medida em que começa a passar de iniciativas baseadas em atos voluntários para uma questão mandatória, do tipo: *no data, no market* (ABDI, 2011, p. 7).

O objetivo do estudo da ABDI supracitado era “oferecer informações consolidadas aos pesquisadores, empresários e entidades que lidam com o assunto, no que diz respeito aos riscos da nanotecnologia e suas implicações sobre as questões regulatórias” (ABDI, 2011, p. 8). Além de “ (...) coligir um conjunto de bibliografias atinente aos temas tratados, e, também, aspectos relacionados com normas, projetos/programas e empresas que produzem equipamentos de segurança para trabalhos na área (pesquisa e indústria)” (ABDI, 2011, p. 8). As fontes apresentadas no relatório abordavam “os documentos seminais de diferentes agências internacionais e as normas ISO relacionadas com a nanotecnologia”, com a ênfase colocada em nanomateriais (ABDI, 2011, p. 7). As travas globais ao comércio, apontadas por Foladori e Invernizzi (2017), forçaram o debate sobre regulação. Isto, em certa medida, aconteceu na política brasileira, conforme observa-se no depoimento seguinte:

Tem que se pensar nas barreiras comerciais, barreiras tecnológicas, para trabalhar com a nanotecnologia tem que ter regulação para que, na hora em que se vende qualquer coisa para o exterior, se saiba que é feito de acordo com todas as regras que estabelecem. Essa questão das barreiras tecnológicas é muito séria. Por exemplo, o Inmetro sob a presidência do [...] , mudou o caráter, foi colocado um monte de ciência básica lá dentro para poder garantir a tecnologia que se faz aqui. Além disso, um integrante do comitê sabia como eram feitas as coisas de creditação no Brasil lá fora e o Brasil tem os melhores sistemas de creditação (ENTREVISTADO 3, 2017).

O segundo fato que incitou maior discussão da problemática no âmbito da política de NT foi outro PL sobre nanotecnologia que começou a tramitar, então no Senado Federal. De autoria do senador Tião Viana (PT/AC), o PL 131/2010, propunha alterar o Decreto-Lei no 986, de 21 de outubro de 1969, que instituía normas básicas sobre alimentos, e a Lei no 6.360, de 23 de setembro de 1976, que dispunha sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos. Entre as providências, estava determinar que rótulos, embalagens, etiquetas, bulas e materiais publicitários de produtos elaborados com recurso à nanotecnologia contivessem informação sobre esse fato. O PL foi rejeitado pela Comissão de Assuntos Sociais (CAS), pela Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle (CMA). O argumento foi que não havia “evidências científicas que *justificassem* a necessidade de ressalvar o uso da nanotecnologia nos processos produtivos, conforme destaca a própria justificção do projeto” e que “existem muitas técnicas diferentes englobadas nessa classificação, o que por si só torna inadequada a generalização da medida imposta pelo projeto de lei” (MCTI, s/d, grifo nosso.) O PL foi arquivado em agosto de 2013 (MCTI, s/d).

Relembre-se que o tratamento das questões de riscos e impactos ELSI, no âmbito do PPA 2008-2011, teve uma nova indicação em documento do MCT (2007a) sobre a necessidade do estabelecimento de políticas sobre questões éticas e os impactos sociais dos produtos baseados em nanotecnologia. O ministério sinalizou a necessidade de pesquisar o tema e solicitou ao CNPq articular edital, o que não foi efetuado e a ideia de uma nova chamada de pesquisa sobre riscos acabou sendo arquivada pela não liberação de recursos (QUEVEDO; INVERNIZZI, 2017), conforme confirma um *policymaker*, quando diz que a questão de riscos não foi esquecida:

Isso não foi esquecido não. Isso foi decisão política mesmo. Vou dar um exemplo. Em 2007, a coordenação, já entendendo a importância de se atuar nas questões dos impactos sócioambientais, o problema de nanotoxicologia, análise de risco do uso da nanotecnologia, reservou R\$1 milhão para um edital, montou um grupo de trabalho, formado por especialistas na área e eles fizeram até uma carta para o ministro na ocasião propondo o lançamento de um edital, para focar essa parte de nanotoxicologia. Então havia o grupo montado e a carta, o edital estava pronto, então só esperávamos que gerassem o aval do ministério e simplesmente a orientação foi 'não se toca nesse assunto' (ENTREVISTADO 1, 2016).

Outro entrevistado também reiterou que os recursos não foram liberados: o edital sobre riscos de 2007 “não andou por que não tinha dinheiro, porque precisava mais dinheiro para abrir uma chamada e não entrou em vigor” (ENTREVISTADO 3, 2017). Já o surgimento da regulação no âmbito da ABDI é confirmado por uma *policymaker*, conectando ao debate global da regulação.

Aquele documento da ABDI, aquilo ali foi o momento que a gente parou para sentar e pensar 'vamos ver o que está acontecendo no mundo' e demos uma contribuição. Aquele documento na sua parte final fala de um algoritmo para discernir partículas que poderia ajudar num marco regulatório e um grupo de pesquisa da Anvisa sugeriu a sua utilização, mas eu não sei como está isso. Mas foi de onde saíram as recomendações da Comunidade Europeia, que levava em consideração as mesmas coisas (ENTREVISTADO 4, 2017).

O Entrevistado 4 (2017), inclusive, foi apontada por outro *policymaker* central da política (ENTREVISTADO 2, 2016), como o principal agente em prol da regulação, por se preocupar com que os riscos e a regulação fossem finalmente abordados pela política de forma efetiva. Isso ocorreu também no âmbito do CCNano.

Sim, eu me preocupei por que eu trabalho na interface das parcerias com empresas, então na verdade a gente lida nessas parcerias público-privadas também no registro de medicamentos, e os registros acontecem na agência sanitária, que é quem regula, é a agência que regula na área farmacêutica. Então, para nós das farmacêuticas, é importante entregar algo em termos de transferência de tecnologia que vai chegar na sociedade, que seja eficaz, mas que também seja seguro (ENTREVISTADO 4, 2017).

Nesse período, como se verifica a seguir, em referência de 2008, há na comunidade científica a noção da lacuna sobre riscos. Embora a política tenha origens nos anos 2000, já havia trabalhos consolidados em N&N desde 1998, pelo menos, e percebia-se o silenciamento sobre implicações e participação.

Conclui-se que o Brasil, ao longo de duas décadas de trabalho em N&N, tem bons indicadores de produção científica na área e indicadores de inovação que, embora não sejam tão bons, já demonstram potencial de crescimento, sendo fundamental que todos os avanços **sejam acompanhados por medidas de divulgação científica e participação social**” (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008, p. 2212, grifo nosso).

O CCNano, embora tenha sido instituído em portaria em 2007, começou a atuar em 2008 no assessoramento da política de nanotecnologia do “Ministério da Ciência e Tecnologia sobre os macro-objetivos a serem alcançados” buscando “indicar as diretrizes a serem adotadas no apoio a projetos e avaliar a alocação de recursos” (DOU, 2008, p. 7). Os integrantes do comitê técnico passavam por nomeação oficial a cada rodada de novos conselheiros. Na reunião do comitê em 11 de agosto de 2009, a questão das implicações da nanotecnologia surgiu, conforme registra a ata: “O CCNANO sugeriu a realização de estudos das implicações. Foi mencionado a existência de trabalhos nesta área e a recomendação do Comitê é de considerá-los quando do estabelecimento do Marco Legal.” (DOU, 2009, p. 5) Nesta mesma reunião, “foi solicitado ao CCNANO a indicação de nomes, que se prontificou em encaminhá-los à CGNT” para “apoiar iniciativas para o estabelecimento de um Marco Regulatório para a Nanotecnologia” (DOU, loc. cit.). Nesta reunião também foi tratada a participação de integrante do CCNano no Fórum de Competitividade, conforme a seguinte ordem: “b. Marco Regulatório; - XXX (Consultoria Jurídica do MCT) - XXX (Rede de Nanocosméticos) - XXX (Unicamp) - XX (USP) - Representante Anvisa” (MCT, 2009b, p.4).

Embora a ação de divulgação não tenha obtido orçamento, o que revelaria uma medida de conscientização da sociedade relacionada aos aspectos ELSI, a partir de 2011, redes de pesquisa começaram a ser formar para estimular tanto a expansão, quanto a precaução em relação ao tema, com medidas mais explícitas representadas especialmente com o lançamento das redes de nanotoxicologia<sup>75</sup> pela chamada do Edital CNPQ 2011, inseridas também as redes de nanoinstrumentação

---

<sup>75</sup> As redes de nanotoxicologia são: Aquática do Centro-Oeste (UNB); Compostos Nanoestruturados: Citotoxicidade e Genotoxicidade de Produtos com Potencial Industrial (Cigenanotox - Unicamp); Aplicada a Nanopartículas de Interesse da Indústria Petrolífera e de Tintas (UFSC); Ocupacional e Ambiental: Subsídios Científicos para Estabelecer Marcos Regulatórios e Avaliação de Riscos (UFRGS); Avaliação da Toxicidade de Nanomateriais Aplicados em Medicina e Agricultura: Desenvolvimento de Estudos in vivo, in vitro e em Modelos de Membrana) (USP); e Toxicidade de Nanopartículas em Sistemas Biológicos: Produção de Material de Referência, Desenvolvimento de Métodos Normalizados para Caracterização Físico-química e Estudo das Interações de Nanopartículas com Células e Tecidos (Rede Nanotox - Inmetro) (MCTI, 2014).

(QUEVEDO; INVERNIZZI, 2017). Assim, as iniciativas com vias à regulação da nanotecnologia no Brasil, que começaram a tomar forma mais concreta apenas neste período, localizado já na segunda década dos anos 2000, partiram concretamente de medidas estritamente técnicas nas seis Redes de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanotoxicologia, cujo objetivo foi “avaliar a segurança de nanomateriais e para dar suporte nos assuntos relativos à regulação” (MCTI, 2014a, p. 5). O assunto foi um dos temas das reuniões do comitê de 9 de fevereiro de 2010.

Sobre as discussões da necessidade de se desenvolverem estudos sobre Nanotoxicologia, XXX discursou sobre a forma como as fábricas de nanotubos de carbono afetarão diretamente o setor de polímeros e a economia de cidades como Diadema (SP). Demonstrou como as resinas de nanotubos para o revestimento do casco de navios tem se tornado um negócio estratégico para várias empresas. E que a fabricação de nanotubos será alvo de discussão em diversos eventos como *Nanosafe* e *Nanotoxicology Conference*, tornando esse tema de fundamental importância para as políticas públicas no Brasil (...) Diante do exposto, o CCNano resolveu sugerir a inclusão do tema e a criação de uma rede de Nanotoxicologia nas discussões do GT Marco Legal, do Fórum de Competitividade (MCT, 2010b, p. 5-6).

Foram previstos R\$1,2 milhões em apoio à formação dessas redes. Cada uma das seis seria contemplada com R\$ 600 mil, sendo R\$450 mil para despesas de custeio e R\$150 mil para despesas de capital.

(...) foi importante surgir essa rede no Brasil, numa delas consegui participar e editar um livro, um livro internacional, de métodos de Nanotox que rendeu frutos no sentido de que conseguimos repassar todas as informações em um livro que está dando acesso as pessoas em como fazer e saber. (ENTREVISTADO 4, 2017).

Também foram lançadas duas Redes de Nanoinstrumentação<sup>76</sup>, que previa um orçamento mais robusto, devendo ser apoiadas com R\$2,7 milhões cada uma, com R\$686 mil para despesas de custeio e R\$656 mil para despesas de capital. Conforme ata da reunião do comitê, de 31 de maio de 2011, os recursos dessas redes eram provenientes da Fonte 100 (MCTI, 2011d).

Por fim, em reunião do comitê de 5 de dezembro de 2011, a questão regulatória em linhas globais era tratada. Abordava-se, especialmente, as controvérsias da nanotecnologia suscitadas pela indefinição do tamanho das nanopartículas.

---

<sup>76</sup>Toxicidade de Nanopartículas em Sistemas Biológicos: Produção de Material de Referência, Desenvolvimento de Métodos Normalizados para Caracterização Físico-Química e Estudo das Interações de Nanopartículas com Células e Tecidos (Rede Nanotox - Inmetro) (MCTI, 2014).

Relatou-se que a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico apresentou nova definição para nanopartículas, onde a partícula primária deve ter tamanho menor ou igual a cem nanômetros. Relatou-se que a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico apresentou nova definição para nanopartículas, onde a partícula primária deve ter tamanho menor ou igual a cem nanômetros. Apesar deste documento ainda estar sob consulta, o setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos trabalha com nanopartículas com tamanho superior a duzentos nanômetros, devido à preocupação com a penetração na pele (MCTI, 2011f, p. 1-2).

Em tempo, ressalta-se que o período analisado, de meio da política, consistiu numa articulação entre os planos que deram o impulso inicial, com investimentos vigorosos, no período entre 2004 e 2007, e entre a evolução da política para uma iniciativa mais focada e que pretendia recuperar questões de riscos e impactos que eram lacunas não só entre 2008 e 2011, mas antes. Portanto, a principal característica deste período intermediário pode ser sintetizada num trecho de um relatório de gestão entre os anos de 2004 e 2008, em que se demarca que: “a PITCE, o PACTI e o PDP, em sinergia, representam esforços do Estado para elevar o padrão científico e tecnológico do país, colocando-o no mesmo patamar de competitividade dos países industrializados desenvolvidos” (MCT, 2008b, p. 2).

No período seguinte, como veremos a seguir, as questões da governança de risco então se estabelecem nos objetivos do novo programa da política mais concretamente. Dessa forma, a governança política acopla tardiamente, em um novo desenho, as prerrogativas para uma abordagem da inovação e pesquisa responsáveis (*Responsible Research Innovation - RRI*).

#### 5.4 A POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA DO BRASIL ENTRE 2012 E 2015

Na virada para a segunda década dos anos 2000, a política de NT foi marcada pela continuidade do aporte de recursos do PPA, na vigência do Plano Plurianual 2012-2015. Em que pese a variação dos valores induzidos para a política ocorrer sobremaneira neste período, é nessa fase que surge a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), uma nova formatação na política que se alinha, 12 anos depois, de forma mais visível à Iniciativa Nacional de Nanotecnologia dos Estados Unidos (NNI), e no que tange à governança de riscos, com indicadores de pesquisa e inovação responsáveis na visão europeia. Segundo Entrevistado 2 (2016), um coordenador da CGMT com influência sobre este período foi “uma das pessoas que fez questão absoluta de colocar a questão da regulação na agenda”. É neste

período que também emergem alguns de debates com alguma visibilidade pública perceptíveis por meio da troca de argumentação (WEBER, 2004, 2007) em audiências e manifestos. Esses debates concretamente ocorreram em duas audiências na Câmara dos Deputados e na troca de manifestos entre cientistas da área no site do Jornal da Ciência, suscitados pela proposição de dois outros projetos de lei sobre nanotecnologia. Tais episódios demonstraram a repercussão das controvérsias da nanotecnologia sobre riscos e implicações na política brasileira e revelaram dissensos e contradições que vinham sendo controlados ao longo da implementação política.

Para o Plano Plurianual de 2012-2015, o MCTI pretendia ampliar para 120 o número de empresas que realizavam P&D em nanotecnologia em seus processos produtivos no Brasil (ENTREVISTADO 1, 2016). Visava-se consolidar as ações em nanometrologia e fomentar a P&D e inovação em NT. Neste sentido, algumas metas foram cumpridas, segundo Barbosa (2017), ao mencionar que os dados da PINTEC de 2014<sup>77</sup> apontaram que o número de empresas com P&D em NT no Brasil entre 2012 e 2014 foi de 159, indo além da meta inicialmente estipulada pelo PPA 2012-2015. Contudo, a descontinuidade dos recursos alcançou a contribuição dos Fundos Setoriais, que foi quase nula em 2010, sendo zerada em 2011 e 2012, pelo menos. Já se verificava a diminuição dos recursos para a área de nanotecnologia desde 2008, mas isso ocorreu mais acentuadamente após 2010. Na chamada Fonte 100 do PPA, que destinava recursos a política de NT, “vê-se uma queda acentuada em 2008, indo a valores muito baixos entre 2010 a 2012. Em 2013 houve uma tentativa de retomada, que não teve continuação” (BARBOSA, 2017, p.88).

Após 2007 é observada ainda mais a queda, deixando o pico de investimentos positivos para trás, em 2005. Entre os anos de 2009 a 2012, os orçamentos foram de baixo valor, com a tentativa de retomada observada em 2013 não tendo prosseguimento. Para o ano de 2016, o volume de recursos foi de apenas R\$ 3 milhões (BARBOSA, 2017, p.89).

---

<sup>77</sup> A Pesquisa de Inovação (PINTEC) é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da FINEP e do MCTI. No que se refere às tecnologias emergentes, como a NT, destaca que são “importantes instrumentos propulsores de inovação, crescimento e desenvolvimento, sobretudo naquelas que se espalham e afetam diversas áreas e atividades econômicas. (...) Por isso, a PINTEC busca identificar a difusão das atividades relacionadas ao uso, produção e pesquisa e desenvolvimento (P&D) da nanotecnologia nas empresas selecionadas da Indústria e dos Serviços que compõem o âmbito da pesquisa” (IBGE 2016, p. 24-25).

O novo desenho institucional buscou, contudo, uma maior integração transversal entre ministérios e órgãos governamentais e com a previsão de um marco regulatório que estipulava abordagens dos riscos e impactos (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Contudo, a comunicação mais ampla da política ficou restrita a alguns veículos, em que se observam algumas problematizações em uma notícia<sup>78</sup> que deu visibilidade ao tema da aderência do Brasil ao projeto europeu. No caso da Regulação ainda, em outras duas notícias<sup>79</sup>, dois *policymakers* se posicionaram e explicaram a política. Essas notícias repercutiram o avanço da regulação na política. A primeira notícia tratava da aprovação do CIN à adesão, uma comunicação rara sobre o andamento desta proposta de regulação na política, e a segunda apresentava uma entrevista com ator relevante sobre a nanotecnologia no Brasil, o patamar em que se encontravam os negócios no setor e os seus principais desafios, a saber a Regulação. Os interesses globais da política apareceram na notícia “Comitê Interministerial de Nanotecnologia aprova adesão ao NanoREG”, que, ao mencionar as referências, dá visibilidade a um *policymaker* da área de física explicando as conexões políticas da Regulação no Brasil com organismos globais como a OECD, por exemplo. Os Riscos também apareceram mais explícitos nesses informes, com a avaliação de riscos em destaque em uma entrevista com ator da política da área (funcionário do MCTIC) na notícia “A quarta onda: para onde vai a nanotecnologia no Brasil?”, em que ele comenta sobre o projeto do NanoREG, em cinco menções. Esta notícia questionou e abordou a questão de riscos de uma forma mais aprofundada, algo escasso na circulação de comunicação sobre o tema.

Diante disto, a lacuna de tratamento sobre questões EHS e aspectos ELSI buscou ser resolvida na IBN não de uma forma que se inspirava no modelo dos Estados Unidos, mas, em parte, via integração a um projeto europeu que visa uma regulação comum entre países, o NANoREG, como veremos a seguir.

Considerando as especificidades da IBN ao longo de toda a série da política e no próprio período entre os anos de 2012 e 2015, o tema é detalhado na próxima seção.

---

<sup>78</sup> Notícia publicada no site da CONFAP intitulada “Comitê Interministerial de Nanotecnologia aprova adesão ao NanoReg”, com referências em entrevista de um *policymaker* da área de Física (CONFAP, 2015).

<sup>79</sup> Essas notícias são: “Comitê Interministerial de Nanotecnologia aprova adesão ao NanoReg”, publicada em 04/05/2015, e “A Quarta onda: para onde vai a nanotecnologia no Brasil?”, publicada em 03/09/2015.

### 5.4.1 A Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)

A Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), lançada em 2012, se revelou um programa mais sistemático dentro da política. Estabelecendo-se até 2015, teve como objetivo prover o país com capacidade de industrialização de nanodispositivos e nanosistemas, promovendo as tecnologias e sistemas habilitados à construção de produtos e soluções nanoestruturadas (IBN, 2012). A novidade da IBN foi o *design* de governança institucional e a previsão entre seus pilares de desenvolvimento de marco regulatório e tratamento de questões societárias, com aspectos ELSI. Em 2011, havia se iniciado um primeiro movimento de tratamento mais sistemático destas questões relacionadas ao risco com o lançamento de seis redes cooperativas de pesquisa e desenvolvimento em nanotoxicologia e duas redes de nanoinstrumentação. No documento oficial desse programa da política brasileira, a nanotecnologia era assim introduzida:

Dentre as estratégias de desenvolvimento da C,T&I, a nanotecnologia se destaca por ser uma plataforma tecnológica inovadora de natureza transversal, atuante na fronteira do conhecimento o que lhe confere a capacidade de impactar praticamente todos os setores econômicos que demandam desenvolvimentos tecnológicos e inovadores (IBN, 2012).

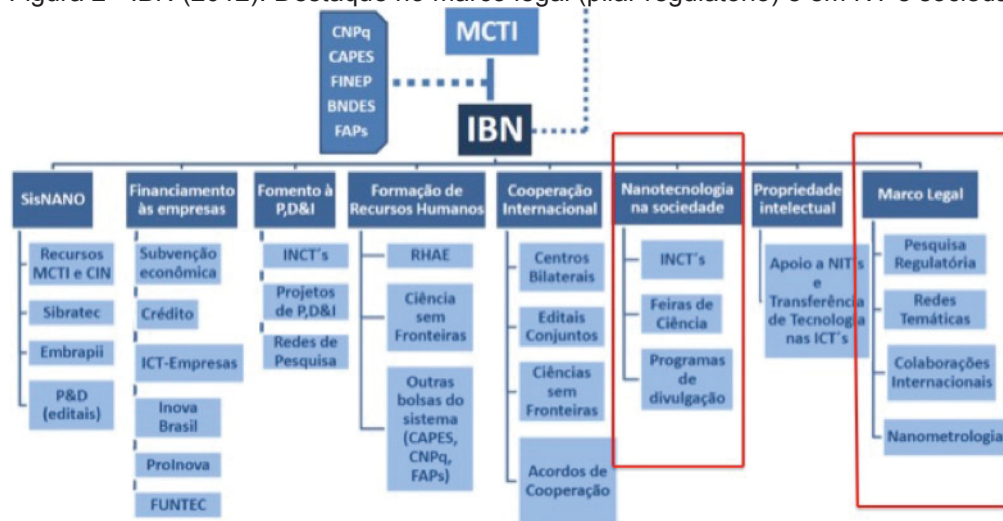
A partir de uma rede de atores políticos e cientistas consolidada ao longo dos dois períodos anteriores, cooperações e medidas criaram instrumentos novos para a governança que se estabelecia com o empenho da comunidade de pesquisadores de NT. O maior direcionamento da política tomou amplitude, o que se evidencia no documento oficial, em que a governança é um item de destaque e menciona que havia o planejamento para maior institucionalização:

No âmbito do MCTI, a Nanotecnologia deveria ser gerenciada por uma Secretaria Especial, face à sua importância para o País como área e plataforma tecnológica estratégica para inovação. Essa Secretaria será responsável pelas atuais ações e atividades temáticas constantes na ENCTI, pelas atividades transversais de nanotecnologias dentro do Plano Brasil Maior, além da gestão do SisNANO (IBN, 2012).

A implementação da IBN entre 2012 e 2015 destinou financiamento a empresas, centros e institutos de pesquisa e universidades e dirigiu a instalação e reorganização de malha laboratorial para o desenvolvimento de pesquisas e produtos. A formação de recursos humanos pelas redes de pesquisa, a internacionalização e a propriedade intelectual também constavam como objetivos. No detalhe, assinala-se que a iniciativa explicitamente planejou um marco visando a

regulação, respondendo à preocupação com os riscos e as questões relacionadas à sociedade (aspectos ELSI) (Figura 2).

Figura 2 - IBN (2012). Destaque no marco legal (pilar regulatório) e em NT e sociedade



Fonte: Prata (2014).

A IBN deu continuidade e incrementou no planejamento as principais ações da política de NT que tinham sido implementadas na primeira década dos anos 2000, especialmente sobre o Financiamento às Empresas, Fomento de PD&I, Formação de Recursos Humanos e Cooperação Internacional. No entanto, além da IBN organizar estes pilares de uma forma mais focada, a agregação do marco regulatório e da sociedade buscou preencher as lacunas políticas dos anos anteriores da política. No pilar do Marco Legal, previa-se explicitamente a realização de Pesquisa Regulatória, estipulação de Redes Temáticas, Colaborações Internacionais e Nanometrologia. No pilar Nanotecnologia na Sociedade, integrou-se nesse viés a atuação de INCT's e a realização de Feiras de Ciência e Programas de Divulgação. A partir destes dois pilares, abriram-se previsões para a possibilidade da abordagem de riscos, regulação e aspectos ELSI. Esta perspectiva foi contemplada nas linhas de ação propostas para o desenvolvimento da NT. No objetivo "Proteger o meio ambiente e os seres humanos", a ação apontada era "propor a criação de uma estrutura de coordenação, avaliação, monitoramento dos impactos da nanotecnologia no meio ambiente e nos seres humanos" (IBN, 2012).

Contudo, e dando seguimento à ampliação e fortalecimento da infraestrutura para desenvolvimento da política visando a inovação, a criação do Sistema Nacional

de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO)<sup>80</sup> teve um espaço central na iniciativa. Instituído pela Portaria N.245 de abril de 2012, esse novo sistema de gestão de laboratórios multiusuários compartilhados foi feito para prestar serviços em nanociência e nanotecnologia buscando uma união entre conhecimento científico e desenvolvimento empreendedor junto com empresas e indústria. O objetivo era “ampliar o acesso a equipamentos dos laboratórios que vieram a fazer parte do mesmo, permitindo interação entre pesquisadores e facilidades para utilização de equipamentos dos laboratórios que fazem parte desse sistema” (IBN, 2012).

Em outra dimensão, a IBN (2012) se concretizou em uma parte da política de NT que inovou ao ajustar também o foco sobre setores estratégicos a partir dos debates do CCNano<sup>81</sup>. O comitê, que poderia contar com participações diversas da sociedade civil, era apresentado para “direcionar esforços para aumentar a competitividade da indústria brasileira de NT e apoiar o desenvolvimento nacional” (IBN, 2012).

A governança da política também evoluiu no sentido de criar espaços que visavam aumentar a sinergia de órgãos e instituições e atores para a tomada de decisão da política de NT dentro do governo. Embora a diversidade de atores no aconselhamento da política de NT não tenha mudando tanto, a inserção dos ministérios tornou a política mais transversal com a criação do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN). Com o Comitê Interministerial de Nanotecnologia, “as propostas de novas políticas, iniciativas e investimentos *passaram* a ser discutidas e supervisionadas” neste espaço (IBN, 2012). Posta com um novo arranjo institucional diante do que vinha sendo feito até então, a articulação em oito pilares de atividades ligadas ao incentivo da nanotecnologia no Brasil estava, portanto, sob guarnição da IBN e esta sob a guarnição do conselho do CIN.

---

<sup>80</sup> O SisNano é um dos pilares de um dos programas da IBN.. Consistindo em uma rede de laboratórios multiusuários, foi lançado com a previsão de orçamento anual de R\$70 milhões. No entanto, em 2013, o fundo foi de R\$ 28 milhões, a maior parte executado em 2014, com o orçamento sendo cortado e reduzido em 2015 e 2016 a R\$ 3 milhões. A redução do orçamento comprometeu a decolagem da nova estruturação da política a partir dos laboratórios (INVENIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). O SisNANO objetivava fornecer infraestrutura e suporte acessíveis a pesquisadores, empresas e órgãos públicos de todo o país para o desenvolvimento e inovação em N&N.

<sup>81</sup> Os setores estratégicos eram: “papel e celulose; têxtil; plásticos e borracha; tintas, vernizes e revestimentos; petróleo e gás; minério; biocombustíveis; fármacos e medicamentos; higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC); calçados, couro e artefatos; dispositivos médicos (*stents*, próteses, etc.); embalagens; alimentos; dispositivos eletrônicos/fotônicos; saneamento; geoenharia; cerâmicas, vidros, metais” (IBN, 2012).

Com o CIN, os esforços políticos ganharam amplitude de governança institucional transversal envolvendo nove ministérios e agências e órgãos estatais.

Com a IBN, a regulação emergiu como questão comum a diferentes ministérios e órgãos estatais relacionados às interlocuções no CIN. Efetivamente, se destacaram na rede de governança: Anvisa e Fiocruz (Ministério da Saúde), Fundacentro (Ministério do Trabalho e Emprego), Inmetro (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio) e Embrapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Chama a atenção que desde 2006 havia a intenção da política de inserção efetiva da Anvisa na governança da política, o que não se efetivou. No entanto, o relatório “Dados sobre as redes do Programa Rede Brasilnano”, de agosto de 2006, apresentava este objetivo enquanto estratégia, o que não foi de imediato implementada:

(...) atuar em conformidade com normas legais e éticas dos órgãos regulamentadores (ANVISA) e também buscar estabelecer canais de discussão técnico-científico com esta Agência, com o objetivo de compatibilizar as exigências para registro de produtos nanobiotecnológicos com o estado da arte técnico-científico; (...) (MCT, 2006d, p. 21-22).

Na infraestrutura de pesquisa implementada, o principal instrumento de articulação em rede para o aprofundamento da investigação de nanotecnologia na IBN, o SisNANO, como já apresentado, consistia em um sistema de 26 laboratórios dedicados à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). A IBN capacitou esses centros e os colocou dentro de uma rede de compartilhamento de infraestrutura com a indústria, voltada ao avanço da inovação. Esse arranjo de laboratórios incluía alguns laboratórios já existentes e outros recém criados ou ampliados durante a primeira fase da política. Os laboratórios enfocam áreas específicas da nanotecnologia e são organizados entre laboratórios estratégicos<sup>82</sup> (instalados em

---

<sup>82</sup> Os laboratórios estratégicos consistem em oito laboratórios federais instalados em Unidades de Pesquisa Disponibilização 50% do tempo a usuários externos em projetos de P,D&I em nanotecnologias (SISNANO, 2012). Os laboratórios são: 1. Laboratório de Nanotecnologia para o Agronegócio - LNNA (Embrapa Instrumentação, SP) 2. Centro de Caracterização em Nanotecnologia para Materiais e Catálise - CENANO (INT, RJ) 3. Laboratório Nacional de Nanotecnologia - LNNANO (CNPEM, SP) 4. Laboratório Multiusuário de Nanotecnologia do CETENE - LMNANO (CETENE, PE) 5. Laboratório de Química de Nanoestruturas de Carbono - LQN (CDTN/CNEN, MG) 6. Laboratório Estratégico de Nanometrologia do Inmetro (INMETRO, RJ) 7. Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia - LABNANO (CBPF, RJ) 8. Laboratório Integrado de Nanotecnologia - LIN-IPEN (IPEN/CNEN, SP).

unidades de pesquisa diretamente vinculadas ao MCTI) e laboratórios associados<sup>83</sup> (em parceria com as universidades).

Sobre o andamento ao desenvolvimento das estratégias políticas em NT que chegaram a ser implementadas mediante o SisNano, verificou-se em uma avaliação de 2014, que o conjunto de laboratórios estratégicos e associados do sistema contava com projetos em curso ou em negociação com 167 empresas (ENTREVISTADO 2, 2016). Ademais, três redes de inovação Sibratec (Sistema Brasileiro de Ciência e Tecnologia) foram implementadas em 2013, com um orçamento de R\$29 milhões, com incentivos partindo de valores entre R\$100mil e R\$ 400 mil, em uma cooperação gerida pela Finep com o Fundep e o SisNANO (ENTREVISTADO 2, 2016). As redes Sibratec tem o objetivo de articular e financiar projetos cooperativos de micro a grandes empresas com os 23 ICTs integrantes do SisNANO, constituindo o SibratecNANO. As ações visando a inovação foram voltadas para incorporação da nanotecnologia em produtos e processos em redes específicas de Nanomateriais e Nanocompósitos; e Nanodispositivos e Nanosensores (SibratecNANO, 2017). Cada uma das redes tem núcleos de coordenação distintos e funcionaram com recursos prorrogados até 2018. Foram aprovados na primeira rede, em 2016, sete projetos, e, na segunda rede, foram 16. Uma outra rede chamada Projeto Modernit/Sibratec Serviços destinou R\$5 milhões para Acreditação da Norma 17.025, a ISO de boas práticas laboratoriais na rede SisNANO para prestar serviço ao setor produtivo (ENTREVISTADO 2, 2016). Nesse

---

<sup>83</sup> Os laboratórios associados consistem em 18 laboratórios instalados em ICT. Disponibilização de 15% do tempo a usuários externos em projetos de P,D&I em nanotecnologias (SISNANO, 2012). Os laboratórios são: 1. Laboratório Regional de Nanotecnologia - LRNANO (UFRGS/RS) 2. Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Protocolos para Nanotecnologia - CCDPN (UNESP/SP) 3. Central Analítica em Técnicas de Microscopia (eletrônica e óptica) da Universidade Federal do Ceará (UFC/CE) 4. Laboratório de Síntese de Nanoestruturas e Interação com Biosistemas - NANOBIOS (UNICAMP/SP) 5. Laboratório de Caracterização Estrutural - LCE (UFSCar/SP) 6. Laboratório Associado de Desenvolvimento e Caracterização de Nanodispositivos e Nanomateriais - LANano (UFMG/MG) 7. Laboratório de Nanobiotecnologia para Desenvolvimento, Prototipagem e Validação de Produtos para o SUS (IBMP/PR) 8. Laboratórios Associados em Nanotecnologia - LARnano (UFPE/PE) 9. Laboratório Associado SisNANO - UFV (UFV/MG) 10. Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia da Amazônia - LABNANO-AMAZON (UFPA/PA) 11. Laboratório de Eletroquímica e Materiais Nanoestruturados - LEMN (UFABC/SP) 12. Laboratório de Engenharia de Superfícies e Materiais Nanoestruturados da COPPE - LabEngNano/COPPE (UFRJ/RJ) 13. Laboratório Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Nanoestruturas - LINDEN (UFSC/SC) 14. Núcleo de Bionanomanufatura (IPT/SP) 15. Centro de Componentes Semicondutores-CCS(UNICAMP/SP) 16. Núcleo de Apoio à Pesquisa em Nanotecnologia e Nanociências - NAP-NN (USP/SP) 17. Laboratório Central em Nanotecnologia - LCNano (UFPR/PR) 18. Laboratório de Fabricação e Caracterização de Nanodispositivos - LABDIS (PUC-Rio/RJ)

sentido, verifica-se a adequação à padronização regulatória global (voluntária) desenvolvida pela ISO e a interação mais amarrada com o setor produtivo.

Tem uma outra rede que é a Modernit, que é uma rede do Sibratec Serviços que é para fazer um processo de credenciamento – daí não são todos os laboratórios, são nove laboratórios do SisNANO – na ISO 17025 que é a ISO de creditação de boas práticas laboratoriais, que é para colocar eles num esquema realmente acreditado, dentro das normas internacionais. (...) Então essas três redes Sibratec que estou coordenando também e isso já vem rodando porque é dinheiro de 2013. Então já contrataram projetos, já fizeram duas rodadas de chamada de projeto, isso aí está andando (ENTREVISTADO 2, 2016).

As interações em torno da nova governança da IBN funcionavam em uma rede de atores institucionais e seus porta-vozes, que realizaram ações políticas para desenvolvimento da política. Esse conjunto institucional formal distinto foi mobilizado e congregou espaços fechados de decisão que marcaram os movimentos da política. A institucionalização da IBN, contudo, representou a congregação da nanotecnologia como política pública complexa que já vinha se desenvolvendo e foi remodelada em espaços de decisão fechados. São as escolhas dessa governança que estão por trás da tardia opção pelo tratamento das problemáticas de risco considerando os pontos de vista dos cientistas envolvidos com a política. Por relacionar as promessas de nanotecnologia com os impactos que podem gerar, as questões têm vínculo com a sociedade e justificariam a entrada de novos atores das áreas sociais, embora em número restrito, nos comitês de assessoramento do MCTI para a área, como o CCNano. Contudo, os atores sociais de fora do governo que mais participaram foram da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) (MCTI, 2011d).

Consideradas as implicações, maiores e focados orçamentos a este ramo da política foram discutidos no CCNano também, mas não chegaram a ser implementados de forma específica, como se verifica em estágio avançado da IBN, em 2014, em que se projetava isto, o que não foi efetivado: “Será lançado um edital para formação de uma rede de pesquisa com o tema ‘Nanotecnologia e Sociedade’ no valor de R\$1 milhão. O valor aproximado de R\$ 1 milhão será reservado para apoio a eventos” (MCTI, 2014d, p. 1). Em reunião do comitê, em 28 de junho de 2012, é referida esta necessidade de incluir a sociedade no que estava sendo feito pelo governo em nanotecnologia, conforme aponta a ata em dois momentos. Um na direção da sociedade: “Por sua vez, o Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, destacou a importância de mostrar para a sociedade brasileira aquilo que

estamos fazendo, apresentando nossos resultados” (MCTI, 2012e, p. 1). Outro na direção empresarial: “Deve-se ter também uma apresentação do setor industrial que leve ao público o que espera desenvolver em nanotecnologia. Pesquisadores devem dar exemplos de como se pode inovar processos e/ou produtos com nanotecnologia” (MCTI, loc. cit.). Novamente se verifica uma tentativa de realizar uma comunicação e divulgação para a sociedade sobre a política, mas isto não anda:

O tema dessa cooperação são as aplicações da Nanotecnologia para Energia e Iluminação. A divulgação e difusão das Nanociências e Nanotecnologias para a Sociedade foram discutidas. O site do LQES foi sugerido como Portal de referência para divulgação. Deve-se pedir a inserção de link para o site do LQES no site do MCTI. Também foi discutida a promoção de um evento TED pelo MCTI com tema principal Nanociências e Nanotecnologias (MCTI, 2012f, p. 1-2).

Embora participasse de reuniões da ISO anteriormente, ao buscar enfrentar a lacuna regulatória em um pilar da política na IBN, o governo brasileiro aderiu em 2012 ao projeto europeu NANoREG. A decisão nesse quesito foi tomada no Executivo no MCTI, a cargo da presidência do CIN sob gerência do MCTI. Com a entrada no NANoREG em 2014, a governança assumiu um *design* que acoplou a governança de risco, destacando-se que o comitê interministerial já era um espaço governamental um pouco mais plural para definir, implementar e fomentar a política de NT (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). O surgimento da cooperação sobre regulação com a União Europeia começou no Nanoeuroforum, em 2013, com a participação do Brasil em “reuniões de trabalho” com representantes da Direção Geral para Investigação e Inovação do *Joint Research Centre* (JRC, sigla em inglês), especificamente sobre os aspectos científicos, tecnológicos, metodológicos da regulação em nanotecnologia (MCTI, 2014, p. 5). A partir disto, ficou acertado:

(...) o interesse mútuo de atuar no sentido de dar suporte a ações visando colaborações e pesquisas que gerem conhecimentos técnico-científicos, metodologias e protocolos para caracterização, determinação e modelamento dos mecanismos físicos, químicos e biológicos associados aos impactos ambientais, em sistemas biológicos e na saúde humana e animal, de nanotecnologia e de produtos e processos nanotecnológicos (MCTI, loc. cit).

O consórcio com o NANoREG estabeleceu um plano mais efetivo de ampliar as capacidades nacionais em produzir dados e pesquisa sobre riscos para fins regulatórios. Ao mesmo tempo, os dois projetos de lei, de rotulação e controle de nanotecnologia, ficaram estagnados no Congresso, como veremos, após o depoimento de cientistas que os questionaram. Por sua vez, a Anvisa começou a

realizar treinamentos internos sobre nanotecnologia, bem como a Fundacentro a realizar atividades sobre a área, começando-se a formar, tardiamente, a incipiente rede de atores em torno da governança dos riscos no Brasil. O comitê indicou os laboratórios pertinentes:

Ficou indicado pelo CCNANO que haverá um comitê científico para coordenar e formatar a participação brasileira no NANoREG e que seriam indicados pelo CCNANO, o laboratório de Nanotecnologia da EMBRAPA, o laboratório NANOBIOSS sediado na UNICAMP e o CETENE. As Redes de nanotoxicologia e nanoinstrumentação serão renovadas após avaliação de relatório que deverá ser encaminhado à CGNT (MCTI, 2014d, p. 2).

Estabeleceu-se, conforme Schneider (2005) sobre redes políticas, uma coordenação de interesses por meio da governança. Isso se deveu à centralidade do Estado na concepção da política, o que deu ao governo posição privilegiada na tomada das decisões públicas, tanto na concepção do *design* da IBN e na liderança da governança, quanto na resposta às lacunas da política de NT. A ligação entre os atores em torno da política havia se fortalecido por meio da previsão e implementação de financiamentos e das redes, o que gerou rápida movimentação institucional e mobilização de cientistas que já orbitavam na área de pesquisa da NT (SANTOS JUNIOR, 2013), gerando uma rede densa e consolidada (DOERR; POWELL, 2005) na segunda década dos anos 2000. Se a governança de risco fosse concebida inicialmente conectada com a governança política, esse processo iria além da administração e análise de risco e valorizaria na tomada de decisão um rol de atores humanos e institucionais, interessados e potencialmente atingidos por tecnologias desafiadoras de forma coordenada, conforme recomendam Dryzek (2010) e De Marchi e Ravetz (1999).

Com a IBN promovendo disposições mais visíveis para o controle de riscos, objetivava-se que recursos orçamentários fossem aplicados nas agências reguladoras e em órgãos estatais para que cada um assumisse suas funções específicas dentro da política (ENTREVISTADO 1, 2016; ENTREVISTADO 2, 2016).

A disposição das informações sobre o fomento e o investimento para essas medidas nos órgãos governamentais que integraram essa governança de risco não é organizada e tampouco ofertada de forma sistemática, com transparência e visibilidade pública. Dessa maneira, os recursos se mostram de difícil sistematização, sendo possível avaliar, mediante informações gerais concedidas pelas próprias instituições e órgãos estatais, somente partes financeiras das

instituições. Os valores são aferidos a partir das funções que as instituições estariam desempenhando dentro de uma perspectiva de busca de controle de riscos resultante do alinhamento a uma governança de risco em construção.

Ainda assim a destinação de recursos foi a forma de implementação mais explícita do desenvolvimento de toda a política, com as previsões da IBN, em 2013, de R\$ 150,7 milhões e, em 2014, de mais R\$ 290 milhões (ANPEI, 2013). O foco dos investimentos estava no SisNANO, nos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia Nano via Edital CNPq (INCTs Nano), nas Redes e Editais – MCTI CNPq, na Cooperação Internacional; e na Embrapii (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (IBN, 2012). Investimentos demandados foram abrangidos pelo macroplano do governo federal Brasil Maior (MCTI, 2014).

Integrantes da governança, Inmetro, Anvisa e Fundacentro trabalham com padronização, regulação e produção de informações de proteção aos riscos, respectivamente. As informações sobre estes órgãos foram obtidas por requerimento desta pesquisa por meio da Lei de Acesso à Informação (LAI, 2011). O Inmetro é parte fundamental das ações de nanoriscos do governo, pelo seu papel de metrologia e coordenação tecnocientífica junto ao NANoREG, e integra o SisNANO. A metrologia, no caso da NT, é importante por ser a área que mede os tamanhos e dimensões, o que é uma das questões centrais da nanotecnologia (ENTREVISTADO 4, 2017). A Divisão de Metrologia de Materiais (Dimat) do Inmetro é responsável pela informação dos projetos de NT e, pelos recursos divulgados, confirmando que a metrologia é uma área que foi central dentro do viés regulatório.

A Anvisa estabeleceu medidas que atendessem às nanotecnologias de forma mais abrangente concentradas no Comitê Interno de Nanotecnologia ANVISA (instituído pela Portaria N. 993/ANVISA de junho de 2013). Segundo levantamento, em 2014 foram constatados 637 produtos registrados na agência que fazem referência ao uso de nanotecnologia, mas não há informações sobre quais foram os critérios de registro de tais produtos na agência como nanotecnológicos. Segundo Entrevistado 4 (2017), o registro sobre nanoprodutos segue o padrão caso a caso na Anvisa.

O documento em que constam os supracitados dados, Diagnóstico Institucional do CIN/ANVISA, recomendava em 2014 a elaboração de normas ou guias específicos destinados à avaliação de segurança, monitoramento e controle dos produtos (cosméticos, medicamentos, saneantes, etc) ou processos

nanotecnológicos na área de competência da Anvisa. O diagnóstico recomendava também a constituição de grupos de trabalhos de nanotecnologia, de caráter técnico específico, com o objetivo de preparar documentos técnicos, pareceres, normas e guias orientadores. Também indicava para a elaboração de um algoritmo binário baseado em perguntas (inclusão/exclusão) para direcionar a classificação de diferentes nanopartículas e nanomateriais, os quais diferem no seu grau de risco ou perigo em potencial. Por fim, o documento solicitava fomento em pesquisa regulatória com vistas a superar lacunas importantes para o estabelecimento de regulamentos mais precisos e específicos para as nanotecnologias<sup>84</sup>.

As ações orçamentárias da Anvisa abrangem um conjunto de atividades destinado à vigilância sanitária de produtos, serviços, ambientes, tecidos, células, órgãos humanos e, ainda em portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados. Segundo a Diretoria de Gestão Institucional da agência (Diges, 2015), o orçamento não é dividido em diferentes tipos de tecnologias. Mas, em relação à nanotecnologia, em 2014, tinha especificado o projeto de pesquisa “Nanomateriais em produtos sujeitos à regulação sanitária: modelos regulatórios internacionais, definição de perfil alvo e atributos críticos para a qualidade segundo diretrizes quality by design (QBD) e gestão de riscos.” Em 2015 também foi realizado um curso de capacitação corporativa. Assim, os recursos divulgados se referem a 2014 e 2015.

A Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) é uma fundação pública ligada ao Ministério do Trabalho e do Emprego que visa difundir conhecimento sobre segurança e saúde no trabalho e meio ambiente e teve ações focadas em nanotecnologia, como as atividades decorrentes do projeto “Impactos das nanotecnologias na saúde dos trabalhadores e no meio ambiente”, em que foram desenvolvidos cursos, palestras, trabalho de campo e participação em congressos (FUNDACENTRO, 2016). O ano de 2013 se destaca com a publicação de duas histórias em quadrinhos (HQ), com custos compartilhados com parceiros da fundação (Tabela 3). Essa iniciativa originou uma

---

<sup>84</sup> Documento disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33760/276561/Ata+da+Reunião+Ordinária+Interna+nº+24%2C+de+6+de+agosto+de+2014/75ae575f-4861-47d4-a1d7-2fe44cc095ee?version=1.1>. Acesso: dez.2015. <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/fb117d80436c3cacb1b5b72a042b41f5/Diagn%C3%B3stico+Institucional+de+Nanotecnologia+-+CIN+2014+-+Dicol.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso: dezembro de 2015.

abordagem de educomunicação<sup>85</sup> inovadora para informar e educar sobre as implicações da nanotecnologia (QUEVEDO; LOOSE, 2018).

A Embrapa e a Fiocruz não tratam de regulação, mas são dois órgãos públicos que estão desenvolvendo pesquisa aplicada com nanotecnologia. Como realizam manipulação em nanoescala e apresentam casos de sucesso, integrando inclusive o debate regulatório no Brasil, são instituições importantes no foco de análise de iniciativas de regulação por constarem como alvos de políticas públicas. A execução orçamentária, em 2014, da Fiocruz foi de R\$2,9 bilhões e da Embrapa de R\$2,7 bilhões. As pesquisas de ambas podem se relacionar à inovação e impactos relacionados aos aspectos ELSI, além da possibilidade de fornecerem critérios práticos de controle de riscos, já que têm laboratórios onde são aplicados os conhecimentos de nanociência<sup>86</sup>.

A Fiocruz trabalha em uma série de convergências da nanotecnologia com a área da saúde. Em especial, realiza o desenvolvimento de fármacos, medicamentos, vacinas, diagnóstico, saúde ocupacional e ambiental. Os investimentos voltados à nanotecnologia não foram vultosos, visto que a fundação utiliza a infraestrutura já disponível. Adicionalmente, vinha sendo estruturado um programa institucional de nanotecnologia, de mapeamento de iniciativas de cada uma das unidades técnico-científicas da instituição que têm várias sedes no Brasil. Com os investimentos na segunda década dos anos 2000 na política, destaca-se o IBMP/Fiocruz, que foi selecionado pelo MCTI para compor a rede SisNANO. Para tanto, o IBMP, em parceria com a Fiocruz, está organizando em Curitiba (PR) a plataforma NANOSUS, que se destinará ao desenvolvimento, validação e prototipagem de processos e produtos nanobiotecnológicos<sup>87</sup>.

A Embrapa teve investimento e custeio aplicados em recursos em projetos relacionados à nanotecnologia. Mas não foi informada a aplicação em áreas específicas. A empresa pública conta com a Rede Nacional de associados de Pesquisa em Nanotecnologia Aplicada na Agroindústria (AGRONANO), que realiza

---

<sup>85</sup> Segundo Quevedo e Loose (2018, p. 293), a educomunicação consiste em “um espaço de interface entre os campos da Comunicação e Educação, que pode auxiliar no entendimento e manifestação dos sujeitos a respeito de assuntos complexos, como é o caso da nanotecnologia.”

<sup>86</sup> Informações obtidas junto ao órgão por meio da LAI em 15 de dezembro de 2015.

<sup>87</sup> Informações obtidas junto ao órgão por meio da LAI em 15 de dezembro de 2015.

desde 2006 workshops científicos sobre nanotecnologia aplicada ao agronegócio e conta com muitas publicações de pesquisadores<sup>88</sup>.

A empresa pública desenvolveu produtos acabados de nanotecnologia como uma embalagem comestível para vegetais que mantém os alimentos frescos por mais tempo e a “língua eletrônica”. A rede propõe o desenvolvimento de outros diversos produtos, aplicáveis à alimentação e à agricultura, em particular no desenvolvimento de novos materiais. Também estavam em desenvolvimento nanocápsulas e nanoesferas em aplicações como o controle de pragas; nanofertilizantes e produtos veterinários; novos sensores para descobrir patógenos e contaminações em alimentos e em produtos agrícolas; embalagens “inteligentes” e com revestimento de proteção; membranas que permitam a permeabilidade seletiva, entre outros nanocompósitos e biomateriais. Há diversos outros projetos da Embrapa, em órgãos de fomentos (FINEP, CNPq, CAPES e FAPs Estaduais), e em projetos com parceria da iniciativa privada (EMBRAPA, 2017).

A Tabela 1 apresenta os recursos empregados divulgados por cada órgão:

---

<sup>88</sup> Informações obtidas junto ao órgão por meio da LAI em 15 de dezembro de 2015.

Tabela 1 - Recursos para NT entre 2012-2015 conforme divulgação dos órgãos

Instituição/Ano	2012	2013	2014	2015	Totais
Embrapa <sup>89</sup>	R\$2,7 milhões	R\$7,4 milhões	R\$16,2 milhões	R\$7,06 milhões	R\$33,36 milhões
Inmetro	R\$ 9,35 milhões <sup>90</sup>				R\$9,35 milhões
Fundacentro	R\$ 66 mil	R\$ 113 mil	R\$ 38,2 mil	R\$ 31 mil	R\$248,2 mil
Anvisa	-	-	R\$ 145,6 mil <sup>91</sup>	R\$11 mil <sup>92</sup>	R\$156,6 mil
Fiocruz <sup>93</sup>	Não há informação em fonte do recurso <sup>94</sup>	R\$ 15,8 mil <sup>95</sup>	Não há informação em fonte do recurso	Não há informação em fonte do recurso	R\$ 15,8 mil
Total	R\$43,13 milhões				

Fonte: Elaboração própria a partir de dados coletados via LAI (2019).

A partir de 2012, portanto, há uma convergência, embora de pouca visibilidade pública de ações em andamento, que concentrou instituições de governo, redes de pesquisa, universidades e centros de pesquisa e atores importantes em uma governança de riscos mais coordenada. Nesse panorama, foi realizada uma audiência pública na Câmara dos deputados em 29 de novembro de

<sup>89</sup> Não contam nesses totais os valores aplicados indiretamente pela Embrapa, como manutenção de estrutura e salários. Os valores se referem a valores de investimento e custeio aplicados em recursos do SEG (fonte Tesouro Nacional) em projetos relacionados à nanotecnologia, sem definição sobre área específica

<sup>90</sup> Os valores encaminhados não foram definidos ano a ano, e o total se refere a: 1. Titan 0132: *Implantação do laboratório de microscopia de transmissão de alta resolução do centro de nanometrologia do Inmetro*. Valor investido: R\$5 milhões. Principais gastos: SEM de alta resolução Magellan 400, sistema de limpeza por plasma, afinador de discos, fontes iônicas e de elétrons, materiais de consumo, bomba turbo molecular, estágio de aquecimento, polidor etc. 2. Nano 0424: *Consolidação da infraestrutura de laboratórios regionais de nanotecnologia: centro de nanotecnologia do Inmetro*. Valor: R\$1,8 milhão. Principais gastos: materiais de consumo, placas para Titan, filtros de linha para Raman, 2 lasers para Raman, espectrômetro Raman novo, upgrade do equipamento Raman existente, fluorímetro do Lador, mesa óptica, etc. 3. SisNANO: *Laboratórios estratégicos de nanometrologia*. Valor: R\$1,6 milhão. Gastos: sistema de cancelamento do campo magnético para novo FIB (Orion), dewars de nitrogênio líquido, fonte de alta tensão para Titan, controlador para Titan, FEG, etc. 4. Nano CNPq: *Nanometrologia de materiais*. Valor: R\$950 mil. Principais gastos: sistema laser de comprimento de onda, DLS – equipamento de espalhamento dinâmico de luz, forno para TGA, materiais para microscopia, potenciostato, etc.

<sup>91</sup> Orçamento pela Chamada CNPq/Anvisa nº 5/2014, cujo valor é financiado pela Anvisa.

<sup>92</sup> Este orçamento foi destinado para o pagamento de honorários de professores para a capacitação de funcionários da Anvisa na área de nanotecnologia.

<sup>93</sup> Recursos a partir da Lei Orçamentária Anual (LOA).

<sup>94</sup> Embora não haja informação em fonte de recurso, conforme a Fiocruz, há projetos estabelecidos, sem esclarecimento sobre o estágio destes trabalhos de nanotecnologia.

<sup>95</sup> O destino dos recursos se refere ao desenvolvimento das diretrizes de operacionalização de nanomateriais em ambientes de trabalho (R\$ 2,5 mil) e ao projeto *Nanotecnologias aplicadas aos alimentos e aos biocombustíveis: Elementos essenciais para o desenvolvimento de indicadores de risco e de marcos regulatórios que resguardem a saúde e o ambiente* (R\$ 2,5 mil) da unidade de Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP); para ferramentas moleculares para detecção de resistência aos antimicrobianos e aplicação de nanobiotecnologia para novas formulações de antimicrobianos (R\$ 10 mil) da unidade CPqRR; e ao projeto *Nanotecnologia e saúde no Brasil: campo de discussão do acesso aberto à informação para inovação tecnológica* (R\$ 800), unidade ICICT.

2012, sob o requerimento número 157/2012, do então deputado Sarney Filho (PV/MA), proponente de dois PLs sobre NT em 2013. Na ocasião, a IBN foi apresentada pelo *policymaker* apontado como o principal ator responsável do impulso de ações na política. Ele abordou temas prioritários do programa, e enfocou de modo geral as redes cooperativas, INCTs, laboratórios, pesquisadores, estudantes envolvidos e publicação de artigos, demonstrando resultados positivos da política (FAZZIO, 2012). Produtos também foram destacados, além das parcerias globais e os avanços no desenho da governança da IBN com o CIN e o SisnNANO (FAZZIO, 2012). Sobre esta apresentação, outro ator que participou referiu a dificuldade de justificar a conexão do desenvolvimento da nanotecnologia, daquela forma, a benefícios sociais:

Na primeira (audiência) estava eu, o [...], e tinha vários outros participantes, e o debate sobre as consequências ficou comigo e o [...]. Ele fez a palestra dele sobre as maravilhas da nanotecnologia e aí a primeira pergunta que fiz foi isso: o que a pobreza brasileira tem a ver com nanotecnologia? Pode ter muita coisa. Aliás, em todos os editais eles colocam que um dos objetivos do edital é diminuir a desigualdade social. Aí vá ver se o CNPQ, CAPES, FAPESP tem alguma avaliação sobre isso? Se financiou o projeto e colaborou para isso? Não existe nenhum assim, nem de INCT, nada. Isso é algo que tem que estar, constar que a ciência contribuiu para a desigualdade, contribuiu para diminuir a desigualdade concretamente (ENTREVISTADO 5, 2017).

Em 2013, foram propostos dois projetos de lei sobre nanotecnologia de autoria do deputado federal no período Sarney Filho. O PL 5133, de 13 de março de 2013, propunha regulamentar a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. O PL foi aprovado pela Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio (CDEIC). Um parecer Técnico da CGNT/MCTI rejeitou o PL pelo seguinte argumento:

A faixa que define se um produto é de base nanotecnológica ou não ainda é controverso (...). É importante mencionar que o rótulo 'nano', em destaque, poderá ser interpretado como sinal de alerta ou como sinal de um produto inovador. A reação do consumidor dependerá, como dito anteriormente, do nível de conhecimento que ele tenha. (...) o processo de rotulagem como proposto e dado a atual estágio mundial da questão de regulação em nanotecnologia servirá apenas para gerar no consumidor temor e receio infundados e não cientificamente validados." "Que tratamento terão os produtos "nano" já em comercialização? Deverão ser retirados do mercado?" "O que é considerado "nano" aqui, no Brasil, pode não ser considerado "nano" em outro país e, a depender da legislação estrangeira, o produto de exportação pode sofrer embargo. (...) ressaltando que na prática [o PL 5133/2013] inviabiliza o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil exacerbando nossa condição de dependência em áreas de fronteira tecnológica (...)" (MCTI, s/d)

Este PL foi arquivado em janeiro de 2019. Já o PL 6741, de 11 de novembro de 2013, dispunha sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dava outras providências. Em parecer da CGNT/MCTI, o PL foi rejeitado pelo seguinte argumento:

Não há qualquer necessidade de destacar a nanotecnologia nesse sentido já que toda e qualquer tecnologia deve estar sujeita aos controles e regulamentações adequadas. (...) já há legislação, agências e instâncias do poder público responsáveis por zelar pela segurança e bom uso de todas e quaisquer tecnologias. A legislação deve exigir, pois, uma manifestação explícita das agências, órgãos e instâncias do poder público sobre a nanotecnologia.” “Poder-se-ia, por exemplo, ser estabelecido que um percentual do valor bruto das exportações de produtos primários fosse destinado a um fundo para fomento da nanotecnologia com prioridade de investimentos (por exemplo, 50% dos recursos do fundo) estabelecida. Sugerimos um percentual de 0,5% a 0,25% sobre o valor bruto das exportações de produtos primários. Isto justifica-se pois permite ao Brasil promover uma nova, intensa e segura onda de industrialização promovida por sua maior força econômica atual, que é a exportação de produtos primários, rompendo a dependência tecnológica, o desequilíbrio na balança comercial e promovendo o emprego e o bem-estar social (MCTI, s/d).

Mesmo com as críticas da CGMNT e parte considerável da comunidade científica de NT aos PLs, se atribui a esses projetos de lei, em certa medida, o destrave do debate sobre as controvérsias que de uma maneira ou de outra estavam ocultas. Convergiram, nesse sentido, a iminente falta de segurança jurídica para o setor produtivo (FORNASIER, 2014) e a lacuna regulatória da agenda da política de NT brasileira. Isto vinha ganhando peso com a demanda dos novos atores, que passaram a integrar o Comitê CCNano e pelos questionamentos que começaram a emergir a nível da competição econômica mundial no âmbito da ABDI, onde a falta de regulação é detectada como um problema, trazendo incerteza ao terreno de desenvolvimento industrial da nanotecnologia.

O debate em torno dos projetos de lei no Legislativo, especialmente sobre o PL 741/2013, que propunha uma Política Nacional de Nanotecnologia, colocou, pela primeira vez, um questionamento político sobre a política pública de NT, exigindo respostas dos decisores políticos e pondo fim à blindagem do tema (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Por outro lado, integrante do CCNANO afirmou que faltava perícia no projeto de lei (ENTREVISTADO 4, 2017).

Uma outra audiência pública ocorrida em junho de 2015 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015) reuniu novamente atores envolvidos na temática da nanotecnologia. Isso suscitou, posteriormente, que cientistas, conselheiros do MCTI

e atores que acompanham o desenvolvimento da área no país publicassem três artigos no *Jornal da Ciência*<sup>96</sup> com pontos de vista diferentes sobre a tramitação dos PLs. O enfrentamento de argumentos da audiência pública e esses manifestos demonstraram que a maioria da comunidade científica era favorável à opção de regulação do NANoReg, com forte articulação do poder Executivo por meio do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN). Assim, a dimensão de riscos apresentada nesta fase da governança aparece mais focada na forma de gerar ciência visando administrar a regulação de riscos, dando um salto epistemológico em relação à ausência de um debate nos primeiros períodos da política, quando pouco se falava de pesquisa de risco. Ainda assim, é detectada considerável resistência ao enfoque de outras áreas da comunidade científica das ciências exatas como física e química, que ainda se posiciona de forma bastante mobilizada no sentido de resguardar a evidência científica disponível, e dos formuladores políticos em abrir espaço para uma regulação com atores de áreas mais diversificadas ou ainda os considerados leigos em CT&I.

Dentre os argumentos que revelam este posicionamento na audiência, estiveram os de atores que eram agentes da política estatal ligada ao CIN ou cientistas que atuaram como conselheiros e formuladores políticos. Destacaram-se, nesse sentido, os argumentos de representante do Ministério Meio Ambiente, integrante do CIN. Para se opor ao PL sobre rotulagem, referiram que há processos que utilizam nano e produtos processados com nano, mas que no final não são identificados nanomateriais (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). A posição desse ator sobre a regulação via NaNoREG se justifica por que o tema é objeto de preocupação global que requer que todos os países se dediquem ao debate, à pesquisa e à regulação (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Um representante do MTCI, liderança na coordenação de nanotecnologia no Ministério na segunda década dos anos 2000 (ENTREVISTADO 2, 2016; ENTREVISTADO 4, 2017), referiu que havia preocupação em travar a inovação caso o PL fosse aprovado em decorrência da prévia aprovação a qualquer processo envolvendo a NT. Segundo ele, a regulação deveria ser em parceria entre governo, setor produtivo, academia e

---

<sup>96</sup> O posicionamento dos atores pode ser conferido nos manifestos publicados em artigos do *Jornal da Ciência*: “PL 6.741/2013: Mais uma grande ameaça ao Brasil - Um projeto incoerente com seus próprios princípios norteadores”, artigo No 5.151, de 6 de abril de 2015; “Carta da ABC em resposta aos relatos dos Projetos de Lei 5133/13 e 6741/13”, publicado em 17/08/2015; e a “A regulação da nanotecnologia e o manifesto da ABC e a SBPC”, publicado em 23/09/2015.

população. Mas esclareceu a sua posição como representante do MCTI em relação ao NaNoREG quando afirmou que o Ministério optou pelo NANoREG por se tratar de regulação que tem credibilidade no contexto regulatório e que visa “trabalhar com resposta científica” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015).

O representante da Embrapa destacou que os termos do PL 6741 poderiam oferecer riscos ao andamento da pesquisa e à adoção pela sociedade (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Já sobre o PL 5133 mencionou que símbolos relacionados à nanotecnologia sem a devida clareza induziriam dúvidas (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Sobre o NaNoREG, destacou que o Brasil participou de um grande programa, o NANoRG, em que seriam estabelecidos protocolos de análise de nanomateriais (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Um cientista e conselheiro do MCTI de longa data foi um dos maiores críticos dos PLs e reiterou, em relação ao PL 6741, que o projeto supostamente obedeceria a princípios de informação e transparência, participação, precaução e responsabilidade, mas que de fato desrespeitaria esses princípios (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Sobre a rotulagem, avaliou que os projetos propõem medidas restritivas à inovação, produção e comércio. Para ele, o NanoREG seria uma forma de evitar uma quarta história de regulação precipitada e desinformada (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015).

Por fim, a única voz dissonante na audiência foi de um professor e pesquisador. Ele avaliou que o PL 6741 propõe um cadastro nacional de controle necessário para gerar informação (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Sobre a rotulagem, ressaltou que se o Código de Defesa do Consumidor for seguido, essas informações devem estar no rótulo dos nanoproductos (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015). Crítico ao NanoREG, disse que se trata de um grupo de pesquisa que tem interesse e apoio financeiro da União Europeia (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015).

Após essa fase de debate sobre a regulação, no início de dezembro de 2016, pesquisadores brasileiros participaram da apresentação de resultados do NANoREG, então iniciado em 2014, em conferência da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OLIVEIRA, 2017). Especialistas internacionais debateram a relevância da regulação e aplicabilidade dos resultados baseados na ciência gerada nos últimos 10 anos sobre o uso de nanomateriais em relação às questões EHS (OLIVEIRA, 2017).

Diante disto, conforme o Entrevistado 2 (2016), o CIN “na sua quinta reunião, ao tratar dos PLs, reconheceu por unanimidade a questão dos riscos e também recomendou como achava que tinha que ser feita a regulação” (ENTREVISTADO 2, 2016). Com a incorporação da segurança e da regulação como objetivos da IBN, em 2012, a política pública finalmente legitimou tais questões com uma reformulação na governança. Assim, a segunda medida concreta de ressonância, da parte do Executivo, consistiu justamente na aderência do Brasil ao NANoREG, o projeto da Comissão Europeia. A iniciativa de cooperação internacional está interligada aos principais organismos globais que lidam com regulação, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização Internacional para Padronização (ISO) e a Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA) e foi orçada em mais de 2 milhões de euros (NANOREG, 2014).

Em específico às reuniões de aconselhamento de políticas científicas, Jasanoff (1990b) argumenta que os comitês são mais efetivos na construção de consenso e na orientação da política quando fomentam negociação e compromisso e que a participação dos mesmos membros ou instituições podem exercer muita influência na dinâmica de aconselhamento da política. A autora também refere a capacidade dos comitês consultivos em preservar a aparência de autoridade mesmo em face das incertezas e dos conflitos políticos, já que até mesmo os fatos científicos são socialmente construídos pelas condições de produção.

Conforme aponta Susskind (2006), a construção consensual nestes espaços, embora não sejam marcadamente deliberativos por ocorrerem em arenas de discussão muito restritas, tanto em reuniões quanto em diversidade de atores, obedecem algumas linhas das “melhores práticas” em termos de ganhos mútuos de negociação em matéria de políticas públicas. Desse modo, ao terem um coordenador agindo como “administrador” de decisões cujo posicionamento “neutro” visa facilitar, acontece uma mediação para “auxiliar a determinar” medidas em um “processo colaborativo” (SUSSKIND, 2006, p. 284). Quanto aos *stakeholders* participantes, a postura é de acordo ao “aceitar um plano de trabalho”, um “calendário, dividindo-se os custos associados com o processo, e como mencionado, regras estipuladas para a negociação em uma perspectiva de ‘boa fé’” (Ibidem., p. 285). A construção desse tipo de conselho busca “alcançar a unanimidade” para geração de “um produto *ad hoc* cujo esforço de construção consensual tem invariavelmente uma proposta, não uma decisão final” sobre os

principais pontos preparados previamente pela coordenação a fim de que sejam acordados (Ibidem., p. 286). Após essas etapas, o desafio é a implementação organizacional a considerar as barreiras para o “aprendizado organizacional” (Ibidem., p. 290). Há de se notar que quanto mais participatória e colaborativa a abordagem da formulação da política pública, sob a construção do modelo de ganhos mútuos de negociação, “pode-se aumentar a legitimidade do governo e reduzir os custos a longo prazo da ação coletiva” (Ibidem., p. 293)

Diante disto, é notável que nas atas das reuniões do CIN, com a participação de representantes dos ministérios, na segunda década dos anos 2000 na política, surjam argumentos que já existiam em outros cenários nos anos 2000. Esses mesmos argumentos legitimaram a emergência da regulação no Brasil tardiamente, destacando-se nas reuniões do comitê interministerial aspectos práticos para abordagem de riscos e regulação. Na reunião de 11 de dezembro de 2012, período de pré-lançamento da IBN, que ocorreu em 2013, confirma-se o papel preponderante da ABDI e do Fórum de Competitividade na emergência da regulação, cuja participação do SENAI, dos ministérios do Trabalho e de Relações Exteriores “são incluídos no CIN”, visando a abertura de uma participação mais pública apenas para entes ligados ao ramo empresarial (MCTI, 2012h).

A [...] relatou o seminário Regulação, Inovação e Desenvolvimento da Nanotecnologia, destacando que mais de 60 pessoas estiveram presentes e houve mais de 300 acessos via web (transmitido ao vivo). O evento foi realizado na sede da ABDI, no dia 27 de dezembro de 2012. Um tema latente no seminário foi a necessidade de formação de um grupo de trabalho (GT) ligado ao CIN para acompanhar e discutir as questões de regulação em nanotecnologia (MCTI, 2012h, p.1). A [...] lembrou que, durante o seminário da ABDI, foi apontado que as agências reguladoras e o grupo de trabalho do Fórum de Competitividade de Nanotecnologia sejam incorporados ao GT de Regulação do CIN” (MCTI, 2012h, p. 1).

A discussão da implementação da regulação a partir do papel de medição do Inmetro, ainda sem presença do NANoREG, é discutida, citando a repercussão sobre os PLs, na reunião do CIN de 31 de dezembro de 2012: [...] disse que a NT “é um dos pontos focais do INMETRO em relação a materiais, saúde e segurança. Ressaltou que hoje se pensa em pré-padronização antes da padronização, ou seja, determinar o que é, como e por que deve ser medido” (MCTI, 2012g, p. 2). Além disso, nesta mesma reunião é trazido novamente a importância da inclusão da sociedade, mas enquanto ente a ser informado do que vinha sendo feito pelo governo.

O representante da Embrapa, [...] , comentou, também, sobre a importância da divulgação/comunicação para a sociedade da nanotecnologia para que o Brasil não tenha os mesmos problemas que tivemos com a biotecnologia, por falta de conhecimento da sociedade. Concluiu que, em questões desta natureza, a divulgação é decisiva” (MCTI, 2012g p. 2).

Em 2013, na reunião de 12 de março, um representante do MTE expõe a questão dos riscos ocupacionais da NT, após o argumento de uma participante sobre financiamentos para o “mercado”. Essa sequência demonstra a ordem de prioridade dada e a relação entre as duas situações, que caracterizam a controvérsia da nanotecnologia no que tange à prioridade orientada ao mercado de consumo e a pouca atenção às consequências e impactos deste mercado.

[...] comentou que uma vez definida a demanda dos ministérios, será possível obter incentivos para o mercado e, em função das diferentes situações em que se encontra a empresa, é preciso envolver financiamentos diferenciáveis. O representante do MTE externou a preocupação com a segurança química/ocupacional relacionada à manipulação de nanocompostos e colocou à disposição recursos do MTE para editais envolvendo essa área (MCTI, 2013b, p. 3).

Isto tem a ver com a assimetria entre o tempo da inovação e da responsabilidade, em que se percebe “a ênfase da política no desenvolvimento da ciência que leva à comercialização de produtos da NT e de forma mais lenta na ciência que avalia as potenciais implicações *EHS*” (HESS, 2012, p. 3). Há uma defasagem “entre o momento em que os dados sobre os efeitos ambientais, de saúde e segurança estão disponíveis e o momento em que as agências reguladoras utilizam esses dados” (MCTI, 2014, p. 36). As limitações comumente apontadas são: limitação de recursos e de “tempo necessário para a adaptação dos procedimentos de análise de risco para a aplicação dos nanomateriais” (MCTI, loc. cit.).

Outra contradição do cenário de desenvolvimento da nanotecnologia se evidencia no rebatimento de questões inerentes à complexidade do tamanho das nanopartículas. No que segue, verifica-se o grau de incerteza presente no regulamento da UE, considerado um dos mais padronizados e de influência dos parâmetros brasileiros. Este argumento é justamente do ator acusado de “fogo amigo” em outra ocasião da política no início da implementação nos anos 2000.

Acrescentou que a Nanotecnologia não estava sendo regulada pelo REACH (regulamento da União Europeia relativo ao Registo, Avaliação, Autorização e Restrição dos produtos químicos), devido a questões de escala, exemplificando que a comercialização de 1 (uma) tonelada de nanopartículas é um caso extremo, mas o REACH está adequando as normas para o caso da nanotecnologia (MCTI, 2013b, p. 2).

Este ator, em que pese ter sido contrariado, é também um dos mais preocupados com as questões de regulação, padronização e riscos. No sentido do isomorfismo global, ele, nesta reunião, “acrescentou que a ISO 229 já reúne mais de 60 normas” (MCTI, 2013b, p. 2).

A ata registrava a posição do então coordenador da CGMNT e informava que “o Sr. [...] acrescentou que na reunião anterior estabeleceu-se uma comissão para tratar das questões regulatórias da nanotecnologia, porém a publicação da portaria nomeando os seus membros depende da assinatura da ata da reunião anterior (11/12/2012)” (MCTI, 2013b, p. 1). Já em outro posicionamento de outro participante do CIN, verifica-se, mais uma vez, questões do debate global repercutindo só então no debate oficial interno da política. “A Sra. [...] propôs que o CIN divulgasse o resultado da “*Royal Society*”, onde os laboratórios que trabalham com nanotecnologia têm normas e padrões junto ao INMETRO e INT para regular as atividades de NT (melhores práticas)” (MCTI, 2013b, p. 2). Esta reunião demonstra também que as ações da política em geral orbitaram em torno não apenas instituições repetidas ao longo de seu desenvolvimento, mas de redes que estabeleceram nexos para que a comunidade científica se mantivesse unida. No que segue, verifica-se a conexão com o novo coordenador das políticas de nanotecnologia, nomeado em 2016, ao citar a instituição da qual ele faz parte e está inserida em um *cluster* de NT em Santa Catarina, e a realização de eventos que mantiveram mobilizados os atores.

O [...] anunciou o Programa de Educação do SESI/SENAI e ressaltou o curso de 20h em nanometrologia envolvendo microscopia (nano imersão). O Secretário Adjunto ressaltou a importância de que a ciência não é caixinha e anunciou o evento a ser realizado no CERTI em Florianópolis e o evento em Porto Alegre, ‘Nanotecnologia: da ciência ao mundo dos negócios’, como atividades para maior integração entre o setor industrial e a academia (MCTI, 2013b, p. 3).

A reunião de 06 de agosto de 2013 tem a regulação como tema dominante, além da parceria com o setor privado. A conexão com as redes de nanotoxicologia era projetada para sustentar também a parceria com a UE.

(...) o Sicrano passou ao item 5 da pauta “Regulação da Nanotecnologia: Coordenação, grupo de trabalho, formação de aglomerado ou *cluster*, cooperações internacionais e relato do Nanoeuroforum 2013”. Foi proposto criar um *cluster* com as 6 redes de nanotoxicologia que participará do *cluster* da nano criado entre a União Europeia e os Estados Unidos. Eles estão trabalhando num sistema regulatório que converse. Informou que o NANOREG é um banco de dados que referenda informações sobre um

determinado produto/partícula. Acrescentou que para entrar no NANOREG o país tem que disponibilizar um orçamento e propôs que o CIN assumisse esse compromisso (MCTI, 2013c, p. 2).

Em 16 de dezembro de 2013, regulação se torna então tema central para legitimar a política e verifica-se a comparação com a política estadunidense. Em que pese, mais uma vez, esses posicionamentos distinguirem a importância que a política estava dando à regulação, a política brasileira já se encontrava em estágio avançado.

A Diretora de Inovação Sicrana comentou que sua expectativa seria ter um caminho traçado já em fevereiro de 2014 e que o Brasil não se posicione de forma a inibir esse processo. Acrescentou que a “*Food and Drug Administration – FDA*” regula caso a caso e que a União Europeia tem suas diretrizes. O representante do SINACON, [...] , recomendou antecipar o processo para que não se repita o caso dos transgênicos e que o mesmo deve passar pelos trabalhadores, consultores e sociedade. A ABDI ressaltou a necessidade de haver um nivelamento dos conceitos. O MDIC ponderou que o direito à informação deve ser considerado o risco e os benefícios, e citou como exemplo os casos exitosos de tratamento de tumores malignos com nanotecnologia, do lixo no meio ambiente que passa a ser reduzido (MCTI, 2013d, p. 2).

Um posicionamento de dentro do MCTIC, contudo, revela a opinião que mais se externou na política oficial ao longo dos anos, uma posição intermediária sobre regulação de riscos. Em que pese a ponderação, em certa medida, este ponto de vista acompanhou a inação na abordagem de riscos, impactos e regulação até então.

O Secretário Beltrano chamou atenção para os vários aspectos da Nanotecnologia e que toda tecnologia pode ser usada para o bem ou para mal, concluindo com isso que há um exagero quanto aos riscos que a Nanotecnologia pode oferecer ao homem e ao meio ambiente (MCTI, 2013d, p. 2-3).

Na reunião de 26 de agosto de 2014, verifica-se a participação de representantes dos trabalhadores. Coincidência ou não, o debate da regulação já estava avançado no CIN e a decisão pela parceria com o NanoREG estava fechada e foi exposta neste encontro.

Terminada, passou-se para o item 2 da pauta: Regulação da Nanotecnologia e a participação do Brasil no projeto NANoREG. Discutiu-se sobre os protocolos do NANoREG e a padronização das amostras. [...] informou que os laboratórios integrantes do Projeto NANoREG receberão recursos para se adequarem às exigências do Projeto (MCTI, 2014e, p. 2).

Nesta reunião cogitou-se o lançamento de uma “rede Sociedade e Meio Ambiente” a ser implementada em 2015. (MCTI, loc. cit.). Também foi definido que

o CIN colaborasse com “a estruturação do NANoREG, inclusive com a participação financeira das empresas e indústrias, interessadas também nas questões regulatórias da nanotecnologia” (MCTI, 2014e, p. 2). Nesta reunião foi mencionado que, para integrar o projeto o MCTI, se deveria “fazer um investimento inicial de quatro milhões de reais (R\$ 4.000.000,00), de um total de seis milhões (R\$ 6.000.000,00) (...) e que os laboratórios integrantes do Projeto NANoREG” receberiam “recursos para se adequarem às exigências do Projeto” (MCTI, 2014e, p. 2).

Nota-se que, apesar das controvérsias e contradições, com a IBN, a rede de governança expandiu-se para vários ministérios, agências governamentais e alguns representantes de setores sociais organizados, com o intuito de ampliar o alcance, a relevância e o orçamento da política. A investigação sobre nanotoxicologia e a questão da regulação ganharam espaço e legitimidade ao serem elevadas a objetivos da política e ligadas a redes internacionais e tais ações respondiam às lacunas detectadas sobre essas implicações, temas que foram repercutiram e tiveram decisões nos comitês.

Porém, em 2016, o orçamento do programa de nanotecnologia foi abruptamente cortado e “serviu apenas para cobrir despesas emergências da política” (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Atualmente, a política existente é simbólica, mais formal do que prática, em termos de sustentação. Em 2013, foi realizada a última chamada de financiamento em pesquisa em N&N. A última reunião do comitê consultivo de nanotecnologia em 2016 não teve quórum e refletiu o período de instabilidade com o impedimento presidencial e mudança nos ministérios (INVERNIZZI; FOLADORI; QUEVEDO, 2017). Em 2015 a CGMNT foi fusionada com outros órgãos e passou a ser chamada de Coordenação de Inovação em Tecnologias Convergentes e Habilitadoras.

Diante do exposto, se faz necessária a consideração aos avanços e críticas da política brasileira de NT. Esses elementos são recuperados e narrados também por meio de entrevistas obtidas para a realização desta tese.

## 5.5 AVANÇOS E CRÍTICAS DA POLÍTICA BRASILEIRA DE NANOTECNOLOGIA

No balanço final, entre pontos positivos e negativos aferíveis das entrevistas e de outras análises sobre o desenvolvimento da política de NT brasileira, há uma série de acertos e de críticas que podem proporcionar sugestões para a trajetória futura da política. Um dos principais entraves da política foi o recorrente problema de descontinuidade das ações de CT&I no Brasil.

A crise na economia global que atingiu o país no início da segunda década dos anos 2000 foi um dos fatores apontados que afetou a destinação de recursos públicos para política de NT. Ademais, se não fosse a articulação de um *policymaker* específico, a IBN não teria obtido o impulso que trouxe às ações – do lançamento do SisNANO ao NanoREG, como relataram três entrevistados. Portanto, a atuação de atores específicos pode determinar o sucesso, mesmo que momentâneo, da política. A importância do sistema de laboratórios é assim referida por um *policymaker*: “Acredito que tem boa chance do SisNano ir adiante, porque está dando muito resultado. Os laboratórios têm se empenhado em dar esse resultado” (ENTREVISTADO 2, 2016).

É importante ter em consideração a continuidade não somente de orçamento, mas da estabilidade de nomes em cargos de liderança, de órgãos e de estruturas governamentais. Em 2015, o MCTI agrupou mais um ministério, o das Comunicações, passando a ser MCTIC, medida que foi criticada por fragmentar as atribuições do ministério em áreas díspares e representar ainda menos prioridade à agenda de CT&I em relação a áreas que concentram mais atenção como Saúde, Educação, etc. Além disso, secretários e coordenadores da CGMNT foram trocados, demonstrando que as ações são afetadas pela volatilidade e a instabilidade da política.

Com a mudança de governo, após o impeachment da presidência em 2016, a política não teve mais ações expressivas. As medidas foram mantidas com restos a pagar de outros ciclos dos programas. Uma das principais preocupações é a descontinuidade da política e o risco de obsolência de infraestrutura e pesquisa montadas, além da não renovação das redes e de bolsas de pesquisa. Isto foi externado por um entrevistado como uma das maiores preocupações da comunidade de pesquisa.

Isso é gravíssimo porque a nanotecnologia é uma área de pesquisa que custa caro, a gente depende de equipamentos, não é uma pesquisa experimental que se faça só com intelecto, a gente precisa das máquinas para medir as coisas, para desenvolver os experimentos. Houve realmente um parque analítico-tecnológico nos anos 2000 que foi realmente montado de uma maneira bem razoável, temos laboratórios que se equivalem a laboratórios top do mundo. O que acontece? Esses equipamentos envelhecem, esse é o problema, na medida em que não podemos atualizar os equipamentos. Dá para imaginar? A pesquisa vai sofrer na qualidade e na quantidade. O impacto é muito grave e todo mundo na área acadêmica repercute essa situação na medida que foi um esforço tão grande e tão organizado da comunidade científica brasileira para chegar nessa situação. É muito complicado e desanimador para quem atua na área há tantos anos. A gente sabe da dependência estrita de equipamentos e esses equipamentos são caros, o impacto vai vir ainda daqui cinco anos, pois ainda há no sistema um x de recursos remanescentes, os equipamentos ainda estão funcionando (ENTREVISTADO 4, 2017).

Há também o temor da perda dos resultados obtidos após os anos de desenvolvimento da política e da interlocução com o setor industrial e empresarial. No que se refere aos pontos negativos foram apontados ainda aspectos na governança da política no que se refere à atuação do MCTIC. Segundo um *policymaker*, na destinação dos recursos, houve um “*overbooking*” de expectativas e ações diante de uma incerteza sobre financiamento.

O que aconteceu foi uma espécie de *overbooking*. Prometeu-se fazer as coisas, mas o que entrou de dinheiro não era suficiente para pagar a demanda daquele ano. Quando entrava demanda do ano seguinte, parte dessa demanda era para pagar o passivo. Então já sobrou menos para fazer o ativo e o ativo foi cada vez diminuindo mais e o passivo aumentando. Então chegou um ponto em que se passou a trabalhar no vermelho, não tinha dinheiro ou o que tem é muito pouco (ENTREVISTADO 1, 2016).

A falta de noção sobre o alcance dos recursos revelou aspectos da burocracia das políticas públicas quando o Estado não responde de forma satisfatória à formulação da agenda (MENY, THOENIG, 1992). A perda de recursos é uma das causas da descontinuidade da política e da falta de uma visão mais ampliada sobre a área de ciência, tecnologia e inovação no país. Falta, portanto, “uma visão estratégica a médio e longo prazo no ministério.”

Em que pese que o termo de referência dos fundos setoriais, enquanto fundos, ter previsão por quatro anos, a gente pode fazer uma programação dos fundos, por exemplo, para 2015, 2016, 2017, 2018, mas muitas dessas previsões ficaram no primeiro ano só. Ou seja, 2015 pagou, 2016 já não teve mais recursos, 2017, 2018 nem pensar em recursos. Quer dizer, essa perda na continuidade para o gestor é muito ruim. Não tem como programar (ENTREVISTADO 1, 2016).

Ademais, cada ação, por exemplo laboratórios ou redes, tinha uma fonte de recurso diferente e, na hora de juntar uma ação com outra, os recursos foram

minguando, “em termos de quantidade e em termos de investimento” (ENTREVISTADO 1, 2016), desfocando a origem dos recursos dos planos plurianuais.

Naquela ocasião não se sentiu muito isso, porque se tinha um aporte razoável dos fundos. Então se pode ver que em 2005 e 2006 foram feitas encomendas específicas para laboratórios, a FINEP implementou vários editais de CT-Empresas. Na ocasião veio a subvenção econômica, tudo com recurso do FNCT. Então eu diria que os fundos mascararam um pouco o principal programa do governo, que era o Plano Plurianual. (ENTREVISTADO 1, 2016).

Com a implementação do SisNANO, verificou-se uma “decisão muito boa, que começou a trabalhar com laboratórios consolidados e que possivelmente não vão desaparecer” (ENTREVISTADO 2, 2016). No entanto, a partir de 2016, os recursos serviram “para apagar incêndio” e o que se percebia era que “a coordenação de nanotecnologia do ministério tinha pouco recurso e pouca capacidade de buscar recurso, com pouco prestígio para tal função” (ENTREVISTADO 2, 2016). Portanto, a maior crítica é a descontinuidade, em que “o Brasil começa bem muitas coisas, mas não mantém” (ENTREVISTADO 4, 2017). Ou como narra, em episódio simbólico, outro *policymaker* na avaliação sobre os mais de 15 anos da política:

O problema é a restrições de dinheiro real, financiamento para valer não teve mais. A C&T não é uma prioridade no Brasil. Em 1950, quando começou o CNPq, o Brasil tinha exatamente o mesmo número de físicos que a Índia. Vai ver agora. A Índia há pouco tempo atrás estava muito abaixo do nível do Brasil. A Coréia do Sul também. Eu fui para a Índia fechar acordo e, se em 1950 nós tínhamos a mesma situação e chegamos a estar em melhor situação, hoje eles têm mais produtividade. No Brasil, não tem prioridade para ensino e pesquisa científica (ENTREVISTADO 3, 2017).

Nas entrevistas, os atores também apontaram como ponto positivo da política o aprimoramento de recursos humanos no MCTIC com a proximidade dos agentes do ministério com os laboratórios para “ver que tipo de pesquisa está sendo feita, quais são as empresas que estão sendo envolvidas.” O que deu “um pouco mais de consistência à parte da gestão” (ENTREVISTADO 1, 2016). A capacitação, ainda que tenha muito a evoluir, ocorreu até mesmo nas agências reguladoras, em órgãos que deveriam estar preparados, mas que somente se capacitaram com a emergência da política. Circularam também mais informações sobre outras abordagens regulatórias dada a complexidade da NT.

A preparação da Anvisa é melhor que 15 anos atrás, tem técnicos que entendem melhor essa tecnologia, houve uma renovação dos técnicos da Anvisa, em 2014 a Anvisa montou um grupo de trabalho para a área nano, houve até editais do CNPq para isso. Houve lançamento de documento dando orientações, mas não sabe se mudaram nesse sentido ou se a Anvisa segue fazendo a avaliação caso a caso (ENTREVISTADO 4, 2017).

A nível da indústria brasileira e seu atraso, a atuação de coordenador da CGMNT aproximou o setor do conhecimento necessário de pesquisa por meio da política.

Quando você começa a ver como é que funciona a cadeia da indústria, a indústria só começa a fazer nanotecnologia depois de passar por uma série de coisas que em geral o Brasil não tem. Então o Brasil estava começando a se equipar para fazer essa coisa intermediária entre o resultado da pesquisa e a utilização final (ENTREVISTADO 3, 2017).

No que tange ao esforço para cooperações internacionais, “as parcerias de sucesso são as exclusivamente científico-acadêmicas e não ultrapassaram a transferência de tecnologia para o setor privado” (ENTREVISTADO 4, 2017). Assim destacaram-se parcerias com México, os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China), e Cuba em intercâmbio de conhecimento. “A internacionalização foi muito interessante”, com o CBAN realizando “várias escolas para treinar alunos, para a formação, treinamento e formação, vieram e foram pesquisadores” (ENTREVISTADO 4, 2017).

O diferencial, no entanto, foram “editais para cooperação específicos para nanotecnologia” (ENTREVISTADO 4, 2017). Nessa enseada estão ainda cooperações como o CBAN. O caráter técnico obtido com a política é referido como uma das questões importantes, inclusive na composição dos comitês de aconselhamento, sem deixar de pontuar que é necessário contar com diversidade de atores na tomada de decisão da política de NT:

(...) é uma das coisas mais importantes nas políticas públicas que elas sejam feitas e orientadas pelas pessoas que conhecem a área. Acho que a coisa mais maléfica para o país é quando os cargos que dependem de uma perícia técnica científica e colocam alguém só como cargo político. Não precisa ter somente científicos, tem que ter outras representações da sociedade, mas tem que ter um grupo de pessoas que minimamente conhece a área e isso deve ser guardado. Quando tem descaracterização da perícia técnico científica pode ter risco que a área se perca. Isso tem que ser o núcleo dos comitês, mas é importante ter gente das empresas, da indústria, do governo, da sociedade civil, tem que ter (ENTREVISTADO 4, 2017).

Quanto às áreas prioritárias, se por um lado a área é apontada como ter se estruturado de forma desfocada com diversas temáticas de redes, por outro lado, isto proporcionou maior diversidade.

Isso permitiu que haja atividade de nanotecnologia no Brasil profundo, na pequena universidade do interior, permitiu uma capilaridade que, se tivesse feito prioritário, iria reforçar os grupos de grandes universidades e grandes currículos, então perdeu em poder de chegar a uma solução para a sociedade rapidamente, mas ganhou em capilarização (ENTREVISTADO 4, 2017).

Ademais, as redes permitiram “relações mais fortes e colaborações”, mas a priorização é, ainda, considerada fundamental: “É importante no primeiro momento, nessa política governamental difusa, que se permita a muitos terem acesso. Mas agora tem que ser direcionada para que os esforços cheguem a algum lugar” (ENTREVISTADO 4, 2017). Por sua vez, o SisNANO permitiu “organizar” e criar “uma interface com empresas na prestação de serviços dentro da universidade”, o que mudou o “contexto”, não sendo mais apenas pesquisa acadêmica, mas oferecendo “prestação de serviço em projetos em parcerias com empresas” (ENTREVISTADO 4, 2017).

A identificação e proximidade entre os pesquisadores permitiu colaborações entre as pesquisas especialmente em “uma área tão cara em que os equipamentos são raros” (ENTREVISTADO 4, 2017) e cujas interações permitiram produtos acabados para o mercado:

Os editais de parceria entre universidade e empresa também influíram para que produtos estejam no mercado por causa disso. Não são todos os países do mundo que têm produtos nanotecnológicos para comprar na prateleira, o Brasil tem e é resultado dessa indução do governo na destinação de recurso, universidades com *expertise*. Daí surgiram projetos que permitiram vários produtos de nanotecnologia no mercado (ENTREVISTADO 4, 2017).

Assim, as redes, os laboratórios, as empresas e a cooperação internacional “formaram um núcleo de ações para promover a nanotecnologia” (ENTREVISTADO 1, 2016). Além disso, é necessário destacar que isto foi resultado da transversalidade da política com planos como a PITCE e a PDP (GORDON, 2010). Segundo Invernizzi et al. (2017), embora ainda não se tenha elementos suficientes para avaliar até que ponto a transferência de conhecimento das instituições de pesquisa para as empresas tem sido bem sucedida, a avaliação realizada pelo Entrevistado 1 (2016), que, como agente público oficial e coordenador da CGMNT por mais de uma vez que acompanhou o desenvolvimento da política de

nanotecnologia desde o início, é que a interação entre instituições de pesquisa e empresas avançou significativamente durante os anos de desenvolvimento da política.

Quanto à regulação, a entrada do Brasil no NANoREG, em 2014, consistiu em um esforço para “dar respostas científicas às questões regulatórias associadas à nanotecnologia” (MCTI, 2014, p.5). Atualmente a regulação no país, segundo o Entrevistado 4 (2017), para registro de produto, é feita na Anvisa, que tem a autoridade máxima para regulação de medicamentos, e trabalha na perspectiva de regulação caso a caso. Ele resume esta perspectiva da seguinte forma, no que tange a nanoprodutos da área de cosméticos, por exemplo:

(...) uma empresa tem um novo produto, ele tem nanotecnologia, ela vai para agência, a agência faz a demanda de forma específica, porque daí vai ser dentro do produto, em específico, é assim que vem acontecendo. Essa é a postura americana. A empresa está livre para fazer, e depois tem uma vigilância pós-venda e, durante o registro, a agência pede os testes e os resultados que ela julga pertinente para aquela tecnologia (ENTREVISTADO 4, 2017).

Ele afirma ainda que “outros setores têm a regulação muito solta em relação às áreas de medicamentos”, mas que acredita que “o Brasil, na área da saúde, vai continuar no caso a caso” (ENTREVISTADO 4, 2017). Ou seja, a empresa apresenta o produto e a autoridade sanitária vai pedindo os testes até ficar satisfeita. Sobre o NanoREG, está em um estágio muito acadêmico de formulação para uma implementação.

No próximo capítulo, é apresentado o quadro teórico para a abordagem discursiva das políticas públicas. Por este enfoque serão analisadas as prioridades retóricas e técnicas argumentativas da PCTI de NT brasileira.

## 6 A ABORDAGEM DISCURSIVA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Considerando as questões de nanotecnologia como um fenômeno de políticas públicas, este capítulo apresenta o enquadramento teórico da tese. Trata, portanto, da retórica política de uma tecnologia emergente, atenta às linguagens de enquadre “governamental, de politização da ciência e do risco” (HODGE; MAYNARD; BOWMAN, 2014). Isto revela como prioridade, “justificação e legitimação” são engendradas (DEUBEL, 2008, p. 67). A comunicação e as políticas públicas vêm convergindo como duas áreas interdisciplinares para dirimir alguns problemas de ordem política na implementação de ações do Estado com repercussões que são por excelência sociais. Segundo Capella (2017), o campo das políticas públicas como área afim da Ciência Política se organizou como conjunto de conhecimentos científicos sobre as ciências da relação do governo com os cidadãos, englobando atividades governamentais, nos anos 1950. Entre os anos 1960 e 1980, aconteceu uma guinada para uma análise política com abordagens cíclicas. A viragem linguística chegou às políticas públicas nos anos 1990, com o desenvolvimento de perspectivas teóricas relevando seu potencial como mesoteoria, em um nível intermediário de investigação de processos de como as ações acontecem e as medidas no campo de públicas são tomadas (CAPELLA, 2017).

Nessa enseada, inseriu-se a abordagem discursiva de políticas públicas, abrindo-se um leque de entendimentos sobre complexidades, a partir da formulação de Majone (1989) para quem a formulação da política pública é argumentativa e de processos de produção de decisão mais fluidos e ampliados como os analisados por Fischer et al. (2012) e Zittoun (2009).

Assim, este capítulo está dividido em duas seções, seguintes a esta. A primeira aborda a questão dos discursos na análise de políticas públicas no ponto 6.1. A segunda, no ponto 6.2, é sobre retórica e argumentos nas políticas públicas e tem duas subseções. O ponto 6.2.1 explica a classificação dos auditórios enquanto audiências presumidas para preparação da argumentação. O ponto 6.2.2, ao final, detalha as técnicas argumentativas para análise dos argumentos.

## 6.1 DISCURSO E POLÍTICAS PÚBLICAS

Narrativa e discurso em políticas públicas apresentam ambivalências inerentes aos problemas da política, no que tange a “diferenças face certezas contraditórias” na tomada de decisão, o que promove efeitos nos objetivos da política (HAJER; LAWS, 2006, p. 261). Dessa forma, ao considerar os atos das políticas diante da complexidade e incerteza, as “regularidades linguísticas provêm estabilidade e orientação organizacional” para compreensão destas questões (HAJER; LAWS, 2006, p. 261). Neste panorama estão o resultado de medidas de atores que colaboram e atuam em “comunidades de interpretação” no compartilhamento de maneiras de formar percepções, visões e retóricas sobre “situações políticas”, além de fornecer entendimento sobre “exclusões que são inerentes em particular a categorias políticas ou vocabulários” na ordenação da realidade (HAJER; LAWS, loc. cit.).

Deubel (2008, p. 67) situa os estudos discursivos na análise de políticas públicas na concepção “pós-empirista”, em que essa perspectiva “propõe teorias e metodologias que as consideram, principalmente, como construções discursivas, feitas de argumentos e de elementos retóricos que se constituem em narrações ou relatos”. Para Gottweis (2007, p. 237), a análise argumentativa da política pública “move a linguagem e o seu processo de utilização, mobilização e peso dos argumentos e símbolos (de interpretação, prática de formatação e análise) para o centro” da atenção. Nessa linha, muitas decisões das políticas representam “expectativas e crenças que influenciam as dinâmicas da tomada de decisão” (GOTTWEIS, loc. cit.).

A interface entre políticas públicas e comunicação retórica surge para a avaliação das políticas considerando a argumentação em formulações políticas em situações em que “os relatos usualmente utilizados para descrever controvérsias de políticas públicas representam” forças que resistem “a serem mudadas ou modificadas já que continuam subjazendo e persistindo nas crenças dos atores e decisores, particularmente em casos de grande incerteza, complexidade e polarização” (DEUBEL, 1998, p. 86). Esses processos fronteiraços envolvem políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação e responsabilidade pública não apenas nas decisões, mas também na construção de opções que afetam modos de viver a partir de empenhos científicos e tecnológicos. Há nesses vieses teóricos a

perspectiva, mais forte no que tange a uma inclinação deliberativa, de abordar a divulgação sobre ações de agentes do Estado e a qualidade da circulação da informação na prestação de contas ampliada e a percepção pública sobre as ações de governo em áreas sensivelmente especializadas como as políticas de desenvolvimento da nanotecnologia.

No caso da política pública de N&N, destaca-se, o papel do governo brasileiro em investir em pesquisa, desenvolvimento e inovação em NT registrado em relatórios, planos e documentos da política. Já a disseminação de informações sobre a política junto à sociedade, incentivando-a ou não a refletir sobre riscos e benefícios, foi praticamente inexistente no período analisado. Alguns teóricos com proeminência na análise discursiva de políticas públicas destacam o papel de processos de deliberação, especialmente em assuntos complexos como ciência, tecnologia e regulação (FISCHER, FOSTER, 2002; DRYZEK, 2010, 2002; MAJONE, 1989). Embora seus apontamentos extrapolem até perspectivas de debate que podem produzir comunicação pública (WEBER, 2017; ESTEVES, 2011), sobre uma política pública, a natureza da política de nanotecnologia brasileira apresentou um alinhamento discursivo mais plebiscitário do que deliberativo, com os atores promotores e porta-vozes da política ampliando a discussão para auditórios particulares ou de elite em raros momentos (LATOURET, 1998; BRUXEL, 2017; CHAMBERS, 2004). Na década passada, Foladori (2006) já apontava que as propostas latino-americanas em políticas de NT tinham três limitações principais. A primeira é que não chamavam a sociedade a participar dos debates e decisões; a segunda é que não realizavam estudos sobre riscos à saúde e ao meio ambiente nem sobre implicações éticas; e, por fim, não consideravam os possíveis impactos socioeconômicos. Assim, as decisões eram tomadas em arenas mais restritas ao conhecimento público. Passados mais de 10 anos, essa realidade pouco se alterou.

No Brasil, a lacuna de informações e de comunicação pública, considerando também uma perspectiva de envolvimento social no desenvolvimento da política para atenção a riscos e ELSI, foi apontada em duas pesquisas realizadas pelo MCTIC. A primeira, realizada em 2004, apontava a ausência de componentes que considerem tais implicações. A segunda, em 2007, comentada por Fernandes e Filgueiras (2008, p. 2212), foi desenvolvida em parceria com a Academia Brasileira de Ciências e a pesquisa se chamava “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia”. Este estudo visava avaliar o interesse, o grau de informação e as atitudes dos

brasileiros em relação à ciência e à tecnologia. Mais de 40% de um universo de 2 mil adultos pesquisados disseram ter muito interesse por ciência e tecnologia. No entanto, 73% relataram se informar pouco ou nada sobre ciência e tecnologia, justificando que não entendiam esses assuntos. Segundo os autores, a experiência da Nano Aventura, exposição itinerante sobre nanotecnologia do Museu Exploratório de Ciências da Unicamp, sugere que os visitantes têm “uma boa recepção para uma tecnologia ainda desconhecida”, mas sem dados concretos sobre o conhecimento. Tal situação demonstrava que se os avanços da nanotecnologia fossem “acompanhados por medidas de divulgação científica e participação social (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008, p. 2212), possivelmente as pessoas tivessem mais informações sobre o tema. Em outro momento, em 2006, um nanocientista que participou de algumas ações da política foi questionado em entrevista sobre o nível de conhecimento da população sobre a nanociência e o impacto sobre sua vida. Em resposta, ele disse que “esse não é um problema específico da nanotecnologia e, tampouco, do Brasil” (SILVA, 2006, p. 5). Nota-se que a informação, como uma componente da comunicação, é um dos recursos disponíveis ou utilizados na formulação e implementação de políticas e, por isso, está presente nas teorias sobre análise de políticas públicas. Outro ponto é que os debates mais controversos da nanotecnologia não chegam ao público pela escassa informação sobre ciência produzida pelos meios de comunicação no Brasil (INVERNIZZI; CAVICHIOLO, 2009).

Ao avaliar as políticas públicas, e tendo em foco o caso específico da política brasileira, consideram-se as dinâmicas das ações a partir das definições retóricas presentes nas formulações e implementações. Afinal, são notáveis processos de transformação nos instrumentos de implementação para solucionar questões que se evidenciaram na retórica dos documentos, em contextos de controle ou mudança da agenda da política. Majone (2006) observa que os discursos sob determinado enfoque, seja individual ou de instituição, podem exercer um poder exclusivo sobre a agenda. E isto se relaciona diretamente com as prioridades que vão se estabelecendo “entre a definição de agendas e a definição de prioridades dentro de uma agenda determinada ou potencial” (MAJONE, 2006, p. 229):

O significado da distinção está no fato de que pode não ser bom o suficiente uma proposta de política entrar na agenda de decisões; ainda mais importante é que a proposta ocupe uma posição alta na agenda. Limitações de recursos - tempo, dinheiro, pessoal ou conhecimento - geralmente tornam necessário definir prioridades dentro da agenda de decisão. A noção de prioridade deriva da proposição do senso comum de que se deve realizar determinadas ações em primeiro lugar. Do ponto de vista normativo, uma definição racional de prioridades implica que os custos de oportunidade das propostas alternativas sejam devidamente tidos em conta (MAJONE, 2006, p. 238)

Nesse viés, os conteúdos discursivos, que constaram nos documentos, integram as políticas públicas e fornecem entendimentos sobre sua composição. Segundo Zittoun (2009), as questões discursivas para análise de políticas públicas tratam de expressões e significações e inferem sobre o comportamento de quem faz a política pública acontecer. Mesmo sem entrar em detalhe na observação do comportamento de atores políticos relevantes, a análise de argumentos da retórica sugere os entrelaçamentos entre problemas e soluções e as influências substanciais na formatação e ações de instituições envolvidas (medidas que fortalecem as instituições em direção a uma ação ou que as enfraquecem). Argumento, caráter e emoção são os elementos de prova na perspectiva aristotélica de retórica. Na análise da retórica, portanto, “a persuasão ocorre por meio dos argumentos (*logos*), quando se mostra a ‘verdade’, a ‘aparente verdade do que seja lá persuasivo em cada caso, (...) convencendo por si só, enquanto o caráter (*ethos*) e a emoção do orador (*pathos*) que pretende convencer depende de condições e circunstâncias específicas” (GOTTWEIS, 2007, p. 242). Contudo, o *logos* da retórica é o que permite a verificação da racionalidade da política pública, possibilitando “acesso a estratégias políticas e práticas sociais” (FARIAS JUNIOR, 2011, p. 179).

Por sua vez, Perelman e Obrechts-Tyteca (2005), “nos auxiliam a compreender os artifícios retóricos por intermédio da encenação discursiva, ou seja, a partir (...) de variáveis que se fazem presentes no momento em que o discurso é proferido ou publicado”, a considerar o “perfil do público para o qual se dirige, (...) objetivos e finalidades da produção discursiva, entre outros fatores” (FARIAS JÚNIOR, 2011, p. 178). Tal pertinência deriva dos elementos contextuais do uso do texto, de sua aplicação e “fim para o qual os artifícios retóricos foram mobilizados” (Ibidem., p.179). Para além disto, como aponta Hermida (2011, p. 22), “estudos sobre o uso da linguagem e da retórica como mecanismo de exercício de poder contribuem” na compreensão de “como fatos são construídos e estabilizados, no

sentido de tornarem-se um consenso para uma coletividade de agentes na tomada de decisão e formadores de opinião. ”

Zittoun (2009) constatou que os valores sociais desenvolvidos nas políticas e mobilizados pelos atores se distinguem e aparecem nas maneiras em que a “realidade” da política é manipulada pelo discurso, o que *a priori* estará conectado com a ação prática. Esta abordagem refere-se muito mais a uma análise da capacidade dos atores em experimentar e manter conexões entre o problema e a solução de políticas públicas, do que necessariamente considerar apenas as questões de oportunidades e chances.

Nesse sentido, Zittoun (2009, p. 80), ressalta que “é melhor considerar a capacidade dos atores em impor um conteúdo” do que verificar apenas o conteúdo dos discursos dos participantes e as estratégias separadamente. Ademais, nota-se que, “a primeira tarefa daquele que se coloca na posição de convencer consiste em se indagar sobre o auditório, antes mesmo de conceber, de *inventar* um argumento” (BRETON, 2012, p. 120).

A seguir, enfocamos o cerne teórico que estrutura a análise da tese.

## 6.2 RETÓRICA E ARGUMENTO NAS POLÍTICAS PÚBLICAS

A Retórica, obra de Aristóteles (384a.C - 322a.C), apresenta enfoque analítico sobre enunciados a partir de conclusões verossímeis, representando uma forma de raciocinar pelos argumentos. Na obra, são apresentados três gêneros retóricos, a saber: o deliberativo (que busca persuadir ou dissuadir), o epidíctico (que cria juízos de valor pelo elogio ou depreciação) e o judiciário (que defende ou acusa). Muitas definições e problematizações se seguiram ao clássico grego, chegando até a contemporaneidade em problematizações que não se ancoram num sistema uniforme de retórica clássica.

No entanto, há certa unanimidade em reconhecer que o estudo da retórica tem em vista “a criação e a elaboração de discursos com fins persuasivos” (ALEXANDRE JR., 2005, p. 23). Nesse sentido, legitima a manifestação do intelecto humano que resulta de um determinado método que possibilita o controle da pertinência de uma racionalidade. Autores (BRUXEL, 2017; COELHO, 2005) destacam que a retórica de Aristóteles é mal compreendida quando reduzida ao estímulo das emoções e não contempla o caráter dialético e nem o uso da

argumentação lógica que prevê em suas formulações o convívio com a ideia do múltiplo das premissas, que são aproveitáveis para ponto de partida de argumentações.

A retórica é constituída por elementos de prova, que são racionais (*logos*), de caráter (*ethos*) e emoção do orador e envolvimento da audiência (*pathos*). Usar como “estratégia um determinado elemento da retórica ou outro é o que vai apontar para as possibilidades da fala contribuir ou não com um processo argumentativo” (BRUXEL, 2017, p. 251). Segundo Coelho (2005, p. 15) este processo retórico se insere no campo racional em uma “lógica dos julgamentos de valor”.

Para Gronbeck (2004, p. 138), entre os três tipos de prova discutidos por Aristóteles, “o *logos* é o argumento julgado provável pela audiência” e que “coloca as necessidades e ‘mores’ nas bases da política pública.” Dessa forma, “o modo de argumentação dominado pelo *logos* é caracterizado pela razão e apresentação de fatos, evidências e provas empíricas” (GOTTWEIS, 2004, p. 243). Assim, “no modelo logocêntrico o orador subjetivo tem um espaço ideal e um tempo para demonstrar os argumentos”, enfatizando “os argumentos centrais, seus pesos do ponto de vista factual” (Ibidem., p. 246). O núcleo do raciocínio retórico se constitui no “*entinema*, que é um tipo de raciocínio com premissas construídas a partir das visões que se tem da audiência” e o “exemplo (*paradeigma*), que é uma instância específica ou paralela a casos familiares suficientes para os ouvintes terem poder probativo” (GRONBECK, 2004, p. 138). A retórica, como apontado por Dryzek (2010), desempenha um papel importante na governança de políticas.

Perelman e Olbrechts-Tyteca (2015) propuseram, em 1958 originalmente, um entendimento teórico e metodológico para a análise de uma nova retórica, a fim de entender os meandros pelos quais valores são introduzidos em um processo de subsunção de fatos a normas gerais. A partir dos enunciados retóricos não se avaliam quais são verdadeiros ou falsos, mas quais apresentam pautas de decisões possíveis, o que se manifesta a partir de um pensamento muito mais tecnológico (a partir de uma técnica) do que científico. A nova retórica, aponta Meyer (2005, p. 20), constitui um “discurso do método” que analisa os argumentos que governam as decisões, considerando o pluralismo da linguagem, tanto nos valores morais como nas opiniões. A contribuição dessa abordagem para análise de políticas públicas subjaz ao aspecto do discurso como constituidor do poder e pelo seu aspecto de convencimento e persuasão dos atores e pela legitimação e formulação política

propriamente pelos argumentos. Tais elementos integram os espaços de significação de produção de ações e medidas públicas e os jogos de poder entre os atores envolvidos ou que buscam influenciar a formulação das políticas (ZITTOUN, 2009, p.80).

Enquanto teoria, a nova retórica tem como objetivo o estudo das técnicas discursivas que permitem provocar ou aumentar a adesão das pessoas aos argumentos que são apresentados. Este enfoque investiga os esquemas argumentativos usados. Conforme Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p. 9), interessa verificar a “engenhosidade nas técnicas destinadas a atuar sobre as coisas para verificar as ações sobre os espíritos por meio do discurso.” Para tanto, a metodologia proposta, nesta linha, alia a lógica formal moderna e a teoria da argumentação. Utiliza-se a análise dos meios de prova de áreas como ciências humanas, sociais, direito, filosofia, por meio da argumentação. Esta noção de prova da retórica é alargada com o enriquecimento lógico sobre a maneira pela qual é concebida a faculdade de raciocinar. Os autores observam que as pessoas aderem a toda espécie de opiniões com uma intensidade variável, que só é conhecida quando posta a prova. Em um sistema baseado em crenças mais comumente admitidas, que muitas vezes estão implícitas e não formuladas e em momentos de desacordo sobre as consequências resultantes, é que surge “o problema da formulação ou da determinação mais precisa delas (*das crenças*)” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 580, grifo nosso).

O aspecto social da linguagem é essencial como instrumento de comunicação e de ação sobre outras pessoas. A teoria da nova retórica destaca que esta linguagem está relacionada com uma comunidade de prática de uma disciplina ou de uma técnica em comum. Segundo Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p. 580), “os termos utilizados, seu sentido, sua definição, só são compreendidos no contexto fornecidos pelos hábitos, pelos modos de pensar, pelos métodos, pelas circunstâncias exteriores”, além de tradições dos usuários. Nesse viés, o realismo e o nominalismo constituem duas tentativas de justificação e explicação da linguagem utilizada. Assim, essas concordâncias implícitas geram acordos que objetivam ser premissas prévias à argumentação, ou seja, estabelecem-se as bases para presumir o que é admitido pelos ouvintes e auditórios. Os acordos então tratam-se de escolhas, apresentações que constituem objetos de crença e adesão, visando evitar obstáculos e críticas (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 73).

Já os valores como objetos de acordo possibilitam a comunhão sobre modos particulares de agir e se vinculam à multiplicidade de grupos. Podem ser abstratos (princípios, sentimentos) ou concretos (vinculados a um ente vivo, um grupo determinado ou objeto particular). Na tentativa de transformar questões incertas em concretude e vice-versa, observa-se que argumentações podem se basear “conforme as circunstâncias, ora nos valores abstratos, ora nos valores concretos” sendo, às vezes, “difícil perceber o papel representado por uns e outros” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 88). Ressalta-se que os valores abstratos podem servir para a crítica por não levarem em consideração pessoas e objetivarem modificar a ordem estabelecida. Se uma mudança for desejada, há razão para expor incompatibilidades (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 89).

Reitera-se que é “em função de um auditório que qualquer argumentação se desenvolve” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 6). O auditório imaginado, ou seja, o dimensionamento de auditório ao qual se pretende persuadir ou convencer é que estrutura a argumentação, não se tratando necessariamente da maneira pela qual se efetua a comunicação com o auditório. Esta análise vai além do exame da técnica do discurso oral, abrange a importância e o papel dos textos, uma vez que todo o discurso e todo o escrito se dirige a um auditório. Aquele que apresenta a argumentação e aquele a quem a argumentação se dirige, seja pela palavra escrita ou falada, são foco de “discurso”, do “orador” e “auditório”, em que não se distinguem o discurso em forma ou em expressão fragmentária do pensamento.

A distinção entre persuadir e convencer é fundamental ao se considerar que “uma das contribuições mais relevantes dos autores é ponderar que argumentação pode ser realizada com base no verossímil (...) para provocar a adesão do público” (PANKE, CERVI, 2011, p. 399). Para Perelman e Olbrechts-Tyteca, “a persuasão é passional, influencia quem se envolve pelo sentimento e pela imaginação. Já o caráter racional privilegia a convicção” o que na comparação supõe-se que “quem é persuadido fosse levado pelo sentimento, enquanto que quem é convencido considerasse elementos racionais” (PANKE, CERVI, loc. cit.).

Como mencionado, na proposta de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), os auditórios são fundamentais para o estabelecimento da retórica, por isso a próxima seção os aborda em detalhe.

### 6.2.1 Os auditórios

Há argumentos para todo o tipo de auditório e quando se muda o auditório também muda o aspecto da argumentação. Deubel (1998, p. 86) refere que “Aristóteles considera a retórica como um meio argumentativo útil com a finalidade de transmitir ideias a um auditório”. Ao se caracterizar como uma prática dinâmica, a retórica visa sobretudo a persuasão e o convencimento, mas não apenas, e não se restringe às formas de discurso, “razão pela qual pode assumir diversas formas consoante o tema em pauta e a característica do auditório” (BRUXEL, 2017, p. 252). A meta da argumentação é agir eficazmente sobre os espíritos e, para julgar o valor, tem de se considerar a qualidade dos espíritos que ela busca convencer. Os auditórios são, então, meios de condicionar o resultado da argumentação mediante o discurso. Considera-se a ordem de apresentação dos argumentos para exercer o maior efeito esperado. A intensidade de adesão de um auditório vai depender das condições sociais “sem as quais a argumentação ficaria sem objeto e sem efeito. Pois toda argumentação visa à adesão dos espíritos e, por isso, pressupõe a existência de um contato intelectual” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 16). Se o orador não considera o seu auditório na argumentação há um equívoco. A adesão é relativa ao auditório que se busca influenciar. Segundo Breton (2012, p. 120), argumentar é “uma situação de comunicação que implica um questionamento sobre as modalidades de recepção das mensagens” e envolve a intenção de se conhecer “o público ao qual se dirige” o argumento, “as suas expectativas” (BRETON, 2012, p. 120).

Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) apresentam uma série de elementos que formam os diferentes auditórios de audiências presumidas, o que o autor chama de comunidade de espíritos, ou seja, o conjunto daquelas pessoas que o orador quer influenciar com sua argumentação. O orador pensa, “de uma forma mais ou menos consciente, naqueles que procura persuadir e que constituem o auditório ao qual se dirigem seus discursos” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 22). É importante que o auditório, como construção do orador, não seja inadequado à experiência que o orador propõe. Mudanças contextuais da posição do orador irão influenciar o auditório, com o ouvinte ou o destino dos argumentos assumindo novas funções com uma espécie de personalidade nova. Salientam-se as atribuições de função do auditório, a partir de novos meios de condicionamento visionados para a

audiência com palavras utilizadas, lugares e formatos de reuniões, ou seja, todos os meios suscetíveis de influenciar o auditório. Portanto, existe uma subordinação do próprio discurso “de sorte que o auditório já não é, no final do discurso, exatamente o mesmo do início”, o que se realiza por meio de uma adaptação contínua do orador ao auditório (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 26). Para que tais condições de argumentação existam é necessária uma linguagem comum. Segundo Farias Júnior (2011, p. 179), a retórica, “sob o prisma das ciências das linguagens (...) constitui um código variável de acordo com o momento histórico e o lugar de produção. ” Além disso, para argumentar com efeito, é preciso que se tenha apreço pela adesão do interlocutor e pelo seu consentimento.

Os autores distinguem quatro tipos de auditórios: os amplos, os universais os particulares e os de elite. Os auditórios amplos inferem o objetivo de convencer alguém, implicando certa modéstia de quem argumenta. No que tange à diferença entre auditórios particulares e universais, a argumentação mais específica pretende valer apenas para o primeiro, enquanto a argumentação convincente tem que buscar obter adesão de todo ser racional configurando o auditório universal (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 31). A característica racional da convicção depende dos meios utilizados e das faculdades às quais o orador se dirige. A comunicação retórica se diferencia da comunicação científica “devido aos fatos dos auditórios serem diferentes” ao fazer uso de estratégias particulares (DEUBEL, 1998, p.86).

Os auditórios de elite podem ser interpretados como uma subdivisão de auditórios particulares, com uma formatação próxima à desejada de um conjunto de escolhidos membros fortemente selecionados, a exemplo de integrantes de conselhos ou ocupantes de cargos específicos. Nesse sentido, o auditório de elite muitas vezes não é assimilável ao auditório universal. Muitas vezes ocorre que o “auditório de elite queira ficar distinto do homem comum” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 37-38). Quando busca ser assimilável, isto ocorre por condições e motivos específicos, segundo aponta o autor, os quais o aproximam do auditório universal:

Certos auditórios especializados costumam ser assimilados ao auditório universal, tal como o auditório do cientista dirigindo-se aos seus pares. O cientista dirige-se a certos homens particularmente competentes, que admitem os dados de um sistema bem definido, constituído pela ciência em que são especialistas. Contudo, esse auditório tão limitado é geralmente considerado pelo cientista não como um auditório particular, mas como sendo realmente o auditório universal: ele supõe que todos os homens, com o mesmo treinamento, a mesma competência e a mesma informação, adotariam as mesmas conclusões (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 38).

Tais dinâmicas e configurações da argumentação, conforme o auditório, estipulam que há estratégias para não ampliar um auditório buscando evitar criticismo e análise aprofundada que possa prejudicar a argumentação central. Essas táticas para proteger a argumentação de críticas ou argumentos contrários devem considerar dois modos para que um acontecimento perca o estatuto de fato e perca crédito. O primeiro ocorre quando são levantadas dúvidas no seio do auditório onde se apresenta a argumentação e o segundo caso seja ampliado o auditório, acrescentando de outros membros qualificados cujo reconhecimento não admite a argumentação como um fato.

Questões relevantes para o debate de argumentações do campo científico se aproximam de “certos auditórios particulares” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 14). Como exemplo, temos os auditórios nos moldes de comitês de aconselhamento. A comunidade científica está relacionada ao entendimento de que conta com um senso comum específico. Porém, o senso comum neste caso é definido como uma “série de crenças admitidas no seio de uma determinada sociedade, que seus membros presumem ser partilhadas por todo ser racional” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 112). Essas comunidades são dotadas de uma tecnicidade do discurso, marcada pelo jargão de área, cuja linguagem correta pode parecer “hermética aos não iniciados” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, loc. cit.). Consistem em áreas e linguagens que contam com termos que se desejam tornar tão unívocos quanto for possível e que acabam por “resumir um conjunto de conhecimentos, de regras e de convenções, cuja ignorância faz com que sua compreensão, enquanto termos tornados técnicos, escape inteiramente” aos demais (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, loc. cit.).

O convencimento ocorre essencialmente baseado em argumentos coerentes (BRUXEL, 2017). Dessa forma, o sujeito deve se submeter às exigências do grupo que valoriza a função dos porta-vozes. Esse panorama demarca a diferença entre “a ciência que se edifica, a dos cientistas, e a ciência aceita, que se torna a do auditório

universal” e que caracteriza a “diferença entre iniciação e vulgarização” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 117). Assim, no Quadro 4, distinguem-se especificações características de auditórios amplos, auditórios universais, auditórios particulares e auditórios de elite.

Quadro 4 - Características dos auditórios

<b>Auditórios</b>	<b>Amplio</b>	<b>Universal</b>	<b>Particular</b>	<b>Elite</b>
Pontos fortes	Preocupa-se com o estado de espírito do interlocutor. Desejo de ponderação. Perigo de perda de foco, mas propício para desenvolver argumentação convincente que visa obter a adesão de todo o ser racional.	Conta com retórica eficaz que manipula apenas a prova lógica. Busca convencer a todos.	Estão mais propensos a serem configurados a aceitarem determinados acordos. Propício para argumentação convincente por se pretender valer apenas para um auditório escolhido.	Dotado de conhecimentos excepcionais e infalíveis. Parecer próximo de perfeição, com caracterização hierárquica e considerado como modelo ao qual devem moldar-se os outros. Cria normas para o mundo.
Pontos fracos	Abertura ampla pode acarretar perda da qualidade da própria argumentação.	Se o orador não convencer a todos, vai ativar o recurso de desqualificar o recalcitrante, considerando-o anormal e promovendo exclusão.	O orador tem de se adaptar ao modo de ver do auditório. Risco do orador ter de apoiar teses que não lhe são convenientes.	Nem sempre é assimilável ao auditório universal.

Fonte: A autora, baseada em Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005).

Os auditórios estruturam os argumentos e constituem espaços reais ou imaginados para o discurso como expediente da retórica. Na sequência, são explicitados os elos das técnicas argumentativas pelos quais oradores ou emissores expressam discursos visando uma argumentação guiada por um discurso enquanto objeto (alinhado a uma ideia maior, o todo propriamente) e o discurso por meio de argumentação próprio dos materiais de oratória (as partes).

Além dos auditórios, técnicas retóricas estruturam os argumentos, conforme aborda-se na seção seguinte.

### 6.2.2 Técnicas e parâmetros para análise: argumentos quase-lógicos e argumentos baseados na estrutura do real

A argumentação é um ponto de partida de análise do raciocínio do emissor e ocorre por meio de um conjunto de processos de ligação e dissociação. O desenvolvimento argumentativo pressupõe um acordo implícito entre orador e auditório. Nesse sentido, as ligações preparam para o convencimento, com o acordo consistindo nas premissas enquanto integrantes do objeto de crença ou de adesão dos atores.

Chaïm Perelman descreve as modalidades técnicas de *adaptação ao auditório*, que constitui o coração da ação argumentativa em termos de busca para obter acordos em vários níveis e são: premissas explícitas em ligações particulares ou na maneira de se servir dessas e de teses defendidas pelo foco emissor que são reconhecidas por aqueles aos quais se dirige (BRETON, 2012, p. 120).

Os acordos se assentam em eventos vistos como a) o real, baseado em fatos e verdades, que se caracterizam por uma pretensão de validade para o auditório universal; e b) preferível, baseado em valores e hierarquias, que se caracterizam por um ponto de vista determinado que apenas se podem identificar com o de um auditório particular, por mais amplo que possa se tornar. A introdução dos valores e hierarquias em uma argumentação “já constitui um primeiro passo para a utilização persuasiva” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 73).

A proposta de classificação de técnicas argumentativas de Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) em argumentos quase-lógicos e argumentos baseados na estrutura do real estipula “técnicas específicas que visam apontar como o discurso encadeia as táticas de convencimento ou persuasão” (PANKE; CERVI, 2011, p. 399). Na análise dos argumentos, atenta-se que estes “estão inseridos em um processo de enunciação, o que significa que serão entendidos em um contexto estabelecido e por uma comunidade unida linguisticamente” (PANKE; CERVI, loc. cit.).

Enquanto esquemas discursivos a serem analisados pelos argumentos, os processos de ligação e dissociação desencadeiam a argumentação. Os processos de ligação se referem a esquemas que aproximam elementos distintos e permitem estabelecer entre estes uma solidariedade, que visa estruturar e valorizar positiva ou negativamente um pelo outro. Os processos de ligação têm como efeito, portanto,

estruturar e valorizar (PERELMAN, OLBRECHTS-TYTECA, 2005). Já os processos de dissociação são técnicas de ruptura com o objetivo de separar elementos considerados um todo, ou pelo menos um conjunto solidário dentro de um mesmo sistema de pensamento. O efeito é de modificar tal sistema ao modificar algumas noções que constituem suas peças (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 215). Hermida (2011, p. 26) destaca que “através de regimes de associação, o orador une elementos separados para que o público possa perceber uma unidade entre eles. Essas associações podem ser quase lógicas ou reais.” A partir disto, o exame de argumentos quase-lógicos (esquema formal) e de argumentos baseados na estrutura do real (juízos, estrutura das coisas) caracterizam diversos grupos de argumentos nas suas formas mais comuns.

A técnica da argumentação quase-lógica e da baseada na estrutura do real, portanto, caracteriza a argumentação. A argumentação quase-lógica tenta comprovar logicamente, cita dados, comparações. “É quando o emissor ‘cita pesquisas, números e reportagens veiculadas na imprensa nacional’ como legitimadores incontestáveis das informações apresentadas”, por exemplo (PANKE, CERVI, 2011, p. 400). Utiliza-se de “demonstração onde se encontram os argumentos que se amparam em dados concretos como pesquisas, gráficos, ainda que suscetíveis à contestação”, ou seja, “acontece quando o sujeito ‘prova’ seu ponto de vista e não apenas explora valores, conceitos e sentimentos baseados na subjetividade” (PANKE, CERVI, loc. cit.). É uma argumentação melhor compreendida quando comparada a raciocínios formais, lógicos ou matemáticos. Nestes, convém evidenciar “o esquema formal que serve de modelo à construção do argumento, depois, as operações de redução que permitem inserir os dados nesse esquema, e visam torná-los comparáveis, semelhantes, homogêneos” (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2014, p. 218). O caráter formal da argumentação quase-lógica visa construir modelos de raciocínios incontestados a partir de demonstrações consideradas válidas. A estruturação destes argumentos expõe técnicas de apresentação. Tais argumentos se fundamentam na razão e apresentam dados para sustentar o discurso contra “o não cientificismo”, se constituindo em “afirmações e questionamentos que visam provar que o orador sabe do que está falando e se baseia em pesquisas científicas e em dados comprováveis para argumentar” (PANKE; CERVI, 2011, p. 400).

A argumentação baseada na estrutura do real corresponde em “argumentar pelas emoções e situações cotidianas” com argumentos que “situam genericamente ‘os problemas do mundo’ ou justifica suas propostas com base apenas em seus atos passados” (PANKE; CERVI, loc. cit.). É apresentada conforme a própria estrutura das coisas e estabelecem uma solidariedade entre juízos admitidos e outros que se procuram promover (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005).

Os auditórios, ao estruturarem a argumentação, são identificados conforme as estruturas de argumentação que são propícias a serem aceitas ou rejeitadas. Para a análise da política de nanotecnologia no Brasil e os protocolos envolvidos, chegou-se à seguinte matriz (Quadro 5) dos argumentos entre as características dos tipos de auditórios e as técnicas argumentativas utilizadas para estruturação do discurso retórico.

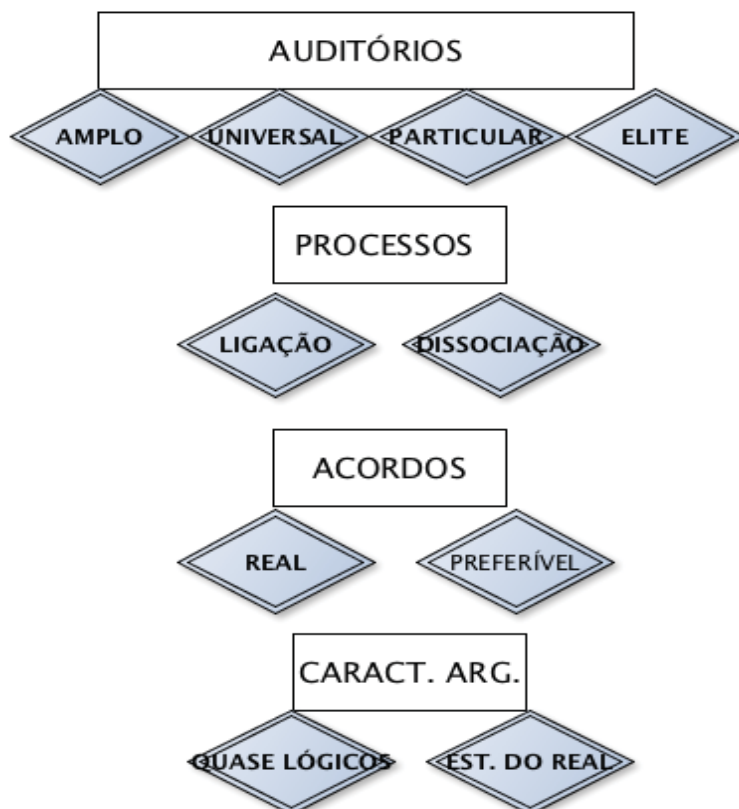
Quadro 5 - Esquema de análise dos auditórios e da estrutura das argumentações retóricas

<b>Auditórios</b>	<b>Amplio</b>	<b>Universal</b>	<b>Particular</b>	<b>Elite</b>
<b>Características</b>	Argumentos que visam discursos amplos; Visam ser divulgados a qualquer pessoa, por isso ponderados.	Argumentos que visam uma retórica eficaz de convencimento; Demonstrações por provas lógicas; Excluem argumentos concorrentes.	Argumentos que apresentam determinados acordos; Argumentos que visam uma retórica eficaz persuasiva; Aspira ser válido a um auditório escolhido.	Argumentos visando discursos mais focados e objetivo; Argumentos dotados de conhecimentos especiais, que buscam ser infalíveis.
<b>Estrutura da argumentação mais comum</b>	Baseado na Estrutura do Real	Quase Lógico misto Baseado na Estrutura do Real	Baseado na Estrutura do Real misto Quase Lógico	Quase Lógico

Fonte: A autora, baseada em Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005).

A matriz analítica para verificação dos auditórios, processos, acordos características dos argumentos está sintetizada na Figura 3.

Figura 3 - Matriz de análise retórica



Fonte: Autora, baseada em Perelman e Obrechts-Tyteca (2005).

A seguir, são apresentados os resultados encontrados sobre o estudo da retórica da política de nanotecnologia brasileira analisando-se os seus documentos oficiais. Destaca-se entre os achados da pesquisa também a categorização temática que a análise retórica permitiu no capítulo 7. Além disso, há a consideração a aspectos analíticos sobre os auditórios e técnicas retóricas que se sobressaíram considerando os indicadores relevantes e contrastantes dos descritores de Inovação e Regulação no capítulo 8. Como veremos, um se manteve estável ao longo da política e outro emergiu abruptamente ao final do terceiro período.

## **7 A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NO BRASIL: ANÁLISE QUANTITATIVA**

O presente capítulo apresenta a análise quantitativa da PCTI de nanotecnologia brasileira. O período examinado abrange três Planos Plurianuais (PPA) que incluíram o desenvolvimento dessa política pública registrado em documentos oficiais. Assim, a análise está organizada temporalmente de acordo com o PPA 2004-2007, PPA 2008-2011 e PPA 2012-2015.

O capítulo tem sete seções seguida desta, em que na primeira apresenta-se a metodologia (7.1). Em sequência, o subcapítulo aborda as prioridades retóricas sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos nos três períodos e as categorias temáticas que cada um desses quatro descritores gerou (7.2).

Logo, entre os subcapítulos 7.3 e 7.5, é apresentada a análise quantitativa de Inovação, Impactos, Regulação e Riscos sobre o período de 2004 a 2007, depois sobre 2008 a 2011 e sobre 2012 a 2015. Em cada um destes subcapítulos são analisadas as prioridades na retórica dos documentos da política por período sobre os quatro descritores ou eixos de análise, a partir das categorias temáticas que compreendem a racionalidade da política e os contextos da política correspondentes aos momentos, com considerações finais de cada fase. O subcapítulo 7.6 apresenta comparativos entre os descritores e as categorias temáticas entre os períodos. Por fim, uma breve conclusão de todo o capítulo é apresentada no ponto 7.7.

### **7.1 METODOLOGIA DO CAPÍTULO DE ANÁLISE QUANTITATIVA**

A metodologia consistiu em uma pesquisa documental sobre os descritores que representam os eixos fundamentais da retórica da política de nanotecnologia. As frases e trechos em que estavam inseridos foram coletados em termos de argumentos.

A Inovação, o primeiro descritor, foi pesquisada nos documentos sob o prefixo inov\*. e contém termos relacionados como inovador, inovativa, etc.; Impactos enfocando os impactos ELSI e também contendo questões de economia, sob o descritor impac\*; Regulação foi pesquisada sob o descritor regul\*, podendo incluir regulatório, reguladores, etc.; e Riscos no que se refere às questões EHS, sob o descritor risc\*. A tabela de análise dos documentos está disponível no Apêndice A.

Os radicais que conduziram a pesquisa dos descritores foram escolhidos pelos seguintes critérios: por indicarem eixos teóricos fundamentais para abordagem das políticas de nanotecnologia a partir das leituras prévias já apresentadas nos capítulos iniciais de enquadramento da tese e por constarem nas hipóteses de trabalho. A fim de evitar que questões relacionadas aos descritores que não estivessem identificadas pelos radicais fossem ignoradas, chegou-se a essa sistematização após três etapas. Primeiro, todos os documentos analisados foram lidos e fichados conforme tabela em Apêndice A. Depois, nestes foram coletados e tabelados e categorizados no Excel os trechos que apresentava definições sobre nanotecnologia para observar os significados atribuídos à tecnologia pela política. Também foi realizada uma busca exaustiva sobre outros radicais para teste de relevância - mas que não apresentaram indicadores significativos. A saber: ISO, amb\* (ambiente), segur\* (segurança), sau\* (saúde), lei e leg\* (lei, legal, legislativo), norma\* (norma, normatização, etc), EHS, nanor\* (nanoreg, nanorregulação), per (perigo, periculosidade), start\* (start-up).

Após esta etapa, os dados foram agrupados e quantificados de acordo com cada um dos eixos de análise gerando categorias temáticas. Segundo Bardin (2009, p. 117), “categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos.” As categorias consistem em “rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos” (BARDIN, loc. cit.) Em sequência, a análise de conteúdo foi realizada sobre os trechos. O *corpus* se constituiu de documentos oficiais da política. Os documentos oficiais de governo analisados, em geral, trataram-se de programas e consultas de formulação da política, planos de implementação, documentos estruturantes de PD&I e relatórios de gestão, ou seja, documentos diretos da formulação, implementação e prestação de contas da política assinados pelo MCTI, além de entrevistas com atores relevantes na política (fontes primárias); e determinadas notícias de diferentes veículos (fontes secundárias), utilizadas contextualmente, cuja inclusão se justifica por apresentarem informações fundamentais sob o ponto de vista de *policymakers* ou cientistas que promoveram esclarecimento sobre esta política emergente e não constaram nos documentos burocráticos.

As categorizações foram adaptadas para a análise de conteúdo da PCTI de nanotecnologia a partir da metodologia usada pelo grupo de pesquisa Comunicação Eleitoral (CEL) da UFPR, que analisa a retórica de discursos políticos. Esta metodologia, ao unir aspectos da análise quantitativa à análise qualitativa, permite a análise, entre as três formas básicas de argumentos, do *logos* de documento. Neste capítulo de análise quantitativa ao se evidenciar o *logos*, verificou-se a racionalidade da política de nanotecnologia brasileira, que diz “respeito à argumentação do discurso, propriamente dita” (PANKE, CERVI, 2011, p. 399).

No caso de *Inov\**, e a regra se aplica aos mesmos casos com os demais radicais, não estão contabilizadas as nomenclaturas como de ministério, títulos, nomes de órgãos, planos e siglas. Como a inovação foi o eixo estruturante prioritário da política, suas categorias, juntamente com a revisão bibliográfica, foram relevantes para dimensionar as categorias dos demais eixos investigados na pesquisa.

Considera-se o termo quando constar em um argumento em que o conceito expresse uma ideia definidora na política sobre os pilares pesquisados. Por exemplo, “o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação no país”. Nem todos os termos e argumentos se relacionam diretamente com a nano, visto que alguns documentos englobam nano mas tratam de temas mais amplos também. Os termos constam na quantificação de *inov\**, *impac\**, *regul\** e *risc\** e mesmo que estejam em argumentos repetidos.

O critério de seleção dos documentos e de coleta dos descritores, a partir dos radicais, incluiu os documentos examinados na análise quantitativa em três níveis, a saber: relatórios, portarias, estudos, pesquisas de opinião, planos e programas específicos da política de nanotecnologia brasileira assinados pelo MCTI<sup>97</sup> ou CGMNT; documentos transversais de estruturação da política de perspectiva macro de PD&I, produzidos pelo MCTI, exemplo o PACTI. Ressalta-se, contudo, que os documentos, principalmente portarias, que entraram na análise quantitativa foram apenas as que continham argumentos substanciais. Essa ressalva é necessária por

---

<sup>97</sup> Ressalta-se que o embora não tenha assinatura explícita do MCT, o Estudo Estratégico sobre Nanotecnologia da Presidência foi coordenado por um cientista que era então coordenador do Estudo e secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do MCT; e contou com outro ator que era diretor de Políticas e Programas Temáticos do MCT; e um terceiro ator que era coordenador geral de Nanotecnologia, do MCT, na realização da pesquisa NanoDelphi, que também estrutura o documento.

haver muitas portarias que não continham conteúdo suficiente para análise e que somente demarcavam datas e nomeações.

Na análise sobre os relatórios dos períodos, a data de classificação dos documentos é a correspondente ao período explícito no próprio documento, mesmo que a produção do documento seja em outro período. Por exemplo: relatório de gestão 2011, produzido em 2012, foi classificado em 2011.

Nos documentos estruturantes de PD&I com enfoque de relatório, a data de classificação é a correspondente ao período referente de análise, mesmo que a produção do documento seja em outro período. Os documentos estruturantes com enfoque de planejamento foram contabilizados duas vezes quando se trataram de períodos de meio da política, que abrangeram dois PPAs. Exemplo: 2007-2010, foi contabilizado no período do PPA 2004-2007 e do PPA 2008-2011 por corresponder a plano para ambos os períodos.

Após apresentar a metodologia mais detalhada, na próxima seção são apresentadas as prioridades gerais da política de NT nos números totais de ocorrências retóricas sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos e as categorias temáticas geradas de cada descritor.

## 7.2 AS PRIORIDADES NA RETÓRICA DOS DOCUMENTOS DA POLÍTICA PÚBLICA DE NANOTECNOLOGIA

Os documentos verificados geraram uma análise de 38 itens. A periodização constituiu no exame de 17 documentos durante o PPA 2004-2007, 13 no PPA 2008-2011 e 08 no PPA 2012-2015. Embora a análise não trate dos PPAs propriamente, tais planos estruturantes do orçamento do Estado pelo governo são orientadores por terem destinado recursos públicos específicos para a política de nanotecnologia.

Entre 2004 e 2007 foram destinadas as maiores fatias de investimento público nesta política, principalmente em 2005. Houve queda desses investimentos entre 2008 e 2011, e um pequeno impulso de crescimento, embora bem menor do que o crescimento do primeiro período, entre 2012 e 2015.

Deste modo, na Tabela 2 verifica-se a totalização dos dados sobre os descritores Inovação, Impactos, Regulação e Riscos nos respectivos períodos de análise constantes nos documentos.

Tabela 2 - Menções às palavras Inovação, Impactos, Regulação e Riscos por período de análise

	2004-2007	2008-2011	2012-2015	Total
Inovação	100	76	118	294
Impactos	95	12	24	131
Regulação	18	7	60	85
Riscos	47	2	14	63

Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Verificando-se a tabela, é notável que Inovação foi o descritor mais referido entre 2004 e 2015, mesmo que neste íterim os PPAs tenham variado no orçamento. Observou-se com crescimento substancial entre 2012 e 2015. Este descritor é o que mais se mantém constante ao longo dos três períodos, com os outros três variando muito, e em taxas bem altas, para cima ou para baixo. Por outro lado, a Regulação emergiu entre 2012-2015 como tema relevante. Nas variações de Impactos e Riscos o maior número de suas ocorrências ocorreu entre 2004 e 2007 se analisadas durante toda a série examinada.

O período entre 2008 e 2011 apresentou decréscimo de todos os eixos de análise. Em que pese serem menos documentos neste período (13) se comparados ao período anterior (17), estes anos tiveram mais documentos analisados que o período seguinte (08). Portanto, a variação de documentos não foi necessariamente definidora de mais ou menos menções. No entanto, o caráter dos documentos pode ter influenciando, uma vez que os específicos do período eram relatórios de gestão. Os demais eram documentos estruturantes de políticas mais macro de CT&I, transversais aos outros PPAs.

Entre 2004 e 2007, período que contém o maior número de documentos verificados e o período em que os recursos do PPA foram maiores, Impactos e Riscos, principalmente, apresentaram número de ocorrências notáveis – o que diminuiu posteriormente. Houve retomada de Impactos e Riscos, embora bem menos expressiva, no período final. A Regulação no início da política também foi mencionada, embora tenha sido a menos recorrente, com queda no período do meio e, ao final, crescimento.

Ao serem quantificados, os quatro eixos da política geraram, cada um, um conjunto de categorias de análise que revelam temas prioritários da formulação e implementação da política de nanotecnologia. Essas definições temáticas, a partir dos descritores, foram quantificadas. Inovação gerou 11 categorias, Impactos teve sete, Regulação apresentou sete e Riscos gerou seis categorias.

A análise detalhada dos trechos sob os descritores de Inovação, pesquisando-se por Inov\*, resultaram em 11 categorias temáticas sobre o termo, que são:

**Atividade de Nanotecnologia:** trechos que tratam a inovação como uma ação, atividade, atributo, característica ou produto relacionado ou resultado da nanotecnologia. Aborda também a inovação como componente definidor da NT, como algo que é obtido pelo desenvolvimento da nanotecnologia e objeto de atividade e avanço da N&N.

**Competitividade Industrial:** quando a inovação é referida como elemento do progresso industrial ou empresarial ou que se refere ao cenário nacional da indústria e de empresas. Também aborda os casos em que a inovação está relacionada com o desenvolvimento de empresas. Além disso, verificou-se o termo em trechos que colocam a inovação como elemento-chave para o crescimento industrial e nacional ou quando significa estratégias de atuação e motivo de sigilo de produção das empresas. Também é objeto de portfólio, propriedade intelectual e patente de empresas e refere a transferência de conhecimento para produtos e o desenvolvimento de P&D e atualização das empresas. Relaciona-se ainda com a qualificação de mão de obra para o trabalho nas empresas, questões de eficiência produtiva, questões de qualificação do trabalho e do trabalhador, os custos e a qualidade no âmbito das mudanças suscitadas por esta tecnologia emergente. Em suma, é uma referência em que se compreende que a inovação com nanotecnologia vai garantir que o Brasil se torne mais competitivo a nível empresarial ou industrial.

**Competitividade Global:** o termo aparece relacionado ao que capacita o país para competição em nível internacional, distinguindo um contexto nacional no panorama mundial com novas dinâmicas econômicas. Trechos em que a inovação é considerada um fator de diminuição de restrição externa ao país e de competição mundial na economia do conhecimento. As referências envolvem ainda a qualificação mais integrada globalmente de recursos humanos críticos no Brasil. Dessa forma, são trechos que objetivam o equilíbrio externo do país, estipulam planos específicos de inovação para competitividade internacional, tratam de capacidades cumulativas e promoção da inovação de outros países. Contemplam ainda planos nacionais de inovação e sistemas integrados de inovação entre agências federais, regionais, industriais, acadêmicas e fundações de pesquisa privadas e públicas. Por fim, abordam produtos inovativos de outros países, relatórios sobre cenário internacional de inovação e temas relacionados.

**Cooperação Global:** a inovação como tema de ações, planos e atividade de cooperação visando desenvolvimento e mercados globais por meio de parcerias. Cursos, eventos, encontros e reuniões bilaterais ou multilaterais. Propostas e desenvolvimento de pesquisa, desenvolvimento e inovação em blocos. Por exemplo, há as atividades do Programa de Alta Formação de Quadros Dirigentes dos Países do Mercosul.

**Fator de Capacidade:** trechos que tratam de temas para aumentar a capacidade e inserção da inovação, da abertura de possibilidades para a inovação e expectativa de grandes inovações para produtos e processos. A inovação referida como potencial ou capacidade importante para áreas sensíveis da soberania nacional, oportunidades para crescimento acelerado, geração de empregos qualificados, desenvolvimento de áreas estratégicas e setores potenciais e consolidação de processos consistentes a curto, médio e longo prazo. Como exemplo de trecho consta a seguinte referência em que a nanotecnologia seria um fator de capacidade para mudança: “tanto a purificação de água como o tratamento de esgoto são setores muito tradicionais que dificilmente produziram resultados inovadores em curto prazo” (IBN, 2012, p. 91).

**Foco de Estímulo:** trechos que tratam de investimento, orçamentos e ações para estimular e/ou apoiar a inovação e outras medidas de incentivo ao desenvolvimento da nanotecnologia para inovação. Quando a inovação aparece como objetivo, incentivo e fomento a projetos por meio de “*venture capital*” e “*seed capital*”. Citam também subvenção econômica e instrumentos de financiamento, promoção do aumento da produtividade da economia brasileira com a inovação, promoção do aumento da produtividade dos fatores de economia do país por meio da inovação, promoção da nanotecnologia pela inovação e estímulos a núcleos de inovação. Tratam ainda das prioridades, condições institucionais, materiais e recursos humanos para estímulo da inovação. Nas empresas, envolvem apoio para que promovam inovação e apoio para cooperação de longa duração entre firmas e instituições. Tematizam sobre políticas públicas para construção de ambiente para as inovações, e estímulo à agilização do processo de transferência de conhecimento para geração de produtos e processos.

**Interação:** abordam as características dos movimentos interativos que integram o contexto da inovação, ambientes e realidades contextuais, as dinâmicas e os tipos da inovação visados ou que resultem em processos e produtos. Consideram a

interação entre ICTs, redes e empresas como fatores analíticos e a serem desenvolvidos. Mencionam o funcionamento ideal de centros de competências, universidades, institutos e tipos de atores reunidos em torno da inovação. Citam eventos, elos, visões, horizontes, cenários e impactos setoriais dirigidos para a inovação. Defendem a constituição de redes de pesquisa visando inovação pela N&N.

**Objetivo de Programa:** quando a inovação é apresentada como objetivo e fim de planos, projetos, programas e ações de governo. Quando a inovação é direcionada a áreas escolhidas. Trechos que tratam a pesquisa e a promoção focadas em inovação, a formação e manutenção de redes para inovação, a legislação para inovação e a construção de ambientes para inovação.

**Pesquisa com Empresa:** tratam de redes e/ou projetos de pesquisa com empresas voltadas para geração de inovações com NT. Citam equipamentos inovadores pesquisados e produzidos pelas empresas no âmbito dos projetos financiados pela política. Mencionam projetos com empresas e propostas de inovação aprovadas no âmbito da PITCE e outros programas de governo transversais, como Sibratec e Modernit, e os impactos gerados pelos projetos.

**Rede de Pesquisa:** abordam as redes de pesquisa, projetos desenvolvidos no âmbito das redes de pesquisa, a exemplo dos Institutos do Milênio, e o desenvolvimento de grupos de pesquisa. São referências que tratam da busca de materialização da inovação, seja por projetos buscando inserção no mercado, seja por projetos em parcerias com empresas. Trechos que citam estudos inovadores e em que se verificam a associação da inovação com P&D a partir das redes, a realização de pesquisa básica - fundamental e aplicada buscando inovação, e o desenvolvimento de processos, produtos e técnicas inovadoras em áreas distintas.

**Responsabilidade:** destacam questões relacionadas ao desenvolvimento da inovação buscando ou mencionando, mesmo que criticamente sobre as lacunas de outros enfoques e conceitos de inovação, argumentos sobre responsabilidade. Trechos que indicam pesquisa e inovação responsável ou tratam de questões de responsabilidade ambiental, saúde e segurança relacionadas a processos de inovação. Enfatizam sinergias e potenciais transformações da nanotecnologia na convergência de potentes áreas do conhecimento. Mencionam ou fazem referências que indicam conflitos sobre o envolvimento da sociedade nas questões de NT e inovação. Trechos que evidenciam reflexos sobre a discussão pública dos efeitos da

inovação da ciência e cobranças de indicadores sobre nanotecnologia produzidos também a partir de sociedades profissionais. Citam apoio a empresas inovadoras no campo de avaliação de mudanças tecnológicas que envolvam a sociedade e meio ambiente. Abordam ainda consultas públicas sobre a PCTI de NT e ações visando participação.

Sobre Impactos, o descritor gerou, especificamente, sete categorias.

**Avaliação de Impactos:** no que tange ao planejamento, se refere a trechos que mencionam a possibilidade de medir impactos a partir da construção de indicadores para avaliação de processos e produtos. Sobre a competição industrial, destacam menções explícitas à análise e ao monitoramento para avaliação de impacto ambiental de compostos tais quais novos materiais carbonáceos nanoestruturados como nanotubos de carbono. Mencionam infraestrutura existente em laboratórios para avaliação de impactos de nanomateriais. Em relação ao capital de risco, mencionam a dificuldade de prever impactos considerando novas descobertas a serem feitas com a nanotecnologia. Sobre programas da política, cooperação global e planejamento, destacam-se na categoria Avaliação de Impactos ações de regulação a partir da proposta do NanoREG cujo foco esteja sobre as ações do Brasil.

**Área Promissora:** nessa categoria estão referenciados os impactos da nanotecnologia enquanto área promissora e os impactos do desenvolvimento setorial produtivo a partir da N&N. Essas referências ressaltam o quanto a nanotecnologia impacta e pode impactar o crescimento ou o interesse relevante de pesquisa ou proporcionar prosperidade no futuro.

**Impactos Econômicos:** abordam impactos econômicos de programas de desenvolvimento da nanotecnologia em outros países que valorizam a competição global e serviram de modelo à política brasileira. Envolvem o impacto de pequenas empresas na economia, incluindo perspectivas sobre capital de risco, emprego e negócios. Mencionam também o impacto industrial visando a competitividade na produção de nanomateriais, impactos em setores industriais distintos, consultas de prospecção de negócios, mensuração de tempo de impacto setorial e indicação de impactos setoriais da NT na economia brasileira. Fazem menções ao desenvolvimento da indústria química e farmacêutica enquanto setores econômicos importantes no país. Destacam ainda a caracterização pervasiva e impactante da nanotecnologia em produtos e processos.

**Impactos Éticos, Legais e Sociais (ELSI):** tratam destes aspectos relacionados a programas de políticas em nanotecnologia num quadro de áreas a ser priorizado. Destacam impactos da NT sobre os aspectos sociais, éticos, políticos e o reflexo econômico no desenvolvimento do país e, por outro lado, impactos sociais relacionados à saúde da nanotecnologia considerando exposição a nanopartículas ou nanoestruturas e entendimento público. Sobre a população, citam questões de NT relacionadas ao potencial impacto na qualidade de vida da população.

**Pesquisa sobre Impactos:** trechos que se referem a chamadas de pesquisa na perspectiva de desenvolvimento da política e abrangem áreas de estudos de impactos de sensores e reguladores ou mencionam impactos da nanociência e/ou nanobiotecnologia. Também abrangem impactos das mudanças climáticas no Brasil, citando parceiras para o desenvolvimento da nanotecnologia como solução. Destacam o papel que a pesquisas teve em programas de política de outros países como modelos para a política brasileira de nanotecnologia. Nesse viés, abordam o fator de impacto das publicações de pesquisas brasileiras sobre nanociência.

**Prevenção de Impactos Negativos:** abordam a prevenção de impactos negativos da nanotecnologia no ambiente enquanto objetivo de empresas/indústrias na área de nano. Também destacam enquanto fator de competitividade industrial e exemplo para a política brasileira.

**Saúde e Impactos:** trechos que citam impactos relacionados a programas de pesquisa, centros de pesquisa e universidades de países que são modelo para a política brasileira por apresentarem pesquisas relevantes para a nanociência no campo das ciências da vida e da medicina.

Do descritor de Regulação, especificamente, sobressaíram sete categorias. A análise nos documentos ocorreu a partir do radical Reg\*, podendo conter termos como regulador, regulações, etc. As categorias descritivas sobre regulação são:

**Agências Reguladoras:** trechos que citam as agências reguladoras na aplicação de regulações que resultaram de pesquisa regulatória e determinações técnicas. No que tange à política de NT, abordam a inserção das agências em comitês gestores, a exemplo do Comitê Gestor dos Fundos Setoriais. No âmbito do planejamento, abordam trechos que citam a atuação das agências reguladoras na inserção de

questões EHS em instrumentos de regulação *safe by design*<sup>98</sup>. Também citam a publicação dos quadros referenciais de regulação das agências reguladoras.

**Marcos Regulatórios:** trechos que citam “marcos regulatórios”, no âmbito da política de nanotecnologia, em implementações a exemplo de investimentos de apoio ao setor no cenário de CT&I, iniciativas em andamento e demais ações da política de nanotecnologia brasileira. No âmbito do planejamento, citam definições para marcos regulatórios nos objetivos a serem alcançados em eixos da política em parcerias com o Fórum de Competitividade em Nanotecnologia e o grupo de trabalho focado no marco regulatório para viabilizar a nanotecnologia enquanto política pública transversal ao MCTI e MDIC. No âmbito da política global, tratam de trechos que mencionam o avanço da NT no Brasil, a considerar os marcos regulatórios em processo de elaboração em nível mundial.

**Regulamentação Global:** abordam trechos visando a regulamentação global da nanotecnologia. Abrangem também políticas globais como Protocolo de Quioto, Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e suas relações com tecnologias emergentes, assim como políticas relativas ao sistema financeiro internacional, organismos internacionais como OECD, ISO e agências regulatórias europeias como a ECHA (para produtos químicos). Também mencionam trechos inseridos na perspectiva de política global para a identificação dos nanomateriais a partir da definição regulatória de instituições a exemplo da Comissão Europeia. No âmbito do planejamento, envolvem subsídios a órgãos e agências nacionais ou do exterior para regulação da NT e a regulamentação proposta com o NanoREG. Quanto à pesquisa, abordam pesquisa sobre a caracterização de nanomateriais e preparação de itens de teste, exposição, dose, destino (ciclo de vida) e ensaios de toxicidade *in vitro* para propósitos regulatórios em modelo de âmbito global.

**Regulamentação de Lei:** no âmbito da política de NT, abordam “regulamentação de leis” com reflexos no desenvolvimento da nanotecnologia (Lei de Inovação, Lei do Bem e Lei dos Fundos Setoriais). Quanto ao planejamento de regulamentação, citam leis de marcos reguladores influentes na inovação com nanotecnologia.

---

<sup>98</sup> O conceito de *Safe by Design* (Segurança pelo Projeto/ Seguro pelo Design) significa o desenvolvimento de novos produtos nos quais “a funcionalidade e a segurança são testadas de forma integradas na fase do desenvolvimento dos processos” que geram os produtos, seja de ciência ou de mercado (NANOREG, 2015, p.11). O MCTIC apresentou em 2016 o conceito em um Programa Nacional de Nanosseguurança, em que o *Safe by Design* “evidencia a segurança ocupacional e ambiental durante todo o ciclo de uso, manuseio, manipulação e produção de nanomateriais para o desenvolvimento de produtos para pesquisa acadêmica e indústrias” (MCTIC, 2016, p. 28).

**Regulação de Nanotecnologia**<sup>99</sup>: trechos que abordam a situação e a discussão da regulação na política brasileira voltada para a NT, citam a implementação da proposta de regulação do NanoREG, referem a regulação enquanto prioridade da IBN e objetivo de cooperação. No que tange aos alertas e orientações, se referem também a trechos que citam a necessidade de regulamentações adequadas para minimizar riscos no desenvolvimento, tal qual o relatório da *Royal Society* (2004). Sobre planejamento, trechos que mencionam como deve ser a regulamentação de nanotecnologia e urgências no planejamento de regulação no país. No que tange à pesquisa, citam a regulação técnica para integração do SisNANO, abordam temas de projeto e redes de pesquisa para a regulação visando regulamentação e citam financiamento de pesquisa regulatória.

**Regulação de Riscos**: tratam especificamente de riscos a serem regulados. Destacam aspectos de planejamento para estudo e quantificação de riscos. Dimensionam o esforço de planejamento para regular conforme estudos de segurança do trabalho com nanomateriais. Sobre pesquisa, abordam chamadas de pesquisa sobre impactos dos riscos e apoio a projetos de PD&I em cooperação para regulação de riscos.

**Rotulagem**: trechos que abordam o uso do termo nanotecnologia relacionado à rotulagem para produtos de mercado. Citam, ainda que superficialmente, a regulação proposta no projeto de lei de rotulagem, cujo trâmite envolve a política de NT.

A análise detalhada dos trechos sob o descritor de Risco resultou em seis categorias temáticas sobre o termo. A busca realizada nos documentos ocorreu a partir do radical Risc\*, resultando nas seguintes categorias:

**Risco Ambiental**: trechos que relacionam questões sobre os riscos ambientais da nanotecnologia e na maneira em que a política abordou-os. Evidenciaram também as ausências no que tange ao planejamento da política sobre riscos ambientais.

**Avaliação de Risco**: destacam aspectos da análise de risco pela adoção da nanotecnologia, abordando consequências e necessidade de planejamento, como inclusão de temas e pesquisadores na temática de riscos socioambientais. Também mencionam avaliação e gestão de riscos em documentos de programas de governo

---

<sup>99</sup> Nota-se que nestas categorias não há menções aos projetos de lei de regulação discutidos no Brasil. Isto vai aparecer com maior ênfase apenas quando cita primordialmente - e raramente - argumentos sobre rotulagem.

e o controle de nanomateriais como fulerenos. Apresentam citações sobre elaboração de termos de referência para avaliação de riscos e também determinações na política sobre editais de chamadas de pesquisa para nanoinstrumentação. Tratam de avaliações para compostos considerados emergentes em nanotubos de carbono (CNTs), nanoprata, dióxido de carbono, entre outros nanomateriais em uso.

**Consumo e Risco:** trechos que citam as questões de pedido de moratória de produtos nanotecnológicos devido aos alertas sobre riscos.

**Risco Econômico:** citam riscos para o sistema econômico e social do desenvolvimento da nanotecnologia sem planejamento. Trechos que destacam as oportunidades e o risco de obsolescência que a nanotecnologia cria para produtos e processos. Abordam consequências econômicas como desestruturação do poder político e financeiro e questões de risco de mercado. Citam casos de investimentos com capital de risco de governos para empresas em outros países e atividades de empresas e *start-ups* que receberam fundos de capital de risco. No que tange ao planejamento, citam a possibilidade de aumentar o capital de risco por parte de bancos e fundações públicas. Abordam, enquanto consequências econômicas negativas, a possibilidade do país ter empregos e patentes transferidos para outros países. As menções nos documentos também envolvem planejamento econômico para aplicações em nanotecnologia.

**Objetivo de Programa de Governo:** abordam os riscos relacionados à presença ou ausência nos objetivos dos programas de governo. Tratam de direções no planejamento da política de nanotecnologia no Brasil, como o plano de estruturação de laboratórios de nanotecnologia no país.

**Saúde e Riscos:** trechos que citam riscos da nanotecnologia, abordando consequências como lesões. Distinguem, no que tange às consequências, tratamento dos riscos ponderadamente.

No que segue, o período 2004-2007 é apresentada em detalhe e em termos quantitativos a retórica de Inovação, Impactos, Regulação e Riscos, com as respectivas categorias de análise. A seguir, o mesmo é feito com os dados sobre os períodos 2008-2011 e 2012-2015. Um comparativo dos descritores e das categorias temáticas é feito no subcapítulo 7.6 e considerações de fechamento do capítulo finalizam estão no 7.7.

### 7.3 A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2004 E 2007

O período correspondente ao PPA 2004-2007, o primeiro Plano Plurianual oficial em que a política de nanotecnologia começou a ser implementada, teve o maior impulso orçamentário. Nesta fase, foram examinados 18 documentos. Neste período, é contabilizado um documento importante, que foi a *Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT no 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia (PDNN) do PPA 2004-2007*, em que um seleto grupo de cientistas elaborou um plano para integrar as justificativas das políticas na proposição do PPA 2004-2007. Além de extensa, a proposta condensa a visão dos cientistas no início da política. O documento do PDNN propriamente, o primeiro que estruturou a política em 2004, não consta por não ter sido localizado. Porém, a nova versão da política, a saber, PNN, de 2005, consta na análise, juntamente com relatórios, duas portarias, um estudo estratégico da Presidência sobre o tema e uma pesquisa Delphi para aferição de opinião sobre a política. Foram analisados também nesta fase três documentos estruturantes de caráter mais macro da política, transversais entre os anos de 2007 e 2010. A seguir, está a análise sobre o primeiro período de estudo.

#### **7.3.1 Análise quantitativa sobre Inovação nos documentos do período 2004-2007**

Durante a vigência do PPA 2004-2007 foi implementada a primeira etapa da política de nanotecnologia, agendada e formulada entre 2001 e 2003. Constando em orçamento federal a partir de 2004, as prioridades da política foram desenvolvidas, somando o total até 2007 de 100 ocorrências do termo Inovação nos documentos.

As categorias Foco de Estímulo e Rede de Pesquisa, mais frequentes nesta etapa, tiveram, cada uma, 17 menções. No caso de Foco de Estímulos, a maioria foi decorrente do ano de 2007. Os destaques foram no escopo do documento *Plano de Ação 2007-2010 – CTI para o Desenvolvimento Nacional – Investir e inovar para crescer*, com oito ocorrências. Esse documento é transversal, de caráter mais abrangente de políticas de CT&I. O *Relatório de Gestão Exercício 2007*, da CGMNT, no âmbito da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCT, teve duas ocorrências. Da proposta elaborada pelo GT de cientistas para

desenvolvimento do PDNN, em 2004, foi encontrada uma menção desta categoria e destaca o papel das agências de fomento para a inovação e competitividade: "Vale aqui acrescentar, e louvar, o notório e crescente papel que a FAPESP exerce na inovação e competitividade industrial de São Paulo, por meio de programas como o PITE – Parceria para a Inovação Tecnológica" (MCT, 2013b, p. 18). A proposta do GT explicitamente mencionava como objetivo geral:

(...) criar e desenvolver novos produtos e processos em Nanotecnologia, implementando-os para aumentar a competitividade da indústria nacional e capacitando pessoal para o aproveitamento das oportunidades econômicas, tecnológicas e científicas da Nanotecnologia (MCT, 2013b, p. 8).

Sobre a categoria Rede de Pesquisa, sete das menções ocorreram no *Relatório Nanotecnologia: Investimentos, Resultados e Demandas*, em 2006, da SETEC do MCT, no âmbito da Coordenação-Geral de Micro e Nanotecnologias. O relatório apresentava informações sobre os projetos selecionados nos editais específicos de NT organizados pelo MCT. A segunda categoria com maior destaque foi Pesquisa com Empresa, com 14 menções, com destaque para os anos de 2006 e, em maioria, 2007. Em geral, relatórios de gestão relataram as atividades e empresas incentivadas nos programas de governo para nanotecnologia.

A Competitividade Global, outro objetivo visado pela política, teve 13 ocorrências, mas com destaque para 2004 e 2007. Nesses anos, o enfoque prospectivo foi ressaltado primordialmente nos *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República*. Respectivamente, as saliências foram os exemplos de políticas de outros países e perspectivas do desenvolvimento no Brasil a mercados globais como prioridade de ação.

As demais categorias apontaram sete em Interação, em Competitividade Industrial e em Atividade de Nanotecnologia, seis em Responsabilidade e Objetivo de Programa, cinco em Competitividade Industrial, quatro em Fator de Capacidade e três em Cooperação Global. Destaca-se do documento do GT da proposta para o PDNN três menções específicas sobre Objetivo de Programa, a saber: "Realizar pesquisa e promover inovação em tecnologia de nanoeletrônica e em micro- e nanosistemas (MEMS, NOEMS)", nos "Objetivos Anexo 1 Laboratório de Tecnologia e Nanofabricação de Si" (MCT, 2013b, p.1); objetivava também "a otimização no uso dos recursos disponíveis e a inovação nas áreas escolhidas, seja por razões

estratégicas ou competitivas” (MCT, 2013b, p. 8) e a “formação e manutenção de uma rede nacional de laboratórios e facilidades de pesquisa, associados em torno de objetivos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em Nanotecnologia” (Ibidem., p.9).

O Gráfico 2 sintetiza os documentos do período em categorias temáticas:

Gráfico 2 - Categorias temáticas sobre as menções à Inovação entre 2004 e 2007.



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Destaca-se, sobre Responsabilidade, que a concentração das ocorrências foi em 2004 no relatório sobre a consulta pública ao documento elaborado pelo GT de Nanotecnologia, em que a opinião de um participante específico coloca reiteradamente questões de inovação responsável. Isto não voltou a se repetir na retórica. Esse mesmo documento da consulta pública influenciou a saliência da temática de Impactos ELSI na análise retórica sobre Impactos, como veremos a seguir.

### 7.3.2 Análise quantitativa sobre Impactos no período 2004-2007

Ao abordar impactos no período, foram quantificadas, dentro do descritor Impac\*, 95 ocorrências, em que se verificou que 50 tratavam-se de questões relacionadas à categoria Impactos ELSI, com 2004 tendo 27 ocorrências e

abordando questões que envolvem consequências da nanotecnologia na saúde e no ambiente e seus impactos na qualidade de vida em amplo âmbito.

No entanto, as menções aos Impactos ELSI estiveram presentes na fase de formulação política em grande parte e não redundaram em implementação de medidas visando a abordagem desses elementos. Isto está evidente no documento do GT da proposta do PDNN, com três ocorrências<sup>100</sup> e, logo a seguir, no *Relatório sobre a consulta pública ao documento elaborado pelo GT de Nanotecnologia*, com 12 ocorrências. Assim como a pesquisa NanoDelphi, este documento se diferencia por se tratar de um relatório da consulta em que participaram atores institucionais de empresas, imprensa, institutos e universidades com opiniões para aprimoramento da implementação política. Esses atores assinalaram lacunas de componentes de responsabilidade quanto a aspectos ELSI – o que não se tornou algo concreto se comparado com medidas para inovação sem precaução. Em 2005, a categoria recebeu 15 ocorrências, das quais 13 estavam, então, na *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia NanoDelphi: Relatório Final Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*,<sup>101</sup> elaborado pelo MCT em parceria com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Novamente, este documento se revelou um instrumento muito mais de formulação política, do que implementação efetiva de medidas políticas contemplando os Impactos ELSI. Citavam-se os impactos sociais, éticos e políticos nas 15 referências relacionadas aos objetivos e resultados do programa de nanotecnologia do governo que se desenvolveria. Ao se tratar de uma pesquisa realizada com questionários a 582 respondentes na primeira etapa e 307 respondentes na segunda, o documento demonstrou a tentativa da política em contar com a participação de atores oriundos da academia e institutos de P&D, empresas, governo, ONGs e 3º setor. Em 2006, a categoria apresentou duas menções e em 2007 foram cinco ocorrências.

A segunda categoria mais recorrente foi Impactos Econômicos, com 28 menções. Nesta, verifica-se o tom mais precautório, mas enquanto impactos dos

---

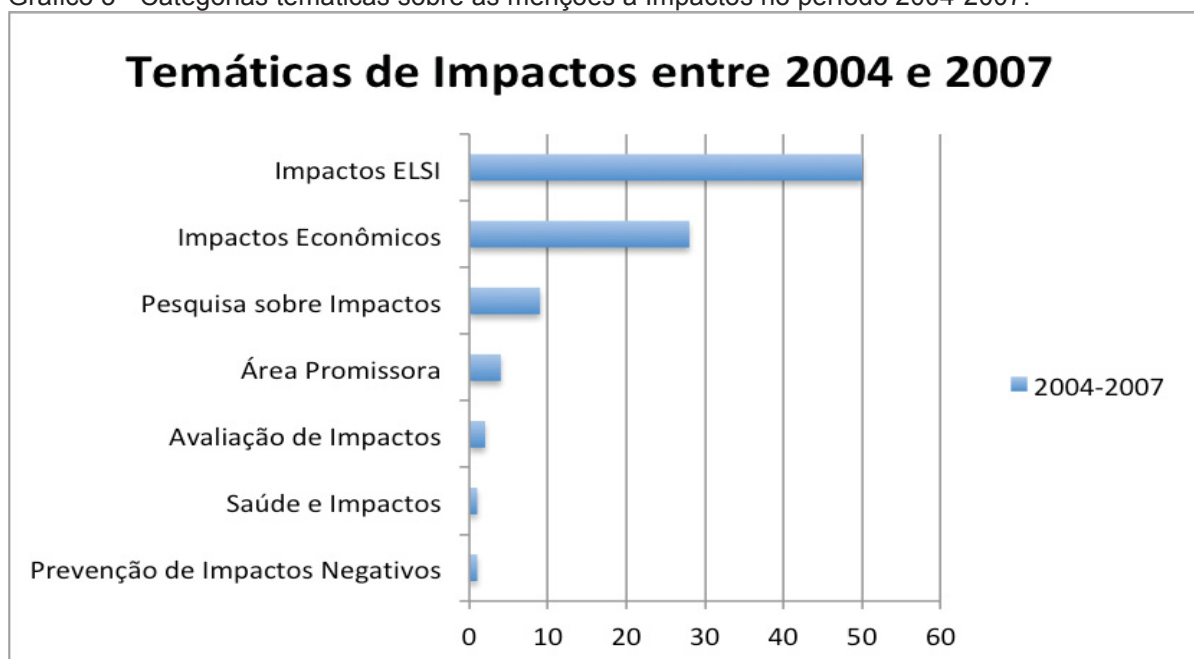
<sup>100</sup> As menções ressaltavam “o impacto sobre áreas estratégicas como as de segurança nacional, pessoal, patrimonial e alimentar” (MCT, 2013, p. 8); a “informação da sociedade sobre os impactos da Nanotecnologia na vida do cidadão” (Ibidem, p. 9); e “análise dos impactos locais de determinadas notícias, produtos e processos de nanotecnologia” (Ibidem., p.17).

<sup>101</sup> O objetivo da “consulta Delphi em N&N (NanoDelphi) foi identificar tópicos tecnológicos, visando à priorização dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) nesta área no Brasil” (CGEE, 2005, p. 4). O relatório visou “ressaltar tópicos tecnológicos ou de pesquisa que tiveram melhor avaliação, de acordo com três critérios: relevância, competitividade e oportunidade” (CGEE, 2005, p. 4).

investimentos, capital de risco, apostas e estímulos financeiros à política de NT. Nesse viés, a maioria das citações abordavam os riscos numa abordagem de competição industrial e estavam concentradas no ano de 2004, com 14 menções, sendo 12 no documento *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia*, do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (NAEPR, 2004). Outra concentração, com sete menções, ocorreu no *Relatório de Gestão Exercício 2007 – CGMT*, da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCT”, com citações às empresas incentivadas pela política e o capital de risco destinado pelo governo. Chama a atenção no documento do GT da proposta do PDNN, na parte da justificativa da política, os seguintes argumentos: políticas que não foram muito agressivas e focalizadas em “investimentos em áreas estratégicas nos momentos cruciais da nossa história, o que teve como impacto um ritmo pouco acelerado de desenvolvimento do país em setores econômicos intensivos em conhecimento” (MCT, 2013b, p. 8) e a política terá um “impacto que deverá impulsionar vários setores da economia: eletroeletrônica, veículos e equipamentos de transportes, tecnologia da informação (...)” na parte de objetivo geral do relatório (MCT, loc. cit.).

Pesquisa sobre Impactos foi a terceira categoria mais recorrente no período, com nove ocorrências, sendo quatro em 2004 e cinco em 2006. Nesses dois anos, os vieses abordados se referiam aos impactos de pesquisas na área como exemplos para política e o impacto das publicações acadêmicas sobre nanociência. Questões prospectivas estavam no documento *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia*. Já referências a pesquisas que foram foco de estímulo em editais, impactos esperados das pesquisas financiadas e pesquisas que visavam o desenvolvimento setorial foram citadas nos relatórios de gestão e do Programa Rede BrasilNano, ou seja, da política inicial implementada. O Gráfico 3 sintetiza as temáticas do período.

Gráfico 3 - Categorias temáticas sobre as menções a Impactos no período 2004-2007.



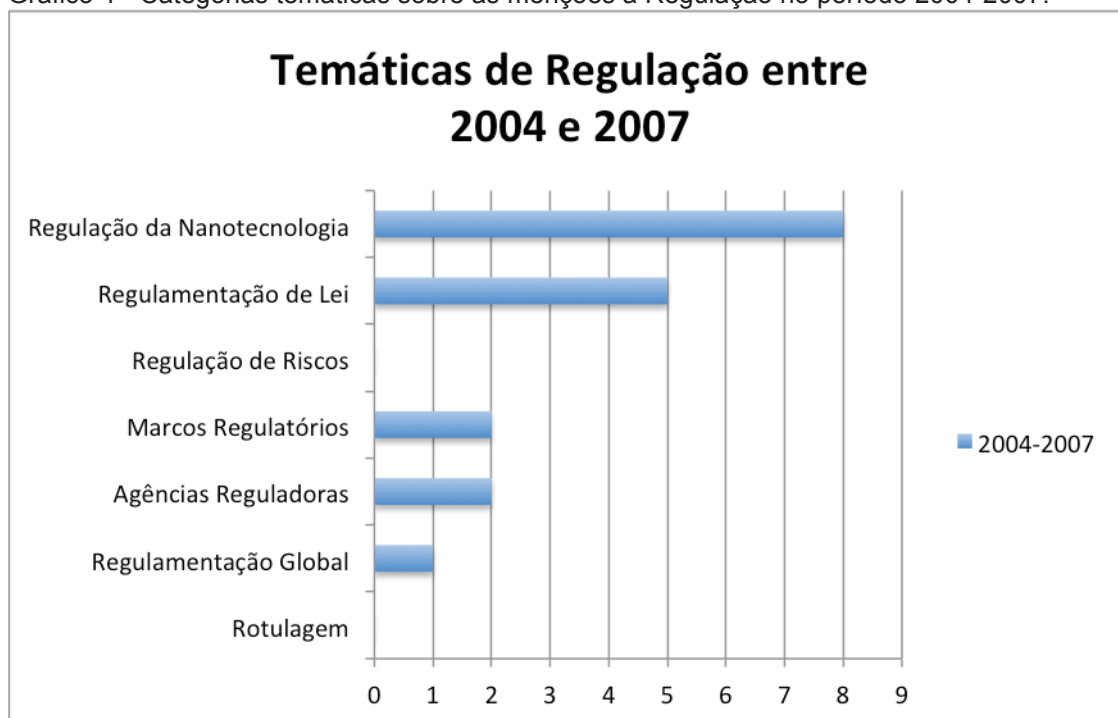
Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

A categoria Área Promissora apresentou quatro ocorrências, seguida de Avaliação de Impactos com duas. Já as categorias Prevenção de Impactos Negativos e Saúde e Impactos tiveram, cada uma, uma menção. Essas duas últimas categorias revelam uma baixa prioridade retórica sobre o desenvolvimento responsável precautório sobre os impactos negativos envolvendo ética no trabalho, aspectos legais e sociais, e saúde aliados aos riscos do desenvolvimento da nanotecnologia. Essas baixas prioridades também se relacionam com a fragilidade retórica sobre regulação dos impactos e dos riscos da nanotecnologia, tema que é aprofundado na próxima seção.

### 7.3.3 Análise quantitativa sobre Regulação no período 2004-2007

No período do PPA 2004-2007, o descritor Regul\* apresentou 18 ocorrências. As principais categorias foram Regulação de Nanotecnologia e Regulamentação de Lei. O terceiro lugar em ocorrências ficou com Marcos Regulatórios e Agências Reguladoras, ambas com duas ocorrências.

Gráfico 4 - Categorias temáticas sobre as menções à Regulação no período 2004-2007.



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

As oito ocorrências de Regulação de Nanotecnologia se concentraram nos documentos *Estudos Estratégicos – Nanotecnologia*, da Presidência da República, em 2004, e *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi Relatório Final Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*, em 2005, ambos com três ocorrências cada um. No primeiro documento, há menção sobre o estudo da *Royal Society* que alertava sobre os riscos da NT e dizia: “Sugere o documento apresentado pela *Royal Society* que o desenvolvimento dessa nova área da ciência seja guiado por avaliações de segurança e regulamentações adequadas para minimizar qualquer possível risco às pessoas e ao meio ambiente” (NAEPR, 2004). As demais menções do documento *Estudos Estratégicos* destacavam a intenção de regular em diálogo com a comunidade de pesquisa ressaltando a “regulamentação da produção e comercialização de produtos tecnológicos” constantes na pesquisa Delphi (NAEPR, 2004, p. 190). Já o segundo documento, a consulta Delphi, foi novamente destacado em 2005, no Relatório Final do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) intitulado *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia NanoDelphi*, em que apresentavam três menções sobre Regulação de Nanotecnologia.

Sobre a categoria Regulamentação de Lei, segunda mais recorrente do período com cinco menções, destacou-se o *Relatório de Gestão – Janeiro de 2003 a*

*Dezembro de 2006*, do MCT, que totalizou cinco menções, referindo leis importantes para a política de NT. A saber, as referências eram as leis de Inovação, do Bem e do FNDCT, com reflexos no desenvolvimento da nanotecnologia.

Questões sobre pesquisa, regulação e participação em comitês de fundos de financiamento de C&T por parte da Anvisa foram mencionadas na categoria Agências Reguladoras em 2006 nos relatórios *Dados sobre as redes do Programa Rede BrasilNano* e *Relatório de Gestão – Janeiro de 2003 a Dezembro de 2006*, do MCT. Ambos dimensionaram funções da agência reguladora na política de nanotecnologia – uma no sentido de planejamento de registro de produtos nanotecnológicos e outra enquanto representante em comitê gestor.

A categoria Marcos Regulatórios, também em duas menções, constou no documento do relatório de gestão de 2006 do MCT, supracitado. A primeira se referiu a marcos regulatórios para pesquisa científica no país aprovados nas diretrizes de CT&I assumidas pelo governo federal. A segunda citava a adoção de marcos legais e reguladores para a “promoção da ciência, tecnologia e inovação no País”, no âmbito da Política Nacional de Ciência e Tecnologia (MCT, 2006, p. 12). Ou seja, marcos regulatórios de caráter macro, mas que em teoria orientariam a política de NT.

De modo geral à Regulação, chama a atenção o documento do GT da proposta do PDNN não ter feito nenhuma menção, considerando que seus membros eram nanocientistas com patentes publicadas e inseridos na perspectiva produtiva da ciência. Além disso, as categorias que delimitariam um desenvolvimento de uma governança de risco com vistas à regulação da nanotecnologia no escopo da política brasileira também não foram prioritárias. Essas categorias apresentaram baixa aderência retórica e foram Regulação Global, com uma ocorrência; e Regulação de Riscos e Rotulagem, ambas com nenhuma ocorrência.

Ainda assim, nota-se que a política optou, constatando-se no documento *Relatório de Gestão Exercício 2007*, por acompanhar o “processo de Normatização de Nanotecnologia junto a ABNT/ISO”. Essa postura, que não está quantificada em temática por se tratar de participação esparsa do Brasil, foi detectada em sete referências sobre a ISO na política neste relatório em específico. São citadas, nesse viés, reuniões em que atores da política participaram “da elaboração das normas internacionais em Nanotecnologia junto a ABNT/ISO” e que as normas encontravam-

se em processo de elaboração (consulta pública)” (MCT, 2008, p.6)<sup>102</sup>. Destarte as ações da ISO visarem um enfoque global de regulação, as determinações têm alcance voluntário e o Brasil, conforme Entrevistado 2 (2016), teve participação restrita nas reuniões por depender de disponibilidade de orçamento, o que foi irregular e assimétrico nos períodos de análise da política.

Destaca-se que não houve menção alguma sobre "regulação de riscos". Os Riscos, quando foram abordados no período, estiveram tematizados em grande parte sob a categoria Avaliação de Riscos, conforme discute-se em continuidade.

#### **7.3.4 Análise quantitativa sobre Riscos no período 2004-2007**

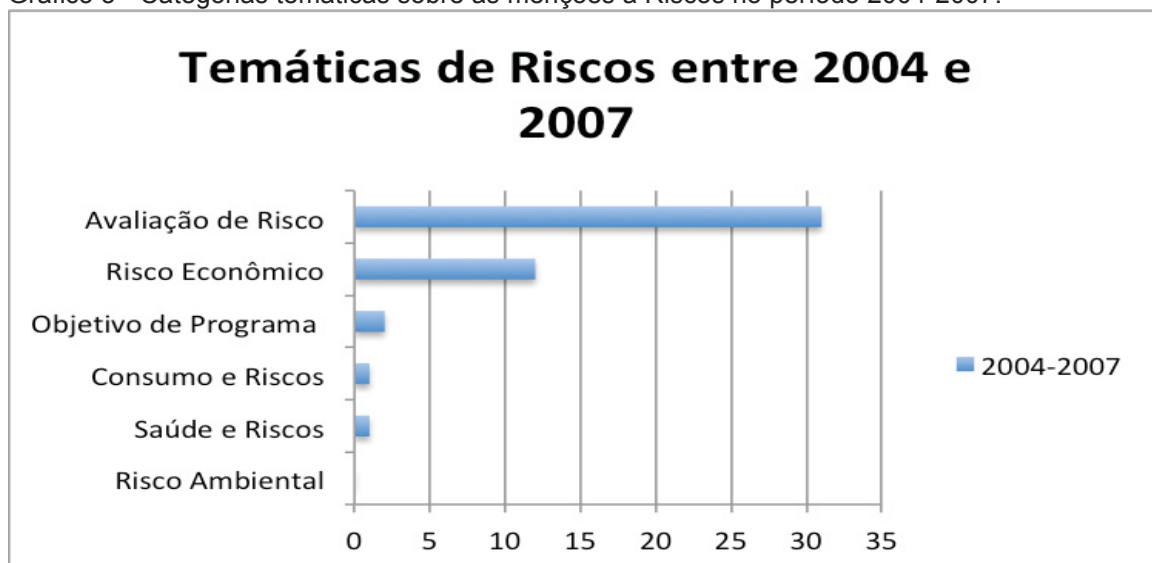
Sobre a categoria Riscos, o período teve 47 ocorrências, com destaque para a categoria Avaliação de Risco, em primeiro lugar, com 31 menções na vigência do PPA. Destaque para o documento da *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi Relatório Final Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*, publicado pela CGEE em 2005, em que um consultado específico destacou a categoria, gerando 16 menções como já mencionado. O documento era subsídio do programa da política de nanotecnologia e este ator não voltou a compor a política como interlocutor na formulação. Ele foi um dos considerados em edital de pesquisa em nanotecnologia após questionamento e conflito com o MCTI para que tivesse projeto selecionado.

A segunda categoria com mais menções foi Risco Econômico com 12 ocorrências, destes, seis com enfoques sobre capital de risco e duas sobre as consequências da nanotecnologia no que tange a riscos para o sistema econômico e político constantes em relatórios e estudos estratégicos. Em 2004, a categoria marcou uma menção do documento do GT da proposta do PDNN em que destacava “os riscos de obsolescência para produtos e processos” que a nanotecnologia cria (MCT, 2003b, p.9). A categoria Objetivo de Programa, com duas menções, foi a terceira mais recorrente. No Gráfico 5 é possível verificar a variação temática sobre Riscos.

---

<sup>102</sup> 02/2008: Relatório de Gestão Exercício 2007 – CGMT SEc de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação.

Gráfico 5 - Categorias temáticas sobre as menções a Riscos no período 2004-2007.



Fonte: Autora, a partir de documentos analisados (2019).

As demais categorias dimensionaram a ausência de articulação inicial da política para suprir uma governança de riscos ao longo do processo político, comprovado na retórica dos documentos. As categorias Consumo e Riscos e Saúde e Riscos tiveram ambas apenas uma ocorrência. No que tange à Consumo e Riscos, destaca-se que a categoria relaciona os impactos da comercialização dos produtos nanotecnológicos em um argumento que cita a possibilidade de moratória da nanotecnologia.

Uma Moratória em Nanotecnologia? Existe um movimento organizado de opinião alertando para os possíveis riscos da nanotecnologia. Personagens e entidades importantes estão pleiteando medidas de moratória e banimento de produtos nanotecnológicos. As razões disto estão claramente vinculadas a uma grande quantidade de afirmações ridículas feitas por pseudo-ideólogos e popularizadores da nanotecnologia (NAEPR, 2004).

Este raro argumento reflete os movimentos globais que questionam a falta de regulação dos riscos dos produtos resultantes da nanotecnologia que já estão no mercado. Em que pese praticamente a ausência na retórica dos documentos sobre essas implicações, este estudo estratégico não deixou de observar e criticar este posicionamento contestatório à tecnologia. O estudo, assinado pelo Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e em parceria com a coordenação técnica da CGEE, aborda também a Consulta NanoDelphi, sob coordenação de um nanocientista específico.

A categoria Risco Ambiental, que relaciona uma das principais preocupações sobre nanotecnologia, não foi citada nenhuma vez. Isso demonstra que a retórica dos documentos da política não deu visibilidade à junção nominal dos dois termos.

Após o detalhamento das temáticas dos quatro descritores entre 2004 e 2007, a seção seguinte tece algumas considerações finais sobre o período.

### **7.3.5 Considerações sobre o período 2004-2007**

Essa etapa marcou o ponto inicial da política oficial no Brasil, cuja retórica nos documentos coloca o desenvolvimento da nanotecnologia como necessário e indica que isto precisa ser estimulado. As justificativas para essa política, inclusas na visão de desenvolvimento adotada, se ancoram na inserção do Brasil na economia e política global por meio da inovação com NT.

Em específico à Inovação, além de destacar nas categorias elementos relacionados aos meios pelos quais a política se desenvolveria tais quais os presentes nas categorias Pesquisa com Empresa e Rede de Pesquisa, é neste período que Responsabilidade, remetendo à Pesquisa e Inovação Responsável, aparece com mais evidência, ficando, contudo, bastante restrita ao ponto de vista do documento *Relatório sobre a consulta pública ao documento elaborado pelo GT de Nanotecnologia*. Outra questão de interesse na política são as menções do documento da proposta do GT para o PDNN no PPA 2004-2007. Embora não seja o documento que mais aborde o descritor de Inovação no período, é o que coloca este elemento com centralidade nas partes que enfatizam a prioridade da nanotecnologia para este fim: os argumentos sobre Inovação constam, em sua maioria, sob as categorias Foco de Estímulo e Rede de Pesquisa, no objetivo geral, nos objetivos específicos e na justificativa do documento.

Sobre Impactos e Riscos entre 2004-2007, verifica-se que constaram na retórica da política nos anos iniciais, principalmente 2004 e 2005, quando atores mais diversificados são convocados a opinar, integrando os documentos prospectivos e de formulação política. Após a formulação, nos relatórios de avaliação, a prevalência da retórica, em 2006 e 2007, se estabelece sobre questões econômicas. O documento do GT para proposta do PDNN e a pesquisa NanoDelphi, por sua vez, mencionam mais os Impactos ELSI do que Impactos Econômicos nas questões sobre Impactos. No que tange aos Riscos, no documento do GT, a única

menção que é feita é sobre Risco Econômico. No *Relatório sobre a Consulta Pública ao Documento Elaborado pelo GT de Nanotecnologia*, chama a atenção a ausência em se nomear questões relacionadas tratando diretamente de “Riscos Ambientais”, em que pese o resultado da pesquisa ter indicado a “falta de um componente socioambiental” na política (MCT, 2004, p. 2).

A Regulação apresentou grande assimetria em relação às menções sobre Inovação, sendo cinco vezes menor. Ainda que processos e produtos inovadores tenham guiado o objetivo central da PCTI, procedimentos precautórios visando a regulação, ao menos na retórica dos documentos oficiais da política, são ausências constantes. O ano de 2006 foi o que mais apresentou menções neste período, mas tratavam-se de leis amplas sobre regulação e não sobre regulação efetiva de nanotecnologia. Havia na documentação brasileira, inclusive, o alerta da *Royal Society*, como demonstra os *Estudos Estratégicos*, da Presidência da República.

A ausência de relação de Agências Reguladoras nesta fase da política é outro elemento de destaque na avaliação da retórica. Não obstante o isomorfismo da política brasileira em relação à estadunidense, o design da política pública dos Estados Unidos previa a intersecção com agências reguladoras e isto aparecia de forma explícita na retórica. O caso brasileiro não inseriu as agência reguladoras, ausência que também se refletiu na retórica da política. Outro fator que chama a atenção é que o documento do GT da proposta da PDNN não menciona nada sobre Regulação. Diante disto, a seguir, abordaremos o segundo período de análise.

#### 7.4 A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2008-2011

O período correspondente ao PPA 2008-2011 se concretizou em um momento em que a política visou a maior integração com o setor produtivo, buscando maior interação do ciclo de inovação com nanotecnologia. Na comparação com o período anterior sobre Inovação, em que Interação foi a sexta categoria mais recorrente, neste período e no sequente, a temática passou a ser a quarta e terceira categoria mais mencionada, respectivamente e guardadas as proporções. Nesse período, a transversalidade da política com o MDIC ocorreu de forma concreta e uma série de documentos sobre nanotecnologia, que são discutidos apenas contextualmente por não serem assinados pelo MCTI, foram produzidos em parceria com a ABDI.

Por outro lado, este período de meio da política apresentou diminuição do orçamento. Segundo Barbosa (2017, p. 88), é notável quanto aos Fundos Setoriais “a diminuição de recursos para a área já em 2008 e mais acentuadamente após 2010” e que “analisando mais detidamente a outra fonte de recursos para a área, a fonte 100 do PPA, independente dos Fundos Setoriais, vê-se uma queda acentuada em 2008” indo a valores mais baixos ainda em 2010 e 2011. Apesar disto, neste período, por exemplo, os Fundos Setoriais aportaram recursos para programas de Subvenção Econômica à Inovação (SEI) às empresas por meio da FINEP, aumentando o contato da política com o setor empresarial visando evoluir o conceito da inovação para capacidades sinérgicas. Segundo Barbosa (2017, p. 100), a evolução do programa de Subvenção Econômica à Inovação (SEI) é nítida em número de projetos em nanotecnologia financiados: em 2007 foram 153 projetos aprovados<sup>103</sup>, em 2008 foram 206<sup>104</sup>, em 2009 chegaram a 260<sup>105</sup>, e em 2010 houve uma diminuição para 105<sup>106</sup>.

Nestes anos, o objetivo de conexão da política com o setor produtivo, portanto, se evidenciou. Apesar da queda do orçamento, foi um período de continuidade na implementação, o que justifica a quantificação de documentos transversais contínuos da política de C&T brasileira mais ampla. Assim, foram relevantes novamente dois documentos estratégicos elaborados em 2007, cuja validade se estendia até 2010. Observa-se que, ao terem efeito no período 2008-2011, os trechos destes documentos que citam nanotecnologia são importantes também pela diminuição do número de documentos da política entre 2008 e 2011 em relação aos marcos iniciais. Os dois documentos referidos são: *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de Ação 2007-2010 – Documento Síntese*, que é uma versão do documento do período anterior, mas com 72 páginas,

---

<sup>103</sup> As áreas prioritárias das chamadas SEI em 2007 que mencionaram NT foram: TICs e nanotecnologia; biodiversidade, biotecnologia e saúde; programas estratégicos. biocombustíveis e energia; desenvolvimento social. Os temas em NT foram: produtos e processos com base em nanotecnologias nos setores de produção de alimentos, têxtil, metal mecânico, energia, petróleo e gás, cosméticos e saúde. Temas em NT não incluídos (BARBOSA, 2017, p. 104).

<sup>104</sup> As áreas prioritárias das chamadas em 2008 não citaram NT explicitamente. Ainda assim, se trataram de TICs, biotecnologia, saúde, programas estratégicos, energia e desenvolvimento social. Temas em NT não incluídos (Ibidem., p. 105).

<sup>105</sup> As áreas prioritárias das chamadas em 2009 não citaram NT explicitamente. Ainda assim, se trataram de TICs, biotecnologia, saúde, programas estratégicos, energia e desenvolvimento social. Temas em NT não incluídos (Ibidem., p. 105).

<sup>106</sup> As áreas prioritárias das chamadas em 2010 não citaram NT explicitamente. Ainda assim, se trataram TICs; energia; biotecnologia; saúde; defesa; desenvolvimento social. Temas em NT não incluídos (Ibidem., p. 105).

elaborado pelo MCT, em que se expõe objetivos, prioridades estratégicas e metas do PACTI entre 2007 e 2010; e a íntegra de 406 páginas do documento *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de Ação 2007-2010 – ‘Investir e inovar para crescer*. Interpretam-se esses documentos como um acoplamento no planejamento da política entre dois períodos do PPA.

Ainda que tenha havido diminuição de orçamento e de documentos, a Inovação, como veremos a seguir, foi reforçada retoricamente pela categoria Objetivo de Programa em destaque neste período.

#### **7.4.1 Análise quantitativa sobre Inovação no período 2008-2011**

No total, as menções à Inovação nos documentos somaram 76 ocorrências, sendo a categoria Objetivo de Programa a mais frequente, com 17 menções. Destas, 11 constaram no documento *Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional*. Uma série de medidas para a CT&I do país, incluindo a NT como área prioritária, era posta, principalmente, como objetivo para desenvolvimento global visando competitividade e cooperação. A segunda categoria foi Foco de Estímulo, com 15 menções. Como já referido, a considerar que foram quantificados em 2008 também documentos lançados em 2007 por abrangerem período com reflexos na política entre 2008-2011, verifica-se uma série de medidas para estimular a inovação em nanotecnologia a partir da interação entre ICTs e empresas e transferências de conhecimento. Em 2008, com duas menções nesta categoria, dois relatórios do então designado Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) dimensionaram os investimentos que estavam sendo feitos para a NT como foco de estímulo e são: *Relatório Analítico Programa de CT&I para Nanotecnologia* (MCTI, 2008a) e *Relatório Programa de C,T&I para nanotecnologia MCTI – SEPEP* (MCTI, 2008b). O primeiro tinha citação às “fontes de recursos e incentivos à inovação nanotecnológica” (MCTI, 2008 a) e o segundo mencionava o “apoio a projetos de P&D e inovação em nanotecnologia” (MCTI, 2008 b). O ano de 2010, por abranger o documento estruturante transversal *Plano de Ação 2007-2010 – CT&I para o Desenvolvimento Nacional – ‘Investir e inovar para crescer*, apresentou 13 menções. A linha geral era a implementação, fomento, contribuição e fortalecimento de ações visando o desenvolvimento da nanotecnologia. Em 2010, especificamente, o *Relatório de Gestão (2010) Nanotecnologia - SEPED – CGMNT* destaca o “apoio

parcial ao Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Inovação na escala Nanométrica (reunindo pesquisadores da América do Norte e América Latina) ” (MCTI, 2010, p. 4).

A terceira categoria foi Pesquisa com Empresa, com 10 ocorrências, que distinguiu projetos subvencionados para empresas em nanocompósitos, nano dispersores para defensivos agrícolas, entre outros, em relatório de gestão no âmbito da Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias (CGMT), sobre projetos subvencionados para empresas.

A quarta categoria em recorrência foi Interação, com nove ocorrências. Destaca-se o crescimento da categoria Cooperação Global, de três no período anterior, para sete menções. Nesta última categoria, relatórios e o documento *Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional* destacam parcerias estabelecidas com a Argentina nos relatórios, e cooperações Sul-Sul, nas estratégias.

O Gráfico 6 sintetiza as categorias sobre Inovação no período:

Gráfico 6 - Categorias temáticas sobre as menções à Inovação no período 2008-2011



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

Lacuna de menções, em que pese o empenho em inserir a nanotecnologia como motor de inovação, ocorreu ao não haver nenhuma referência a critérios que indicassem a categoria Responsabilidade com a possibilidade para inserção retórica sobre inovação responsável. Os documentos demonstram ainda que Rede de Pesquisa apresentou queda em relação às menções no período correspondente ao

PPA anterior, com apenas uma menção no período 2008-2011. A categoria Fator de Capacidade passou a ser um pouco mais relevante, com seis ocorrências. Já Competitividade Industrial seguiu com cinco ocorrências, o que não deixa de ser uma contradição na política a considerar a busca por um enfoque interativo com empresas para a inovação na implementação das ações de NT no período. Outra contradição foi a ausência da temática Área Promissora no descritor de Impactos, abordado na próxima seção. Esta categoria, que infere a qualidade de oportunidade visionada pelo desenvolvimento da nanotecnologia, não recebeu nenhuma menção.

#### 7.4.2 Análise quantitativa sobre Impactos no período 2008-2011

A categoria Pesquisa sobre Impactos apresentou sete ocorrências no período. As outras categorias que constaram foram Impactos Econômicos, com três; e Impactos ELSI com duas.

Gráfico 7 - Categorias temáticas sobre as menções à impactos no período 2008-2011.



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

No que se refere à Pesquisa sobre Impactos, a temática mais recorrente, ocorreram quatro menções, em 2011, no *Relatório de Gestão Institucional do Exercício de 2011* (MCTI, 2012, 03/2012). Uma mencionava as propostas de pesquisa das redes de Nanotoxicologia visando pesquisa sobre os impactos da nanotecnologia na saúde e no ambiente. Outra destacava esse mesmo objetivo nas chamadas de pesquisa, a saber a Chamada MCTI/CNPq no. 20/2011 que focava em Nanobiotecnologia visando a “obtenção de produtos finais para o mercado, nas

áreas de medicamentos, vacinas e sensores, em cooperação com a República de Cuba” (MCTI, 2012, 03/2012). Outra destacava “projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação” em cooperação com México ou Estados Unidos na linha dos “sensores e/ou reguladores e seus impactos (...)”, constante na Chamada MCTI/CNPq no 21/2011 (MCTI, 2012, 03/2012). A última referência abordava “recursos relativos ao Termo de Referência das Ações Transversais – 1.2.15 do Programa de Apoio à Cooperação Científica e Tecnológica Trilateral entre Índia, Brasil e África do Sul – IBAS”, de 24/06/2009, em que foram apoiados em 2011 projetos na categoria de Encomendas do MCTI envolvendo Impactos de Mudanças Climáticas em Regiões Costeiras dos três países. No *Relatório de Gestão das ações de nanotecnologia*, de 2011, que teve uma menção, abordavam-se duas chamadas públicas de pesquisa para apoiar projetos de P&D lançadas pelo CNPq em cooperação nas áreas de “sensores e/ou reguladores e seus impactos” (MCTI, 2011, p. 2), em cooperação de pesquisa com México e Cuba. As outras duas restantes menções foram no documento estruturante *Estratégias de CT&I para o Brasil no Plano Internacional (ENCTI I)*.

Impactos Econômicos, a segunda categoria constante, teve todas as suas três menções em três documentos estruturantes. O documento *Estratégias de CT&I para o Brasil no Plano Internacional (ENCTI I)* (MCT, 2011b) citava as expectativas de impactos econômicos de um projeto entre Brasil e Alemanha. Os documentos *PACTI II - Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2011-2014 (PACTI II, 2010)* e *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 - Balanço das Atividades Estruturantes 2011* destacavam um idêntico trecho que definia a nanotecnologia como “a capacidade de impactar praticamente todos os setores econômicos que demandam desenvolvimentos tecnológicos e inovadores” (MCTI, 2012b, p. 72).

Sobre Impactos ELSI, que aparece em dois documentos estruturantes macros do MCTI sobre diretrizes para CT&I, a primeira referência destacava a transferência de tecnologias de impacto social entre Brasil e países latino-americanos e africanos (MCTI, 2012b). A segunda referência colocava como ação prioritária do PACTI I 2007-2010 (PACTI I, 2006, p. 144) “estabelecer políticas sobre as questões éticas e de impacto social do uso de produtos baseados na nanotecnologia. ”

Há ausência de menções nas categorias Avaliação de Impactos, Prevenção de Impactos Negativos, Saúde e Impactos e Área Promissora. Neste momento, o teor

da interação buscando inserção de mercado da nanotecnologia requeria o início do debate sobre os aspectos condensados por estas quatro categorias que seriam base. Essa retórica apareceu em algum nível no Comitê Consultivo de Nanotecnologia, mas isto não constou na retórica de documentos fundamentais de registro da política no período. Ausência notável também foram os assuntos que tematizam a Regulação, eixo importante para questões de interação do objetivo geral de inovação visando o mercado global.

### 7.4.3 Análise quantitativa sobre Regulação no período 2008-2011

A Regulação também não foi uma prioridade retórica neste período, com todas as categorias temáticas apresentando queda em relação ao período anterior. Com quatro ocorrências, as categorias destacadas foram Regulação de Nanotecnologia, com quatro; Marcos Regulatórios, com duas; e Regulação de Riscos com uma menção.

Gráfico 8 - Categorias temáticas sobre as menções à Regulação no período 2008-2011



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

Na categoria Regulação de Nanotecnologia, o tema foi abordado sob uma perspectiva de regulação a partir da pesquisa de risco. O *Relatório de Gestão das ações de nanotecnologia – 2011*, do MCTI e CGMNT, concentrou as menções sobre parcerias visando pesquisa com resultados que poderiam embasar o aspecto regulatório na política.

Já a categoria Marcos Regulatórios, no *Relatório de Gestão 2009*, do MCT, destacava em sua menção a criação do Fórum de Competitividade em Nanotecnologia para definir “diretrizes, Estratégias, políticas públicas e mecanismos de gestão para atender as questões de Marco Regulatório” (MCT, 2010). Já o documento *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 - Balanço das Atividades Estruturantes 2011* colocava o desafio do Brasil em não descuidar dos marcos regulatórios em elaboração em nível mundial. Ou seja, abordava medidas ainda em planejamento para futura regulação.

A única menção à Regulação de Riscos apareceu no *Relatório de Gestão das ações de nanotecnologia – 2011* como tema a ser pesquisado. Isto se referia a uma chamada pública de projeto de pesquisa.

Reitera-se que neste período não existiram referências aos projetos de lei visando a regulação de nanotecnologia que foram apresentados no Congresso desde 2005. Outra ausência marcante nestes documentos, a nível governamental, se refere às Agências Reguladoras não relacionadas aos processos que se desenrolavam num momento interativo da política com o setor produtivo. Teria sido relevante que Anvisa, principalmente, estivesse presente na política e na retórica acompanhando um período de implementação em direção à conexão com a indústria. Relembre-se que o design da política brasileira seguia o modelo dos Estados Unidos e se explicitava o impulso para a concepção de nanoprodutos. A falta de retórica sobre Regulação infere ausência de prepara para o mercado comercial. E, se relacionada com Riscos, demonstra-se que influenciou que os temas relativos às Questões EHS (de ambiente, saúde e segurança) fossem ainda menos relevantes, como veremos na próxima seção.

#### **7.4.4 Análise quantitativa sobre Riscos no período 2008-2011**

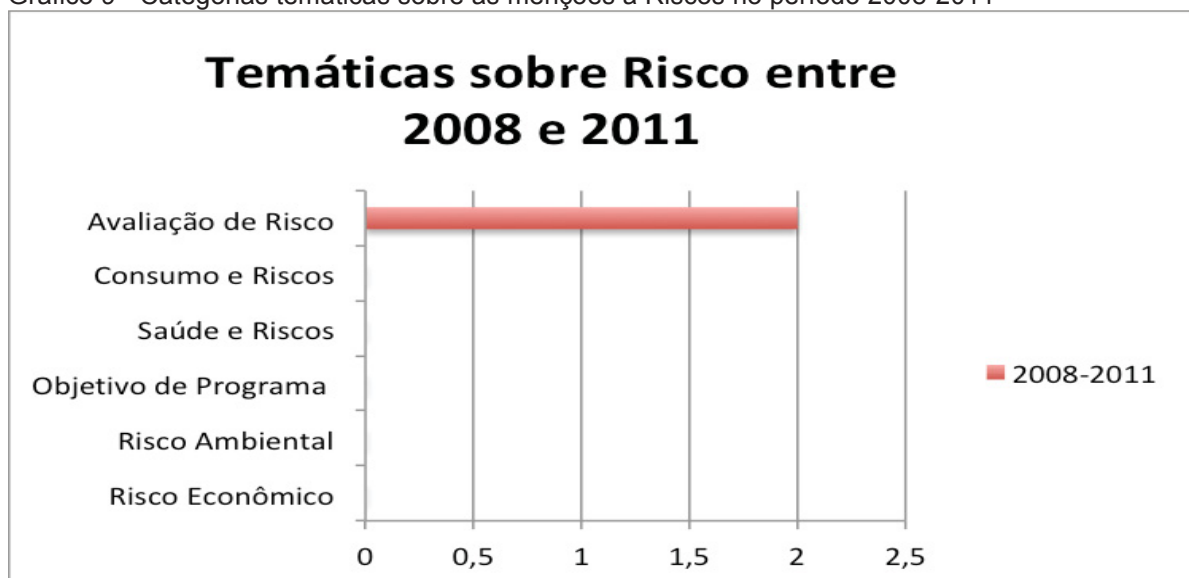
Na vigência do PPA 2008-2011, a análise documental revela que Riscos foi um assunto praticamente afastado no período. Chama a atenção essa ausência no contexto da instituição, em 2008, do Comitê Consultivo de Nanotecnologia, um comitê de caráter técnico que visava assessorar a formulação da política com um quadro de conselheiros nomeados, maioria vindos da academia.

Com apenas duas menções ao longo de todo o período, a categoria Avaliação de Risco foi a única que apareceu, somente em 2011, e no mesmo relatório de gestão

que citava duas chamadas públicas de pesquisa intitulado *Relatório de Gestão Institucional do Exercício 2011*. A primeira abordava a formação das redes de nanoinstrumentação e nanotoxicologia e requeria, considerando o potencial para geração de produtos, “examinar os riscos potenciais de novas tecnologias empregadas ou investigadas baseadas na Nanociência (...)” (MCTI, 2012d, p. 95). Na mesma linha, a outra abordava projeto de cooperação com Cuba cujo objetivo seria avaliar riscos potenciais da nanotecnologia.

Nesse período há dois momentos importantes. O primeiro se deu no cancelamento de uma chamada de pesquisa que visava a abordagem de riscos, quando a questão foi nitidamente evitada. O segundo acabou se revelando, finalmente, na chamada para a formação das duas redes de nanotoxicologia e nanoinstrumentação em 2011, quando o tema dos riscos explicitamente entrou no foco da política.

Gráfico 9 - Categorias temáticas sobre as menções à Riscos no período 2008-2011



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

Por fim, no comparativo com o período anterior, apenas Avaliação de Riscos pontuou, mesmo que em queda, menções. As demais categorias Risco Econômico, Objetivo de Programa, Risco Ambiental, Saúde e Riscos, e Consumo e Riscos não pontuaram.

A seguir, verifica-se, no fechamento da análise sobre 2008-2011, os elementos marcantes da retórica sobre os quatro descritores neste período.

#### 7.4.5 Considerações sobre o período 2008-2011

Sobre Inovação, verifica-se que, enquanto as ações da política se direcionaram para aumentar a interatividade com empresas, a nanotecnologia se manteve como Foco de Estímulo. Este posicionamento foi reforçado inclusive no crescimento de Objetivo de Programa considerando um novo ciclo de inovação com nanotecnologia por meio da interação entre as instituições de pesquisa e as empresas. Mesmo que tenha havido nítida diferença no número de documentos analisados em relação ao período anterior. O crescimento da categoria Interação também confirma este novo momento da política. Outras categorias que cresceram foram Cooperação Global e Fator de Capacidade.

Por sua vez, em termos retóricos para efeito efetivo na política a partir das menções analisadas sobre Inovação, nota-se que Competividade Industrial se manteve com o mesmo referencial nos documentos do período anterior. Dessa forma, infere-se que de certa forma a política buscou priorizar uma das pontas de um ciclo mais completo de inovação. Por sua vez, considerações sobre Responsabilidade, cujas questões relacionadas já tinham sido apontadas na consulta para a formulação da política no período anterior e se apresentavam como uma oportunidade, não foram mais citadas e não fizeram parte deste período. Dessa forma, as sugestões recolhidas antes, que poderiam direcionar à inovação responsável, não foram implementadas nesta etapa de maior interação no ciclo da inovação enquanto alvo retórico da política.

Tanto Impactos quanto Riscos apresentaram queda abrupta de tematização nos documentos oficiais. Nesta fase da política, em que a transversalidade da área de nanotecnologia do MCTI com o MDIC e a ABDI ocorreu de forma mais direta, os principais documentos de registro da política praticamente ignoraram essas implicações. Nem mesmo as redes de pesquisa de nanotoxicologia e nanoinstrumentação suscitaram uma existência substancial da retórica. Além disso, nota-se que apenas um documento da série analisada citou Riscos, os 12 restantes não mencionaram nenhuma vez este eixo. Por sua vez sobre Impactos, as ausências constaram em sete documentos dos 13 examinados.

Quanto à Regulação, manteve-se estável, em relação ao período anterior, Marcos Regulatórios, com duas menções. Regulação de Riscos, com apenas uma menção, indica que, retoricamente, a questão se tornou algo evitado na política. Isto

também se confirma com as ausências das categorias Regulamentação de Lei, Regulamentação Global, Agências Reguladoras e Rotulagem não mencionadas por nenhum documento.

Após a análise sobre os anos de 2008 a 2011, realiza-se a análise dos descritores e temas entre 2012 e 2015, terceiro período da política de nanotecnologia brasileira.

## 7.5 A RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA ENTRE 2012-2015

Com o lançamento da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia, em 2012, a política brasileira de nanotecnologia apresentou eixos mais estruturados para as ações e efetivou um design de uma governança institucional mais ampla, incluindo mais ministérios, agências e detalhamento no documento da IBN, visando uma governança de riscos. Isto se deu por meio de uma reformulação na governança da política em nível de decisão, a partir do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN). Porém, o CIN teve efeito curto visto que aconteceram poucas reuniões. Ainda assim, e em nível de instrumentos de implementação, o SisNANO ganhou destaque. A IBN também previa financiamento às empresas com subvenção, fomento à PD&I, formação de RH, disseminação da nanotecnologia na sociedade, cooperação internacional incluindo o programa Ciências Sem Fronteiras, apoio à propriedade intelectual e desenvolvimento de um marco legal para a nanotecnologia (IBN, 2012).

A documentação oficial se delimitou sobretudo a cobrir o início do período, especificamente o ano 2012. O ano seguinte, 2013, não apresentou documentação. Em 2014 e 2015, há menções em documentos, mas em menor medida.

Dito isto, no que segue, está o exame do período entre os anos 2012 e 2015.

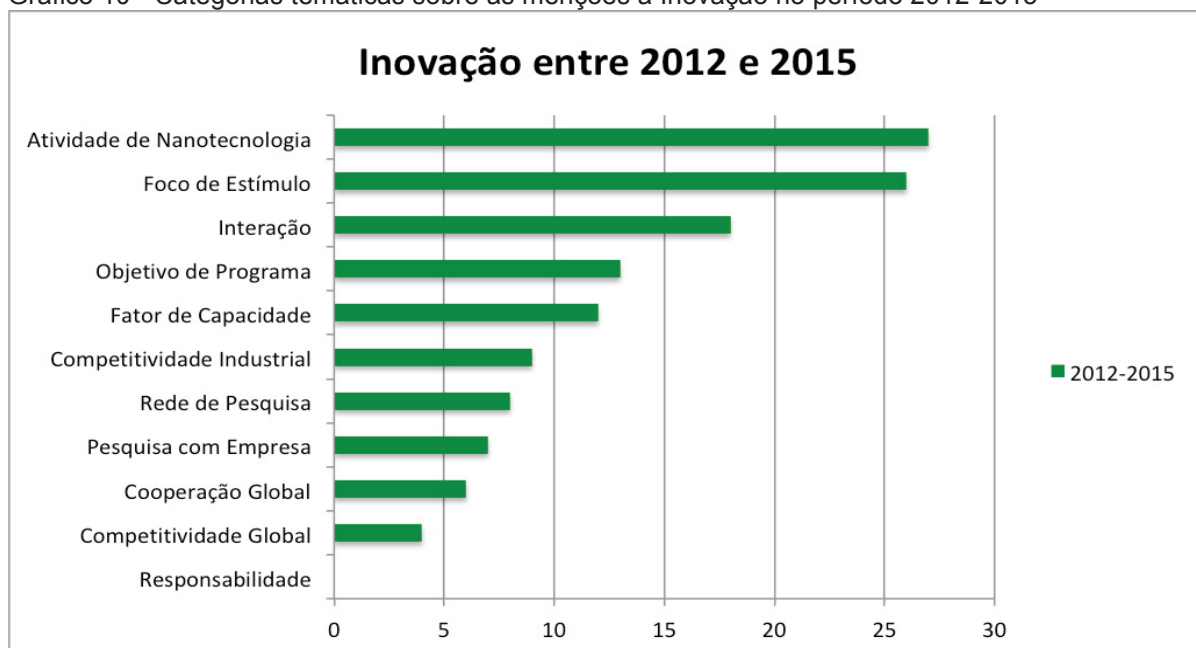
### 7.5.1 Análise quantitativa sobre Inovação no período 2012-2015

No período 2012-2015, a Inovação apresentou 118 ocorrências. A categoria Atividade de Nanotecnologia apresentou 25 menções, com 19 delas em 2012 no documento da IBN. Nessa linha, verificava-se a caracterização da inovação enquanto uma atividade definidora desta tecnologia emergente, a exemplo do trecho: "(...) a nanotecnologia se destaca por ser uma plataforma tecnológica inovadora de natureza transversal, atuante na fronteira do conhecimento (...)" (IBN, 2012). Em 2014 foram cinco ocorrências em relatório de gestão e plano estruturante.

Foco de Estímulo se manteve em relevância, mas agora como segunda categoria mais relevante, com 23 menções. Interação, com 16 ocorrências, teve seis em 2012 no *Documento da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia* e uma no *Caderno de Divulgação do SisNANO*. Em 2014, foram sete em relatório de gestão. Em 2015, foram duas em um relatório da CGMNT.

O Gráfico 10 aponta, com destaque às três categorias supracitadas, que, visando a inovação, universidades e empresas, estabeleceu-se retoricamente alguma interação, aliada ao Objetivo de Programa, enfocando a sua sustentação em fomentos à pesquisa, subvenções a empresas e investimentos. Fator de Capacidade teve um crescimento notável da categoria em relação aos períodos anteriores, com 12 menções.

Gráfico 10 - Categorias temáticas sobre as menções à Inovação no período 2012-2015



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

As demais categorias apresentaram, respectivamente: Objetivo de Programa, com 12 menções; Competitividade Industrial, com oito; Rede de Pesquisa, com sete menções; Cooperação Global com seis ocorrências; Pesquisa com Empresa com cinco ocorrências; Competitividade Global com quatro ocorrências; e Responsabilidade não apresentou nenhuma ocorrência.

Com a ausência de documentos oficiais sobre a política não se constatou retórica no ano de 2013, sem lançamento de ações ou maior visibilidade sobre a iniciativa. Ainda sobre estas lacunas retóricas, verifica-se silenciamento da política,

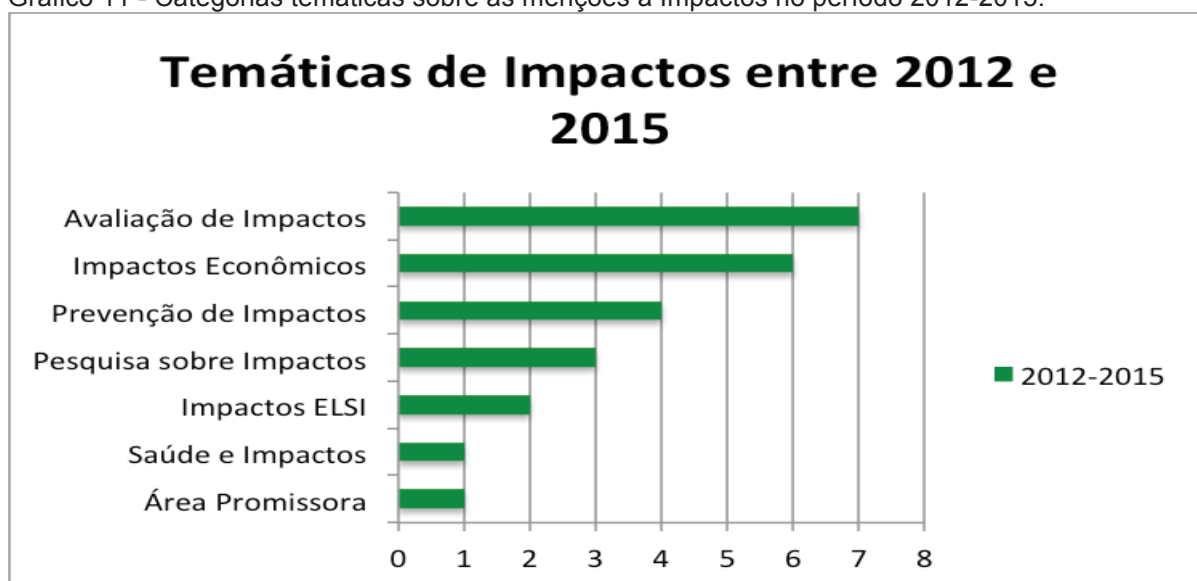
mesmo sobre questões inerentes da nova fase da política com a IBN, com pouca prioridade no discurso documental para Competitividade Industrial e a total ausência na referência à categoria Responsabilidade entre 2012 e 2015. Tanto a competitividade, quanto a regulação com o enfoque europeu não foram tematizados sob a Responsabilidade. O NanoREG, que poderia ter trazido ao discurso a Pesquisa e Inovação Responsável, foi incorporado sem esse quadro normativo muito presente na Europa.

Ainda assim, nesta altura da política, cresce uma abordagem retórica sobre Impactos, demonstrando variedade temática sobre um descritor amplo. Os nexos permitem inferir que, como veremos na próxima seção, a palavra foi utilizada para definir diferentes efeitos da política e da nanotecnologia.

### 7.5.2 Análise quantitativa sobre Impactos no período 2012-2015

Sobre Impactos, com 24 ocorrências, o período apresentou a emergência de Avaliação de Impactos, com sete. No período anterior, mesmo que mais documentos tenham sido examinados, não havia nenhuma menção a esta categoria. Impactos Econômicos cresceu neste período para seis, o dobro de 2008-2011, e manteve-se, a exemplo de antes, como a segunda temática relevante. Nota-se que a terceira categoria relevante foi Prevenção de Impactos Negativos (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Categorias temáticas sobre as menções a Impactos no período 2012-2015.



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

A categoria Avaliação de Impacto constou, em 2012, nos documentos *Caderno de Divulgação do SisNANO* e da *Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN)*. As quatro menções deste ano abordavam o monitoramento dos impactos da nanotecnologia e a avaliação dos impactos ao meio ambiente e humanos. Em 2015, uma referência está no *Relatório de Gestão – Exercício de 2015*, do MCTI, em uma abordagem no escopo da CGNT. As outras duas menções restantes estão no “Acordo Brasil NanoREG.” Uma das menções destaca os impactos EHS, considerando os resultados do acordo salutar para auxiliar legisladores e agências regulatórias a acessarem tais aspectos de nanotecnologias habilitadoras. A outra destaca o “desenvolvimento de instrumentos de ‘seguro pelo design’ (*safe by design*) visando uma incorporação da consideração a tais impactos “no desenho, produção e aplicação desses materiais, bem como instrumentos (...)” (COMISSÃO EUROPEIA, 2015, p. 1).

Impactos Econômicos esteve, em 2012, em seis menções, quatro no documento da IBN e uma no Caderno de Divulgação do SisNANO. Todas traziam o argumento do impacto econômico nos setores, fossem específicos ou amplos. Em 2014, a única e última menção, no documento estruturante transversal PACTI II, destaca também os amplos impactos da nanotecnologia em todos os setores econômicos.

Três menções na categoria Prevenção de Impactos no período constaram, em 2012, no documento da IBN. Embora os impactos se refiram ao meio ambiente, a temática está orientada para uma posição de prevenção pelo tom de alerta. Uma delas ressaltava o aspecto de prevenção mesmo que se tratasse de tema emergente, visto que produtos nanotecnológicos já circulam no mercado:

As questões de segurança e **impacto** ambiental são temas emergentes em nanotecnologia e precisam de atenção especial haja vista que inúmeros produtos provenientes desta plataforma tecnológica já estão no mercado de consumo, oferecidos em escala crescente. (IBN, Meio Ambiente, 2012, *grifo nosso*, p. 32).

Outra menção abordava diretamente a necessidade de agir de forma preventiva a considerar estudos de mitigação de riscos: “Estudos olham de forma específica para métodos de mitigação de impactos ambientais de nanomateriais” (IBN, Meio Ambiente, 2012, p. 32). A última menção de 2012 nesta categoria citava métodos para mitigação de impactos ambientais de nanomateriais.

Em 2015, no Acordo Brasil NanoREG, distinguia-se explicitamente os impactos a serem prevenidos considerando-se os riscos EHS em termos

precautórios para resolver a regulação a partir da prevenção dos efeitos negativos dos nanomateriais, conforme trecho a seguir da última e única menção do período: “Há um interesse em comum em resolver questões regulatórias concernentes a aspectos EHS do desenho, produção e aplicação de nanomateriais” (COMISSÃO EUROPEIA, 2015, p. 1).

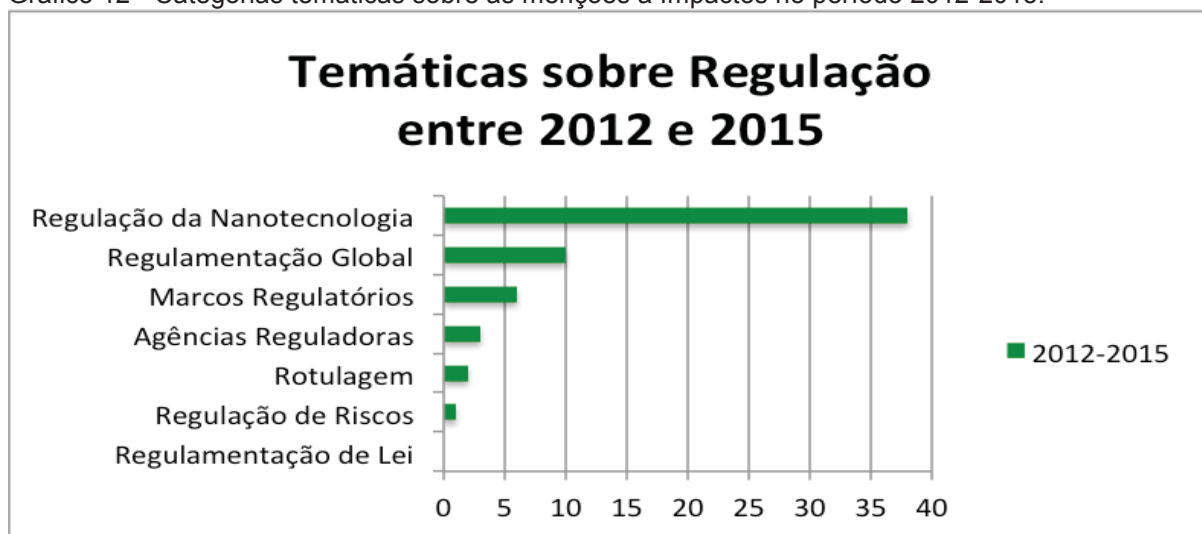
A prioridade retórica na abordagem de Pesquisa sobre Impactos (três ocorrências), Impactos ELSI (duas ocorrências), impactos enquanto Área Promissora (uma ocorrência) evidenciam a limitada abordagem na formulação política sobre o funcionamento da Avaliação de Risco e Avaliação de Impactos, duas categorias fundamentais no escopo da abordagem dos Riscos EHS e Impactos ELSI e bastante referidas no debate global de nanotecnologia. Já questões de Saúde e Impactos, em que pese se mencionar várias vezes “os impactos sobre o homem” (IBN, 2012), houve apenas uma menção no documento da IBN.

Embora não tenha explicitamente relacionados os Impactos com a Regulação, a variedade temática nesta fase, com menções a questões mais críticas como o tema da Prevenção de Impactos e até mesmo Impactos ELSI, indicava uma nova abordagem sobre isto na IBN. De certa forma, estavam no escopo de planejamento da Regulação, direcionamento enfatizado nos temas regulatórios.

### **7.5.3 Análise quantitativa sobre Regulação no período 2012-2015**

No período referente ao PPA 2012-2015, com a emergência mais concreta de uma tardia governança de risco para acoplamento na governança da política, verifica-se um crescimento de ocorrências retóricas sobre a Regulação, chegando a 60 menções. As categorias mais recorrentes foram Regulação de Nanotecnologia com 38 ocorrências, Regulamentação Global com 10 e Marcos Regulatórios com apenas seis ocorrências.

Gráfico 12 - Categorias temáticas sobre as menções a Impactos no período 2012-2015.



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

Ao enfatizarem o planejamento, as ocorrências sobre a categoria Regulação da Nanotecnologia tiveram a concentração maior em 2015, com 11 menções, das quais seis constavam no *Acordo Brasil NanoREG*. Em 2014, foram 21 ocorrências: 18 no *Relatório de Gestão – Exercício 2014 – MCTI* e outras três ocorrências foram em comunicação gráfica de governo<sup>107</sup> sobre o NanoReg. O que diferencia a Regulação de NT da Regulação Global nestas menções é que aborda questões focadas no Brasil na direção da regulação, principalmente. Em 2012, a IBN retratou a categoria em três ocorrências, cujos enfoques de Regulação tinham ênfase de planejamento (dois) e de pesquisa (um), ambos abordando em específico infraestrutura laboratorial do SisNANO. As três menções foram no documento da IBN, no qual se destacava a regulação no SisNANO, os estudos técnicos para regulação e as barreiras impostas pela regulação. Reitera-se que as ênfases sobre a categoria, no geral, eram de planejamento, em menor medida havia menções sobre o enfoque aplicado na política de NT e, por fim, sobre pesquisa regulatória – enfocando o NanoREG.

Com a inserção da regulação na agenda e como objetivo da política brasileira de nanotecnologia nesse período de forma mais explícita, a categoria

<sup>107</sup> Este material de análise trata-se de um PDF de duas páginas, possivelmente impresso e distribuído em workshops ou reuniões da política de NT, que apresenta em tom resumido e informativo o que é o projeto de pesquisa para regulamentação com a UE, destacando os objetivos e os laboratórios do Brasil participantes. Juntamente com o PDF do SisNANO, este de 19 páginas de apresentação do sistema, esses informativos foram os únicos encontrados que desenvolveram uma retórica de perspectiva mais comunicacional, e quase propagandística, da política que então vinha se desenvolvendo.

Regulamentação Global, também deu um salto quantitativo, de nenhuma menção no período anterior para 10 ocorrências. Verificou-se na prioridade retórica uma pequena correspondência, em certo isomorfismo, à política europeia no projeto de regulação<sup>108</sup>. A ênfase é a perspectiva da regulação do projeto europeu, que visa ter alcance global mediante a incorporação de pesquisadores de diversos países, no Brasil. Em 2015, foram detectadas nove ocorrências citando o projeto europeu e os procedimentos políticos para a inserção do Brasil no NanoREG. Neste ano, após a assinatura do termo de cooperação em 2014, o próprio acordo entre o Brasil e o NanoREG que caracterizava os testes que gerariam a informação científica necessária para embasar a regulação repercutiram no “Relatório de Gestão – Exercício de 2015 - MCTI – CGNT” com nove menções. Em uma única menção em 2012, a IBN destacava a regulação do sistema financeiro global como um fator no contexto que teria tornado “o país mais resistente para enfrentar crises econômicas globais” (IBN, 2012).

Já a categoria Marcos Regulatórios, em bem menor medida, constou em seis ocorrências. Foram três no documento da IBN (2012), com vieses distintos, a saber: o apoio dos marcos regulatórios que permitiram ao Brasil melhorar a posição em NT, uma área estratégica de CT&I; os marcos regulatórios enquanto desafio da política brasileira no âmbito global já que estavam em “processo de elaboração mundial” (IBN, 2012); e o planejamento transversal com o MDIC com o Fórum de Competitividade de Nanotecnologia<sup>109</sup>, envolvendo MDIC e ABDI, que criou um GT de marco regulatório que “gerou diversos documentos” (IBN, 2012). Entre esses documentos, está, por exemplo, o estudo intitulado *Nanotecnologias: subsídios para a problemática de riscos e regulação*, de 2011, assinado pela MDIC, ABDI e Unicamp. Isto demonstra que, após sete anos do início da política e dos apontamentos das lacunas sobre as implicações da NT, um novo relatório que abordava riscos e regulação conectados era então lançado. O estudo apresentava o propósito de “oferecer informações consolidadas aos pesquisadores, empresários e entidades que lidam com o assunto, no que diz respeito aos riscos da

---

<sup>108</sup> A adesão é considerada pequena correspondência por se tratar apenas de uma ação, enquanto a política europeia continha muitas outras.

<sup>109</sup> Criado em 2009, o Fórum de Competitividade de Nanotecnologia surgiu “como ferramenta estratégica para apoiar a discussão e o encaminhamento de iniciativas e programas do segmento nanotecnológico”, com o objetivo de “aumentar a competitividade do país no mercado mundial por meio da articulação entre as necessidades do setor privado” (MDIC, 2016). Destacava entre os atores interessados, além dos representantes do meio empresarial e governo, trabalhadores e academia.

nanotecnologia e suas implicações sobre as questões regulatórias” (ABDI, 2011, p.8).<sup>110</sup> As outras menções neste ano foram duas no documento *Caderno de divulgação do SisNANO* e uma no eixo estruturante transversal *PACTI II - Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2011-2014*. O primeiro documento destacava a necessidades de marcos regulatórios enquanto objetivos na implementação do SisNANO e o segundo alertava para não se descuidar dos marcos regulatórios para o avanço da nanotecnologia em termos de PD&I.

A categoria Agências Reguladoras foi mencionada em três ocorrências, ambas em 2015. Nesta etapa da política, finalmente as agências reguladoras aparecem explicitamente na retórica. O documento do *Acordo Brasil NanoREG*, em duas menções, a nível de Comissão Europeia, referia o objetivo da cooperação de produzir “instrumentos para legisladores e agências regulatórias a acessarem aspectos EHS de nanotecnologias habilitadoras” (COMISSÃO EUROPEIA, 2015, p. 1); e destacava: “(...) informação confidencial para estender ao requerido pela corte e no que tange à publicação de normas e regulações de agências governamentais ou órgãos de aplicação de leis nacionais ou regulações” (COMISSÃO EUROPEIA, 2015, p. 11). A última menção foi no *Relatório de Gestão – Exercício de 2015 - MCTI – CGNT* em que aparecia o papel das agências reguladoras no setor produtivo.

Ressalta-se que a categoria Rotulagem recebeu duas menções, e foram em um relatório de gestão sobre o exercício 2014 do MCTI e em outro de 2015. Em ambos era citado que a CGMNT estava acompanhando a tramitação do projeto de lei sobre rotulagem de produtos com NT no Congresso. A categoria Regulação de Riscos apresentou uma menção somente no documento da IBN e abordava a segurança do trabalho com nanomateriais. Nas ausências, destaca-se que não teve nenhuma menção na categoria Regulamentação de Lei. Era um momento salutar para aprofundar a presença destas questões na política, em que pese os PLs apresentados no Congresso terem aparecido superficialmente nas menções à Rotulagem. No que segue a abordagem retórica sobre Riscos nos documentos do período é analisada.

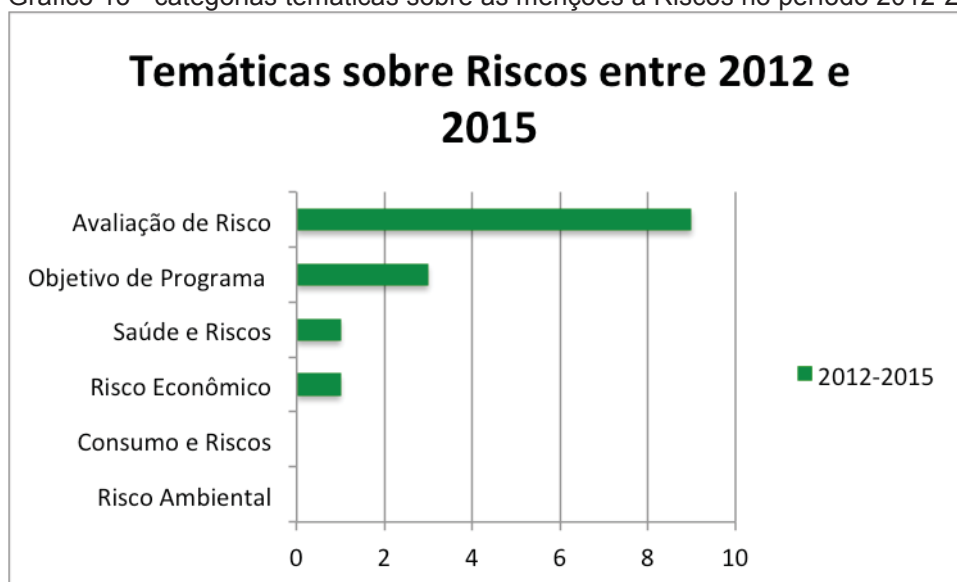
---

<sup>110</sup> Por não ser assinado pelo MCTI, este estudo não entrou na análise retórica quantitativa, mas o seu tardio lançamento, principalmente em relação às sugestões para abordagem de risco no início da política e somando-se à referência a outros estudos como estes no documento da IBN, demonstra a falta de sincronia de ações em torno da política. Por outro lado, há uma tentativa da IBN em acoplar o que vinha sendo feito por demanda do MDIC em termos de abordagem de riscos e regulação. Outro motivo para este documento não entrar na análise quantitativa é que se trata de um estudo prospectivo e explicativo sobre os desafios dos riscos e regulação da nanotecnologia, com forte ênfase no contexto global, sem conexão direta com a política nacional de NT.

#### 7.5.4 Análise quantitativa sobre Riscos no período 2012-2015

Durante os anos 2012-2015, Riscos, com 14 referências, apresentou-as em três categorias temáticas. A de maior ocorrência foi a categoria Avaliação de Risco em nove menções. Interessa notar, sob o ponto de vista da retórica, que emerge em segundo lugar em ocorrências a categoria Objetivo de Programa de Governo com três menções. Embora não seja número expressivo, é quando a política finalmente coloca a questão de riscos com alguma prioridade na meta do governo. Os últimos temas que constaram foram Risco Econômico e Saúde e Riscos, cada um com apenas uma ocorrência.

Gráfico 13 - categorias temáticas sobre as menções a Riscos no período 2012-2015



Fonte: Autora, a partir do exame de documentos (2019).

Sobre a categoria Avaliação de Riscos, esta é marcante principalmente pela entrada do Brasil no projeto de regulação de nanotecnologia da União Europeia. Assim, a categoria, em 2012, apareceu em duas menções no *Caderno de divulgação do SisNANO*, em que as pesquisas e atividades dos laboratórios do sistema contribuíram para avaliação e controle de riscos. A primeira menção era:

Gerenciamento de Riscos Ambientais e Resíduos. Visão de Futuro: transferir operações, tratamento e processamento para o leito do oceano (subtítulo). (...) Nanomateriais visando desde a proteção de dutos e tubulações contra corrosão; (...) Proteções superficiais de alto desempenho para tubos e conexões; (...) Nanossensores para controle de processos; (...)" (SISNANO, Petróleo e Gás-Desafios, 2012, p. 22).

A segunda destacava a “Nanotecnologia para controle de riscos sanitários e ambientais; (...)” (SISNANO, Meio Ambiente/Amazônia-Desafios-Soluções em Nanotecnologia e Impactos Econômicos e Sociais-Tratamento de poluição, efluentes e mitigação de problemas ambientais. Tratamento de água, 2012, p. 19). Em 2014, a temática foi composta por cinco menções no material de apresentação do NanoReg, um material de comunicação do MCTI. Em 2015, no acordo de assinatura do projeto de regulação verificam-se duas menções.

Já a categoria Objetivo de Programa obedeceu um caráter lógico na política, constando em três menções no documento oficial da IBN. Propunha, na primeira citação, uma perspectiva sobre a divulgação e a educação da sociedade sobre os riscos a ser incorporada no programa de governo de forma responsável. Além disso, na segunda e na terceira citação projetava o controle dos riscos sanitários e ambientais para não repetir os problemas enfrentados por “tecnologias desenvolvidas no século passado” (IBN, 2012) a considerar o ciclo de vida dos nanomateriais; e estipulava para seleção final de setores prioritários a mensuração dos “riscos ao homem e ao ambiente” (IBN, 2012). Embora não seja a categoria com mais referências, o risco e a sua avaliação são dimensionados enquanto critérios de seleção a serem considerados na categorização sobre Objetivo de Programa da IBN, conforme se observa nas três referências visando, finalmente, um planejamento para a governança de risco: “A divulgação e a educação da sociedade com relação aos benefícios e aos riscos presentes na nanotecnologia devem ser incorporadas em um programa que compartilhe responsabilidades entre os vários atores” (IBN, 2012); “(...) o desenvolvimento sustentável das nanotecnologias dependerá do desenvolvimento da habilidade de controlar riscos sanitários e ambientais (...)” (IBN, 2012); e cita “critérios para a seleção final dos setores prioritários para a nanotecnologia brasileira, considerando (...) riscos ao homem e ao meio ambiente” (IBN, 2012).

Ainda no que tange a Riscos, a categoria Risco Econômico tem uma menção no documento da IBN, cujo caráter é aplicado a produtos nanotecnológicos que diminuam riscos: “(...) tecidos que reduzem o risco pessoal e aumentam a segurança (...)” (IBN, 2012). Nesse sentido, um viés de planejamento de governança visa, prioritariamente, “aplicações de maior interesse industrial” (IBN, 2012). O viés supracitado se confirma enquanto meramente econômico, a considerar que nessa altura da política aparecem de forma irrelevante questões de rotulagem relacionadas

à categoria de Consumo e Riscos, por exemplo. Ressalta-se que a rotulagem tem, também, o papel de informar o público consumidor do mercado e, por isso, embute potencial retórico alto para abordagem e, mesmo assim, não houve praticamente nenhum discurso. Já quando Saúde e Riscos surgiu, em uma ocorrência, foi no *Caderno de Divulgação do SisNANO*, e colocava esta dimensão na perspectiva de “desafio”: “Produção de efeitos colaterais e da necessidade de ingestão frequente de medicamentos: “Redução dos efeitos terapêuticos com menor risco; (...)”(SISNANO, Saúde-Desafios-Soluções em Nanotecnologia e Impactos Econômicos e Sociais-Medicamentos mais eficientes e com menos efeitos colaterais, 2012, p.16)

A categoria Consumo e Riscos não recebeu nenhuma menção, tampouco Risco Ambiental. Ainda assim, em relação ao período anterior, os indicadores temáticos sobre Riscos subiram, exceto os que não pontuaram e se mantiveram estáveis.

Feita a análise retórica das temáticas relevantes e nos documentos sobre os descritores, na subseção em continuidade algumas considerações fecham a apresentação período a período da política de NT brasileira.

### **7.5.5 Considerações sobre o período 2012-2015**

Este período teve um último impulso orçamentário focalizado na política, porém sumamente breve. No entanto, esteve bem longe de chegar aos patamares de investimentos públicos observados na vigência do PPA 2004-2007.

A retórica apresentou um volume maior em conceitos caros para a Inovação, em relação aos períodos anteriores: Foco de Estímulo, Interação e Rede de Pesquisa; mas com uma contradição. A retórica na temática Pesquisa com Empresa diminuiu se comparada com a dos dois momentos de antes. Critérios que pudessem inferir RRI também não apareceram, com Responsabilidade não pontuando, assim como 2008-2011. Conclui-se, ao longo destes quatro anos, que a meta de articular pesquisa, desenvolvimento e inovação na área foi a tônica dos registros retóricos nos documentos. A política demonstrou o esforço em conectar a pesquisa produzida em universidades e centros de pesquisa à produção com empresas e a indústria. Retoricamente, as categorias Atividade de Nanotecnologia e Foco de Estímulo foram as mais recorrentes. O que demonstra que, para a produção de nanotecnologia,

buscou-se estimular um ciclo de inovação mais completo no desenvolvimento na proposição de interação com as empresas a partir da P&D. Essa estratégia foi relevada na IBN e no caráter multiusuário dos laboratórios do SisNANO, que previam uma taxa de utilização pelas empresas. A categoria Interação, a terceira mais recorrente, também dimensiona isto. No entanto, por outro lado, a política continuou ainda muito atrelada ao estímulo de pesquisa no que se refere também à infraestrutura científica e formação de recursos humanos para o sistema acadêmico, quer seja, em criar e estruturar aspectos básicos para a produção de nanociência. Isto desconectou a política do âmbito global retoricamente, a considerar que em países desenvolvidos isto é etapa superada. As categorias que destacam a retórica sobre Competitividade e Cooperação Global e a Responsabilidade são as menos recorrentes, demonstrando pouca prioridade sobre tais elementos nessa altura do desenvolvimento da política.

Ao considerar o contexto tardio em que a política de nanotecnologia brasileira se voltou para a implementação de algumas medidas de avaliação de riscos e pesquisa regulatória, a Regulação emergiu neste período como grande destaque. Todos os indicadores cresceram e dois se mantiveram estáveis em relação ao período anterior. Obedecendo à lógica da implementação política, com pesquisa e acordo pró regulação, as categorias temáticas de Regulação de Nanotecnologia e Regulamentação Global manifestaram explicitamente esse novo momento da política pública, mesmo que estas ações não tenham redundado em nenhuma medida mandatória, capaz de repercutir no mercado.

Sobre Riscos, no que tange a categorias Risco Econômico e Consumo e Riscos, duas categorias de repercussão direta no mercado, houve lacunas na previsão sobre rotulagem de produtos. A pesquisa aplicada sobre riscos, quando mencionada na retórica dos documentos da política, não citou o alcance das ações para abordar os desafios a exemplo da controvérsia sobre a falta de dados sobre os perigos da nanotecnologia. Sobre os PLs, citou em 2005, menção à Rotulagem no *Relatório de Gestão – Exercício de 2015 - MCTI – CGNT*.

Destarte as ações sobre riscos e impactos na política terem sido fragmentárias, verifica-se que neste período as duas ações que implementaram efetivamente uma abordagem de risco, quer seja, o lançamento das redes de nanotoxicologia e nanoinstrumentação e a entrada do Brasil no NaNoREG, produziram uma retórica mais consistente. Isto constou nos objetivos da IBN e em

metas que possibilitaram a visibilidade discursiva nos documentos da avaliação de riscos e de um propósito de desenvolvimento sustentável e responsável – embora este viés jamais tenha sido explicitamente mencionado na retórica. Por isso, essas ações foram bastante limitadas no discurso retórico e pouco aprofundadas no direcionamento para implementação em convergência com agências reguladoras. Ressalta-se que neste período ocorriam debates em alguns meios científicos e políticos dos projetos de lei sobre nanotecnologia em tramitação no Congresso.

Sobre Impactos ELSI, especificamente, os indicadores demonstram alguma prioridade retórica, mas assim como em Riscos, tais números se revelaram “falsos positivos”, uma vez que medidas concretas para estes eixos foram raras na maior parte da política. Para aspectos ELSI e impactos, a concretude da abordagem da implementação política foi ainda mais frágil, se comparada a riscos, mesmo que a retórica tenha apresentado saliências em favor dos primeiros.

O documento da IBN apresentou, pela primeira vez na política, o instituto da “governança” como instrumento de implementação no discurso retórico do plano (IBN, 2012), com a justificativa “da importância da nanotecnologia como uma plataforma tecnológica para a inovação de produtos, processos e serviços” que “tem ampliado o número de atores públicos e privados”. Outra mudança foi que Impactos foram apresentados enquanto “objetivos estratégicos” (IBN, 2012).

No próximo subcapítulo, a discussão realiza um comparativo entre os descritores e as categorias temáticas.

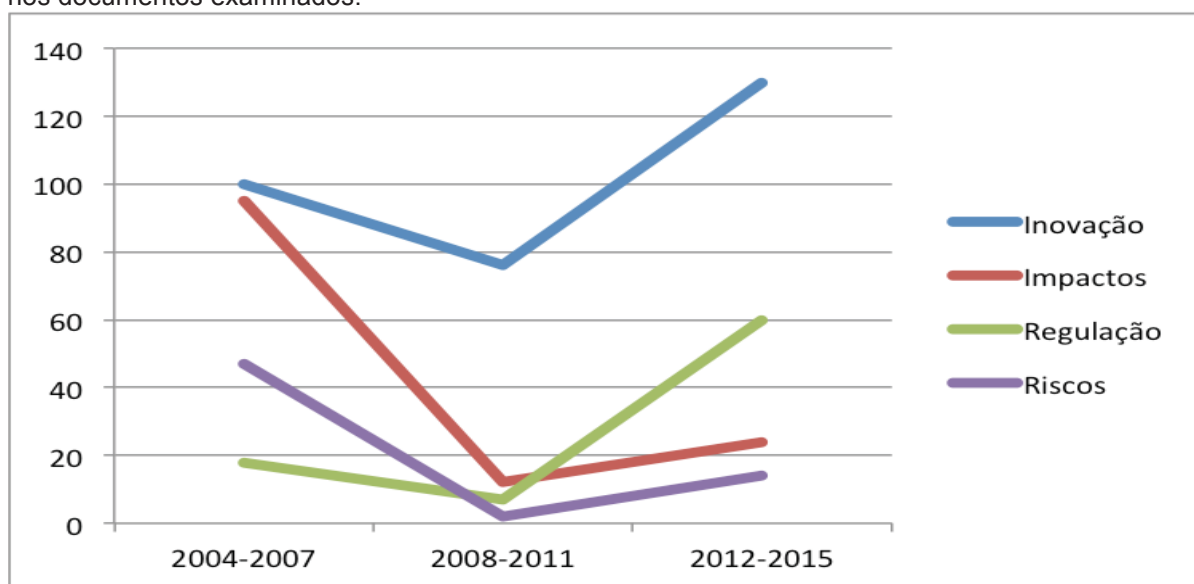
## 7.6 COMPARATIVO DOS DESCRITORES E DAS CATEGORIAS TEMÁTICAS

Os descritores da política analisados que se referem à Inovação, Impactos, Riscos e Regulação demonstraram a oscilação de prioridade retórica a partir dos documentos sobre a política. Foram categorizados tematicamente 573 trechos sobre a política, que revelaram argumentos e posições sobre os eixos de análise.

O período que teve mais argumentos na série analisada se refere ao PPA 2004-2007, com 260 argumentos. Isto se deve, em parte, ao maior número de documentos encontrados para análise nesta fase, sendo 17 peças examinadas. Entre 2008-2011, com 13 documentos verificados, a considerar que se referiu a um período de meio da política e de maior inclinação à interação, os descritores obtiveram apenas 97 menções. Nota-se que a interação, que poderia representar o

avanço mais robusto da política no ciclo da inovação da nanotecnologia, se concretizou apenas em uma busca por maior contato com o setor produtivo, a exemplo dos editais ICTS-Empresa, mas foi um período de queda constante de orçamento e nas menções aos eixos analisados. No período referente ao PPA 2012-2015, as ocorrências voltaram a crescer, mas não com a mesma força do primeiro período, apresentando 216 ocorrências gerais mesmo com apenas 08 documentos analisados. O Gráfico 14 demonstra a densidade da retórica sobre os quatro eixos temáticos analisados entre os três PPAs.

Gráfico 14 - Comparativo das menções sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos por período nos documentos examinados.



Fonte: Autora (2019).

Quanto ao primeiro período, o número elevado de menções se explica pelos documentos iniciais de prospecção e planejamento da política, além da necessidade de justificar a política, afinal estava se criando uma nova área que tomaria recursos públicos da fonte do então MCT. Ainda, consultas para agendamento e implementação tinham o intuito de serem mais participativas e captar a opinião de atores diferenciados sobre os planos relacionados à nanotecnologia no Brasil. O documento do GT da proposta do PDNN para o PPA 2004-2007 explicita a concepção da política por um grupo de nanocientistas, em que a inovação sob o viés primordialmente produtivo é foco de objetivos, justificativas e argumentos que legitimam essa prioridade já na formulação política.

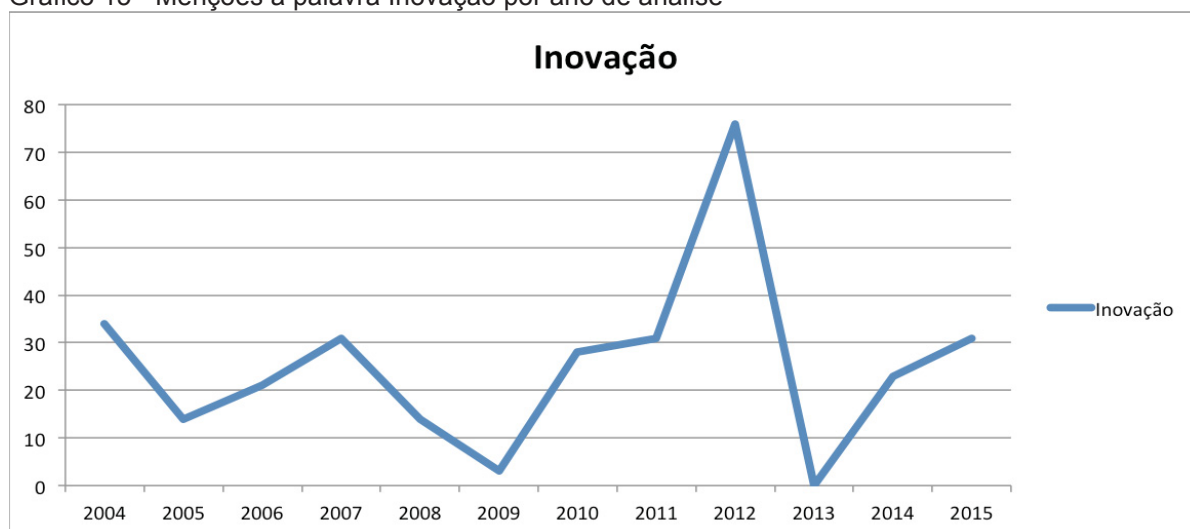
O período 2008-2011 aprofundou a pouca prioridade para a retórica sobre os pontos principais, resultante da fragilização da política evidenciada na queda do

orçamento a ela alocado. Isto se comprova, inclusive, na tentativa de aprovação de um plano de comunicação para a política, objetivo que não se concretizou, conforme afirmando por *policymaker* da área de física (ENTREVISTADO 3, 2017). Ademais, o período é repleto de relatórios de gestão, demonstrando uma retórica burocrática da política que refletiu a prestação de contas sobre os fomentos e apoios para que a nanociência se transformasse em aplicações. Correspondeu, portanto, a um período de implementação da política, que buscou alavancar processos interativos do desenvolvimento da nanotecnologia como inovação, isto é, promover a relação entre pesquisa e empresas.

O período de vigência do PPA 2012-2015 voltou a apresentar uma alta na discussão retórica da política sobre Inovação, Impactos, Regulação e Riscos. O destaque, registrados os movimentos dos PLs e em que pese estes não terem suscitado menções nos documentos diretamente estruturantes da política e, principalmente, a entrada no projeto NanoREG, foi a Regulação. Esse pilar apresentava lacuna de implementação, além de frágil formulação sobre regulação e riscos EHS nos períodos anteriores. De uma quase ausência de retórica, a Regulação deu um salto discursivo nos documentos oficiais nesta fase e apresentou expressão nas categorias de Regulação de Nanotecnologia e de Regulamentação Global demonstrando, finalmente, alguma ligação da política com a discussão e ações visando uma possível harmonização regulatória. Porém, a integração das Agências Reguladoras na retórica, embora as menções tenham aumentando, ainda permaneceu sem muita evidência na política. Isso ocorreu mesmo num período chave para a inserção destas na implementação, com apenas três menções entre 2012 e 2015.

Especificamente sobre Inovação, lembrando que esta foi posta como preferência maior da política de nanotecnologia no Brasil, verificou-se que isto resultou em maior número de citações entre os termos pesquisados. Sobressaiu-se quantitativamente na análise dos documentos durante os três períodos, evidenciando na retórica bastante estabilidade como objetivo central da política. Entre 2012-2015, se concretizou o período em que se verificou o maior número de ocorrências sobre inovação, com 118 referências. O PPA 2004-2007 teve 100 e o PPA 2008-2011 apresentou 76 ocorrências, conforme demonstrado no Gráfico 15, ano a ano.

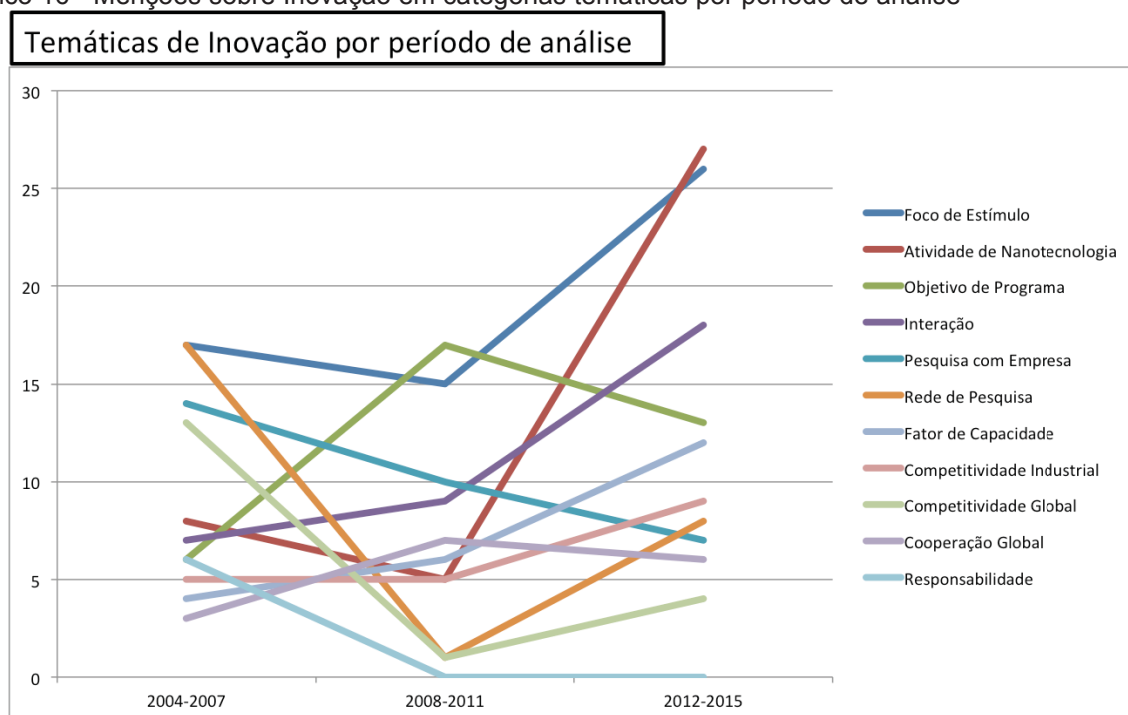
Gráfico 15 - Menções à palavra Inovação por ano de análise



Fonte: Autora (2019).

Contudo, a partir da análise das categorias, verifica-se que os temas que se destacaram sobre Inovação, em cada um dos três períodos, tiveram variações. A maior diferença está em Atividade de Nanotecnologia que, entre 2012-2015, tem um crescimento substancial, ficando na frente de Foco de Estímulo, conforme o Gráfico 16.

Gráfico 16 - Menções sobre Inovação em categorias temáticas por período de análise

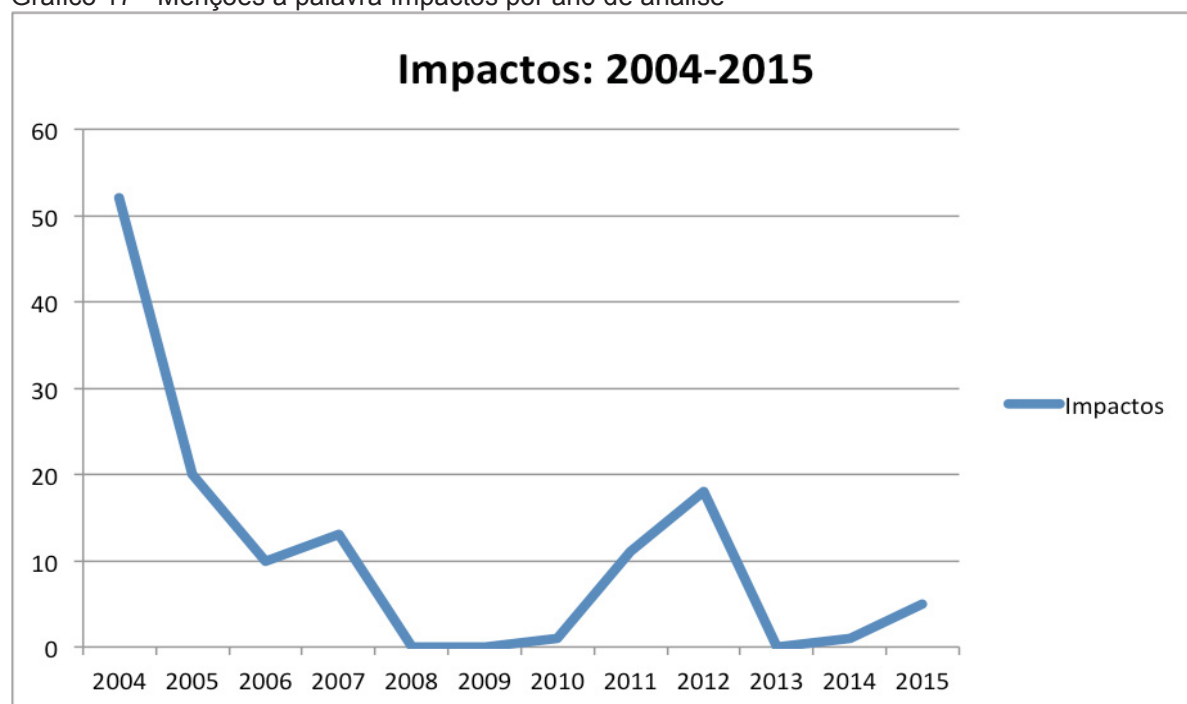


Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

A categorização de Inovação revelou como a retórica dos documentos dimensionou quantitativamente trechos que demonstram a racionalidade da política sobre este tema prioritário. Considerando-se toda a série sob estudo, a Inovação na categoria Foco de Estímulo sobressaiu com 18,7% das ocorrências, seguida por Atividade de Nanotecnologia, com 12,92%; Objetivo de Programa, com 11,9%; Interação, com 10,88%; Pesquisa com Empresas, com 9,86%; Rede de Pesquisa, com 8,5%; Fator de Capacidade, com 7,48%; Competitividade Industrial, com 6,12% e Competitividade Global, com 6,12%; Cooperação Global, com 5,44%; e Responsabilidade, com 2,04%.

Já sobre Impactos, a maior concentração das alusões ocorreu durante o período do PPA 2004-2007. Neste período, foram 102 ocorrências, o seguinte caiu para 12 e no seguinte 24, conforme sintetiza o Gráfico 17 sobre cada ano de análise.

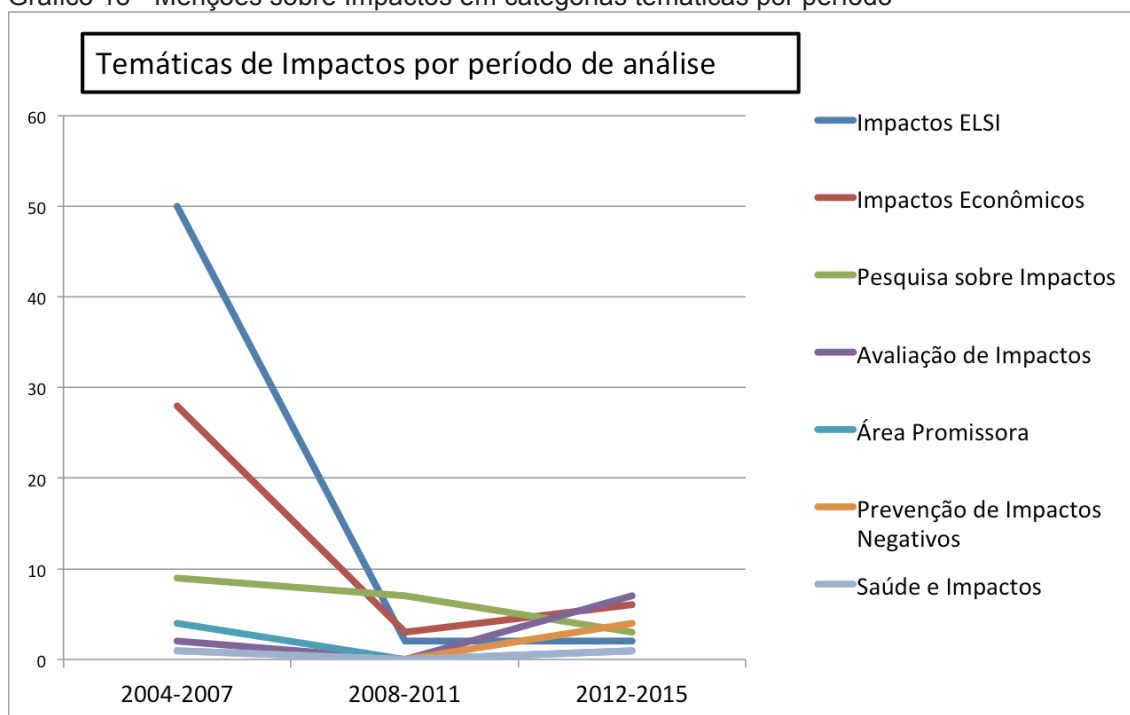
Gráfico 17 - Menções à palavra Impactos por ano de análise



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Nesse íterim, destacaram-se as categorias Impactos ELSI, sob efeito dos estudos prospectivos e consultas, e Impactos Econômicos, conforme aponta o Gráfico 18.

Gráfico 18 - Menções sobre Impactos em categorias temáticas por período

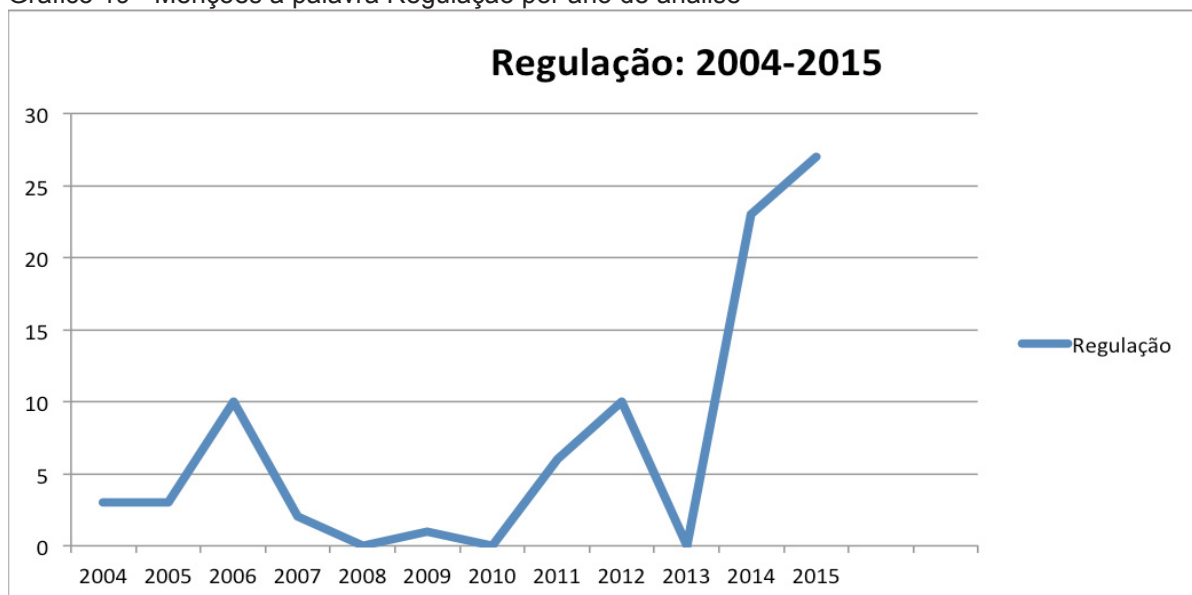


Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Quando abordou Impactos, a política apresentou a maior tendência no descritor aos aspectos dos Impactos ELSI, com 41,22% das ocorrências, e Impactos Econômicos, com 28,24%. Destaca-se que os aspectos ELSI propriamente ditos tiveram, ao longo da política, tratamento frágil, desaparecendo após o período inicial, com retomada em alguma medida na IBN, com outros nomes tais quais prevenção e saúde, por exemplo. Ambas categorias estiveram concentradas no PPA de 2004-2007. As demais temáticas tiveram, totalizando a série, Pesquisa sobre Impactos com 14,50%, Avaliação de Impactos com 6,87%, Área Promissora e Prevenção de Impactos Negativos ambas com 3,81%, e Saúde e Impactos com 1,52%. Ressalta-se que “prevenção” se torna uma categoria de Impactos, e em muitos casos dimensiona em alguma medida questões ELSI.

No que tange a Regulação, como um tema de emergência tardio na agenda e governança da política de nanotecnologia no Brasil, este teve um ritmo lento em relação às discussões e negociações em nível global sobre a necessidade (ou não) de uma regulação mandatória. No PPA 2004-2007, verificaram-se 18 menções, no 2008-2011 o menor patamar, com sete, e entre 2012 e 2015 o abrupto aumento para 60 menções. No Gráfico 19 verificam tais movimentos ano a ano entre os três PPAs.

Gráfico 19 - Menções à palavra Regulação por ano de análise

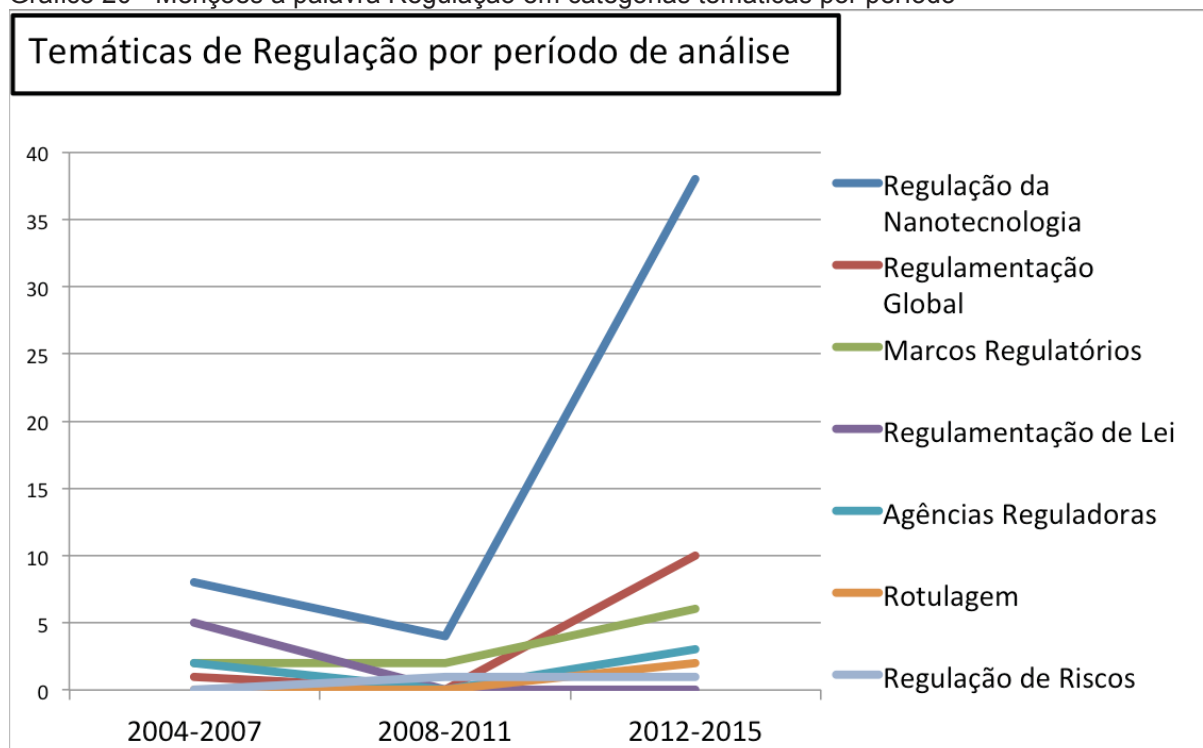


Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

No país, os primeiros movimentos sobre o assunto só aparecem retoricamente em 2007, no contexto da intensificação da discussão internacional sobre regulação, especialmente na Europa. Estes ocorreram no âmbito do PDP, no estudo da ABDI, vinculada ao MDIC, *Estudo Prospectivo: Nanotecnologia 2008-2025* (ABDI, 2007) e com a instalação do Fórum de Competitividade, em 2009. Essas ações, estudos e relatórios, a exemplo dos Diálogos Setoriais sobre Nanotecnologia (2014a), foram realizados pela ABDI em colaboração com o MCTI. A coordenação geral era do MDIC, indicando uma preocupação sobre os efeitos da regulação quanto à comercialização de produtos com nanotecnologia no mercado mundial. Também desses movimentos resultou a aderência do Brasil ao NANoREG, apresentado como projeto de pesquisa para “regulamentação em nanotecnologia proposto pela União Europeia”, cujos objetivos eram “disponibilizar aos legisladores um conjunto de ferramentas para avaliação de riscos (...)”, “desenvolver, a longo prazo, novas estratégias de ensaio, adaptadas a um elevado número de nanomateriais em que muitos fatores podem ter impacto sobre o meio ambiente e a saúde” e “estabelecer uma estreita colaboração entre governos e indústria no que diz respeito ao conhecimento necessário para a gestão adequada dos riscos (...)” (MCTI, 2014c). Portanto, o projeto visava, na sua primeira fase, o desenvolvimento de ciência regulatória e, na segunda, a transferência de informação relevante para as agências reguladoras.

O período 2004-2007 teve 18 menções sobre Regulação. Dessa forma, poder-se-ia argumentar que a política do Brasil seguiria a precaução dimensionada nos designs das primeiras iniciativas políticas para N&N estadunidense e europeia. No entanto, conforme demonstramos, esses enfoques não foram conectados em uma governança de riscos visando a regulação, como se observa também retoricamente no momento seguinte. O período 2008-2011 abordou a regulação em apenas sete menções. Por outro lado, no período correspondente ao PPA 2012-2015, uma governança visando a regulação e os riscos emerge de forma considerável tendo visibilidade na retórica da política, como se verifica no Gráfico 20.

Gráfico 20 - Menções à palavra Regulação em categorias temáticas por período



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

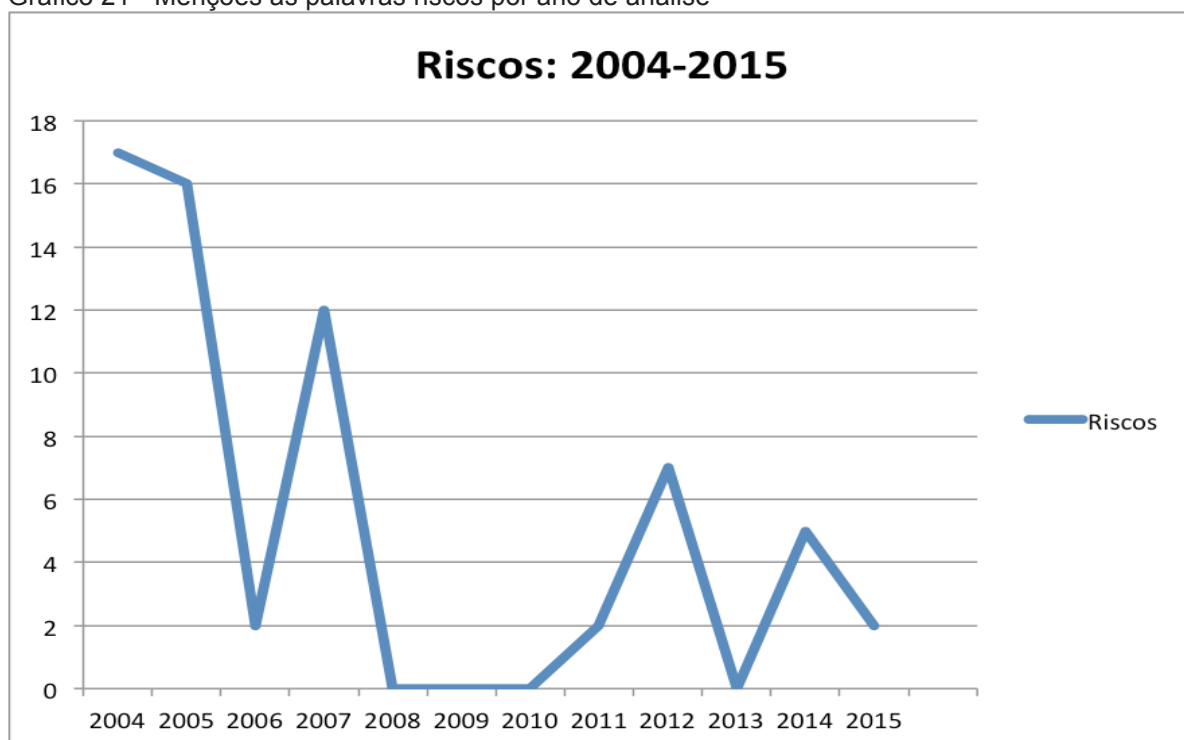
Nas categorias, verifica-se que, sobre Regulação, as mais expressivas foram Regulação de Nanotecnologia e Regulamentação Global, mas ambas com crescimento significativo somente no período do PPA 2012-2015. Por outro lado, o PPA 2004-2007 apresentou, embora em pequenas medidas, mais variedade temática, embora Regulação de Riscos e Rotulagem não tenham obtido pontuação em todas as categorias. Destaque para as duas principais categorias neste período: Regulação de Nanotecnologia e Regulamentação Global. Já no PPA 2008-2011, a

Regulação foi abordada em escassa medida, com ausência de menções em quatro categorias de um total de sete.

Quando abordou Regulação, a política apresentou como tendência do descritor aliar este ao aspecto da Regulação da Nanotecnologia, com esta categoria presente em 59% das ocorrências. De uma forma muito menos frequente, mas ainda assim em sequência à retórica da regulamentação no país, a política mencionou a Regulamentação Global em 13%. Esses dois percentuais diferentes, mas expressivos, nota-se, se referem em grande parte ao período de 2012-2015 da IBN. A categoria Marcos Regulatórios obteve 12%, seguida de Regulamentação de Lei, com 6%, Regulação de Riscos, com 2%, e Agências Reguladoras, com 6%. A categoria Rotulagem teve 2%.

No que se refere ao tratamento de Riscos, observa-se que a retórica da política, ao não se restringir e focar na abordagem desse termo relacionado diretamente às questões EHS direcionou o conceito de risco (e também de Impactos, como vimos) para questões econômicas e não referiu explicitamente os riscos de saúde, meio ambiente e segurança. Durante a vigência do PPA 2004-2007, a análise quantitativa da retórica evidenciou 47 referências aos Riscos. No período seguinte, entre 2008 e 2011, o eixo de análise sobre riscos obteve apenas duas ocorrências. Entre 2012 e 2015 foram 14 ocorrências sobre Riscos, conforme demonstra o Gráfico 21.

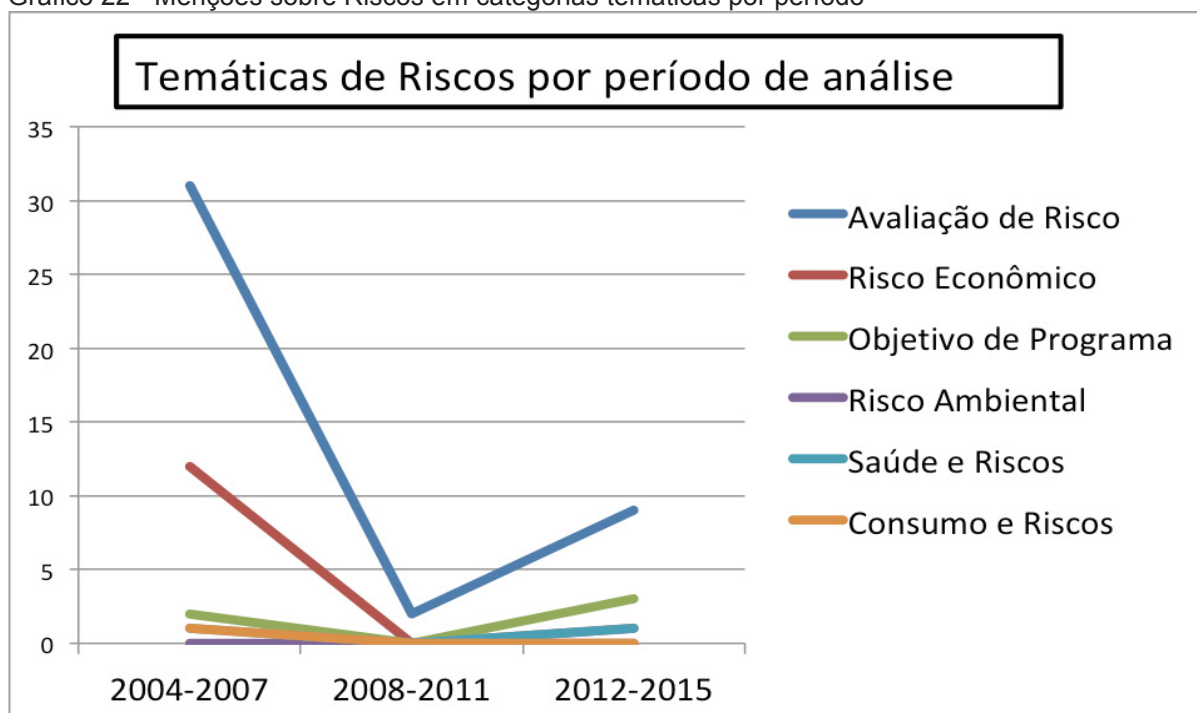
Gráfico 21 - Menções às palavras riscos por ano de análise



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

A partir das categorias, verifica-se que os temas que se destacaram sobre riscos, em cada um dos períodos de implementação dos três PPAs, tiveram uma distribuição irregular ao longo da política de nanotecnologia do Brasil, incluindo momentos de total silenciamento do assunto, como se observa no afunilamento entre 2008 e 2011. A concentração retórica sobre esses temas ocorreu no início da política, durante a vigência do PPA 2004-2007, como demonstra o Gráfico 22.

Gráfico 22 - Menções sobre Riscos em categorias temáticas por período



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

A categorização sobre Riscos demonstra uma retórica nos documentos que mencionou várias vezes a Avaliação de Risco no início da implementação da política de NT. Mas isto não se concretizou em questões correlacionadas com a precaução e o desenvolvimento responsável. Também não engendrou uma gestão dos riscos numa governança mais articulada sequentemente.

O indicador a partir da categoria Avaliação de Risco tratou-se, portanto, de outro “falso positivo” no início da política composto por menções de formulário da consulta NanoDelphi, em 2005. Não representou neste ano medidas ou planos concretos para o período. Isto se comprova no relatório de *Gestão do Exercício de 2007 da Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias (CGNT)*, que observa que a avaliação de risco foi uma prioridade explicitamente não assumida pela política de nanotecnologia. Este relatório registra o cancelamento do lançamento de edital de avaliação de riscos, conforme menciona: “Por razão desconhecida desta CGNT, o lançamento do Edital para apoiar avaliação de possíveis riscos decorrentes da nanotecnologia não foi autorizado” (MCT, 2008, p. 12). O documento refere que a justificativa apresentada foi que “os recursos foram direcionados para apoiar as redes de nanotecnologia” (Idem.). Pode-se aferir que isto reflete a falta de consenso na formulação da política em incluir o tema no rol da pesquisa. Possivelmente o temor a um choque com os objetivos da inovação e comercialização indique a maior

prioridade para interesses sumamente econômicos da política. Vale lembrar que havia neste contexto inicial da política o posicionamento de várias ONGs ambientalistas a exemplo do Greenpeace que denunciavam as controvérsias sobre os riscos à saúde e ambientais de alguns nanomateriais e algumas demandando medidas mais duras, inclusive, de moratórias sobre comercialização destes (INVERNIZZI; FOLADORI, 2013).

Em 2004, estudos que basearam a formulação política tiveram duas direções retóricas. Uma foram os argumentos desprezados de um ator específico da consulta NanoDelphi alertando para os riscos econômicos do desenvolvimento da nanotecnologia sem precaução ampla, conforme o *Relatório sobre consulta pública ao documento elaborado pelo GT de Nanotecnologia*. Este ator mencionou os “riscos para o sistema econômico e social” e os “riscos para a base do poder político e financeiro” (MCT, 2004, p. 10). A outra direção destaca o aspecto meramente econômico do capital de risco de *start-ups*, enfocando exemplos de países que investiram fundos para desenvolvimento de empresas de risco, sem distinguir sequer o desperdício público gerado por capitais destinados a empresas sem retorno. Especificamente para a política brasileira, o *Relatório de Gestão: Exercício 2007* cita, entre as diretrizes para fortalecer o *Programa de Nanotecnologia*, o objetivo de “aumentar o capital de risco – BNDES, CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e FINEP” (MCT, 2008, p. 9). Ressaltava a intenção de utilizar os fundos destes entes públicos para financiar empresas de risco. Neste sentido, verifica-se o enfoque da inovação atrelada ao aspecto econômico e não precautório ou de inovação responsável.

Assim demonstrado, a categoria Avaliação de Risco sobressaiu com 66,66%, seguida de Risco Econômico, com 20,63%; Objetivo de Programa, com 7,93%; Saúde e Riscos, com 3%; e Consumo e Riscos teve 1,58%. Risco Ambiental, uma categoria chave sobre Riscos, não obteve retórica nos documentos analisados.

Dessa forma, reitera-se que no início da política brasileira (2004-2007) houve menções retóricas sobre a pertinência de contemplar no escopo do programa de governo questões relacionadas aos Riscos EHS nas consultas de opinião que visavam um caráter mais participativo na formulação da política. No entanto, isto não se concretizou em objetivos na formulação política oficial e em medidas reais de implementação no patamar em que outras prioridades da política foram desenvolvidas. O que se confirmou também em contradições e silenciamento na

retórica dos documentos. Sugestões sobre abordagem de riscos e impactos não foram utilizadas posteriormente, ficando meramente citadas como opiniões no início da política e com chamadas de pesquisa sobre riscos e impactos limitadas em relação a outros temas voltados para as ciências duras e o objetivo da inovação para o setor produtivo sem enfoque precautório.

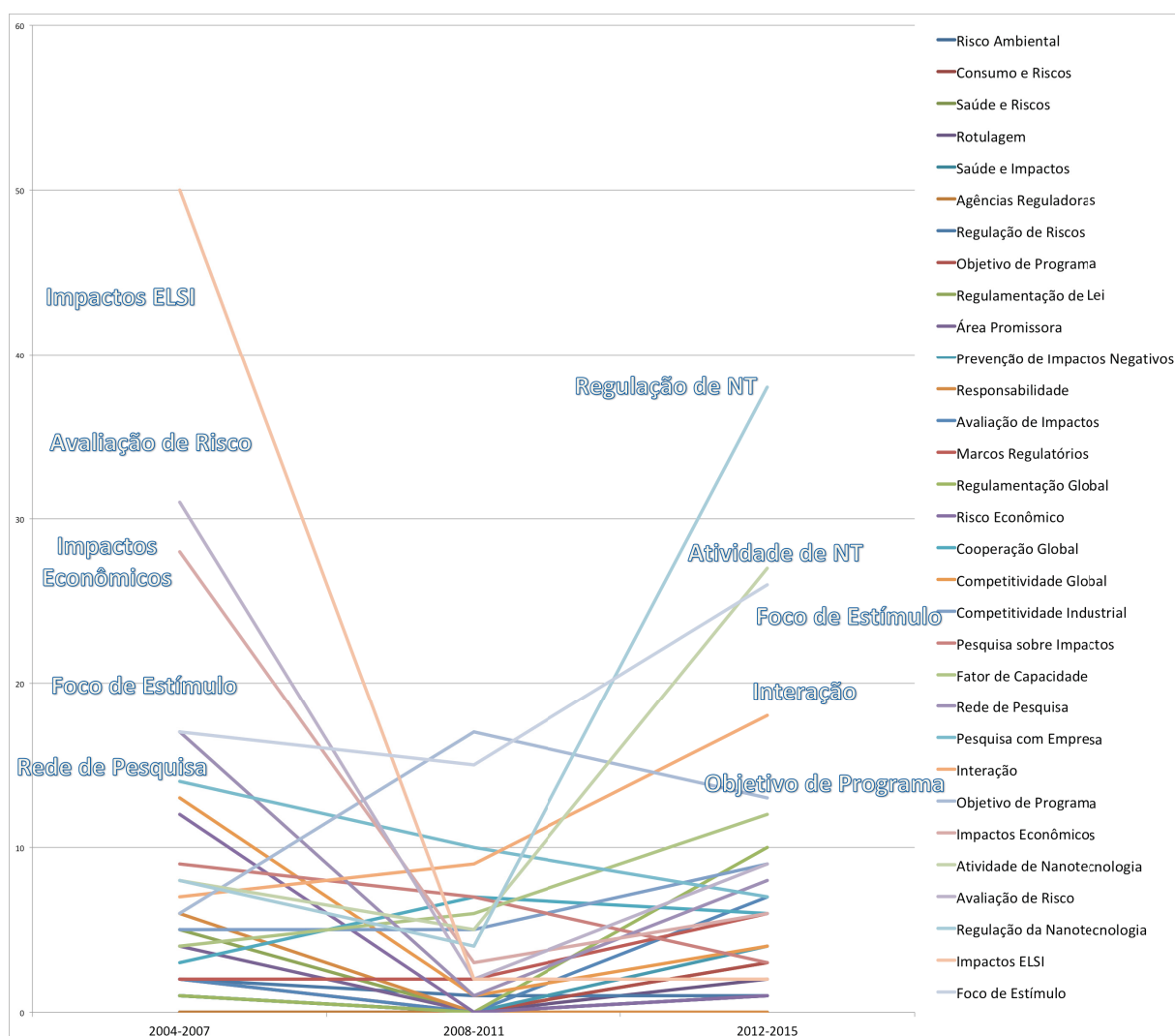
Entre 2008 e 2011, anos centrais de análise, verificou-se retoricamente a ausência de uma abordagem mais responsável, mesmo que tenha havido a intenção de realizá-la, segundo entrevistado líder na governança (ENTREVISTADO 3, 2017). Foi cogitado um plano de comunicação desta política importante no país sobre uma emergente tecnologia. No entanto, as restrições orçamentárias justificaram a falta de abordagens mais completas na implementação. Além disso, a queda nas menções a muitos temas refletiu a queda orçamentária, embora nem sempre isto seja necessariamente definidor para a decadência de uma política pública. Nesse ínterim, o Comitê Consultivo de Nanotecnologia foi criado e respondeu, em alguma medida, às lacunas assinaladas. Foi nesse espaço que alguns conselheiros se manifestaram a favor de abordagens precautórias e por medidas que visassem a regulação como necessárias à comercialização e, por isso, a pesquisa regulatória recebeu atenção (ENTREVISTADO 2, 2016). Contudo, o espaço não foi capaz de agregar outros elementos levantados nas pesquisas de opinião que antecipassem ou diminuíssem o atraso na abordagem de riscos e impactos.

O esforço da governança geral da política para acoplar uma governança de riscos, verificado iniciado com o lançamento das redes de nanotoxicologia em 2011, buscou se consolidar com a IBN, em 2012. A iniciativa, por sua vez, foi uma ação na série da política mais coordenada, prevendo objetivos diretos para abordar Riscos, Impactos e Regulação. O destaque no âmbito da IBN foi a adesão do Brasil ao projeto de regulação da União Europeia. Porém, apesar dos esforços dos laboratórios para cumprir com a pesquisa a eles encomendada, buscando inclusive fontes alternativas de recursos, os cortes orçamentários desestruturaram o andamento da política. Isto dificultou a implementação completa e a visibilidade destas medidas na prática. Como um último impulso orçamentário, a iniciativa continha o CIN, o comitê composto por representantes dos ministérios e agências reguladoras, e atores da sociedade civil que deveriam formar um conjunto de aconselhamento responsivo e abrangente. O que não chegou a ter impactos significativos, visto que, pelas mesmas razões orçamentárias, foram poucas as

reuniões efetivadas. A transversalidade da política almejada, visando alcançar diversas áreas como agricultura, ambiente, trabalho, saúde, consumo, etc., por meio da representação dos diversos ministérios e agências, não foi atingida em virtude da descontinuidade desse foro.

Por fim, observando, em comparação, todas as temáticas da política sobre os quatro descritores, percebe-se que o *input* retórico maior no início da política no PPA 2004-2007, a saber, sobre Impactos ELSI, tem, ao final do PPA 2012-2015 como correspondência e *output* retórico, a categoria Regulação da Nanotecnologia em maior presença. Reitera-se que o *input* teve tal efeito por atuação de um ator específico na consulta sobre a política, o que colocou este indicador em proeminência. Esta comparação permite afirmar que se no início da política o *input* retórico primordial foi sobre Impactos ELSI (Impactos), Avaliação de Riscos (Riscos), Impactos Econômicos (Impactos), Foco de Estímulo (Inovação) e Rede de Pesquisa (Inovação), a resposta tardia sobre tais implicações emergiu entre 2012-2015 na retórica sobre Regulação da Nanotecnologia (Regulação), Atividade de Nanotecnologia (Inovação), e a estabilidade de Foco de Estímulo (Inovação) entre as principais categorias temáticas. Houve queda notável de Impactos ELSI e Avaliação de Riscos no meio da política. Contudo, o demonstrativo redundou nas prioridades retóricas da política. Houve queda notável dos dois primeiros indicadores no meio da política, O Gráfico 23 demonstra estas e demais comparações, com destaque para as cinco categorias específicas em presença quantitativa expressiva, conforme legenda.

Gráfico 23 - Temáticas dos quatro descritores por PPA. Destaque para saliências quantitativas no primeiro e terceiros períodos da política



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Após a análise comparativa, a seguir são feitas as considerações gerais sobre este capítulo.

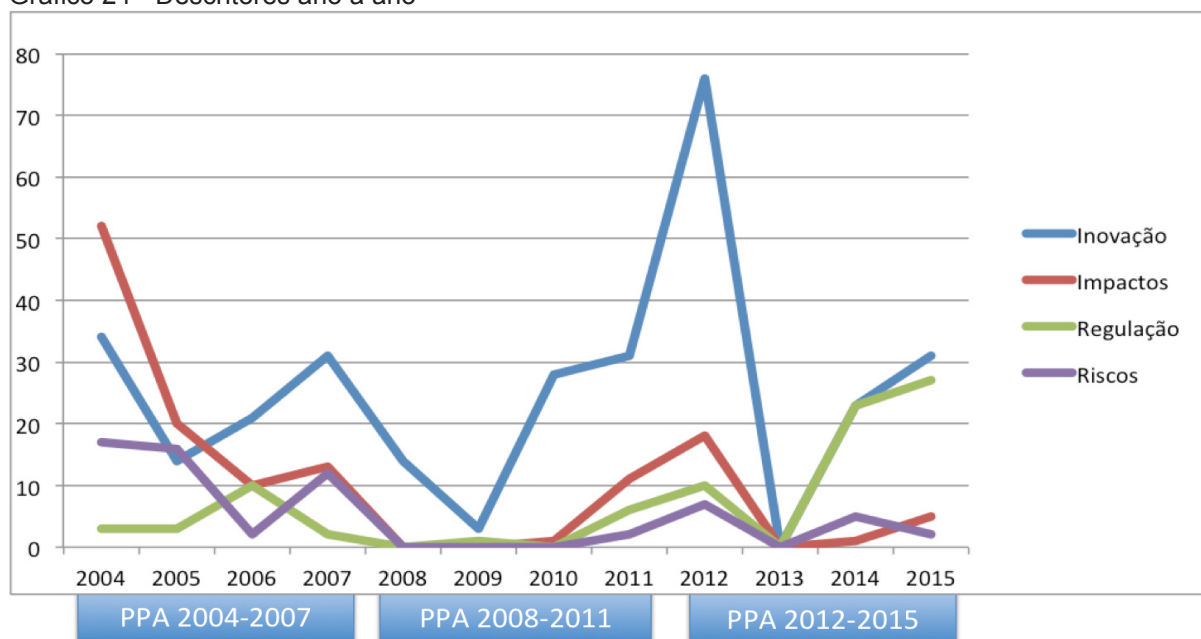
## 7.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo, foram apresentadas as prioridades retóricas da política de nanotecnologia no Brasil referentes aos períodos correspondentes à implementação de três PPAs (Planos Plurianuais), em uma série da política que se estende de 2004 a 2015. Verificamos que Inovação foi o tema prioritário no total de menções, se comparado a Impactos, Regulação e Riscos. A segunda prioridade retórica foi abordar Impactos, com um falso positivo sobre Impactos ELSI, oriundo de consultas de opinião no início da política, o que não se efetivou em implementações concretas,

e primordialmente a ênfase aos Impactos Econômicos, segunda categoria temática mais frequente de toda a série de documentos examinados. Riscos, como demonstrado, se tornou um assunto evitado ao longo da política e os destaques no início da política obedecem à mesma lógica de Impactos. Regulação, por sua vez, emergiu no final da política com impulso de relevância na retórica.

Em toda a série analisada, o percentual da retórica sobre Inovação foi de 51,3%, de Impactos foi 22,86%, Regulação foi de 14,83% e Riscos 10,99%. As médias de menções por documento entre 2004 e 2007 foram Inovação com 5,88; Impactos com 5,58; Regulação com 1,05; e Riscos com 2,76. Entre 2008 e 2011, foram Inovação com 5,84; Impactos com 0,92; Regulação com 0,53; e Riscos com 0,15. Entre 2012 e 2015 foram Inovação com 14,75; Impactos com 3; Regulação com 7,5; e Riscos com 1,75. Esses percentuais representam todos os períodos somados de cada um dos quatro eixos analisados. No Gráfico 24, observam-se os descritores nos três períodos desmembrados ano a ano.

Gráfico 24 - Descritores ano a ano



Fonte: Autora, a partir de documentos examinados (2019).

Ao longo da política nos três PPAs, o descritor de Inovação não teve crescimento contínuo, o que revela a oscilação retórica na sustentação do próprio objetivo central visando a inovação proporcionada pela nanotecnologia. Contudo, é o descritor mais estável, que tem presença mais contínua e significativa. O eixo de Impactos também oscilou, com patamares do primeiro período jamais retornados,

apresentando queda no segundo e algum aumento no terceiro. Isto evidencia uma governança limitada perceptível pela retórica sobre a nanotecnologia, que abordou questões relacionadas aos Impactos ELSI (éticos, legais e sociais) e Questões EHS (de meio ambiente, saúde e segurança) marginalmente. Quando mencionados, estes elementos foram mais focados em termos de formulação, ou seja, planejamento, do que propriamente implementação, seja em ações políticas via novos instrumentos, seja em termos de avaliação da tecnologia pelo instrumento das redes de pesquisa e cooperação.

Já Regulação foi o único eixo que cresceu, ainda que de forma descontínua, se comparados o primeiro e o terceiro períodos, dando um salto entre 2012 e 2015. Essa linha pareceu fortemente associada a estímulos externos. Isto se deveu especialmente pela adesão ao projeto europeu de pesquisa sobre ciência regulatória. Riscos aparece em último lugar com a menor prioridade. Houve decréscimo das menções do primeiro para o segundo período, com ligeira recuperação no terceiro.

Por fim, em conjunto, a análise demonstrou a permanência da Inovação como prioridade retórica e objetivo da política, mas com oscilação quantitativa ao longo dos anos e a Regulação emergindo entre 2012 e 2015. O surgimento enfático de Regulação demonstra, pela retórica, os reflexos de ações locais relacionadas ao aspecto da regulação global. Destaca-se que as diferenças devido à oscilação da quantidade de documentação da política não foram determinantes para verificação do que foi colocado como prioritário e o que ficou ausente enquanto retórica. Nota-se, como já mencionado, o direcionamento sobre Impactos e Riscos para uma retórica econômica, descaracterizando e se afastando da avaliação dos Aspectos ELSI e Questões EHS. Estas questões integram o debate global sobre as implicações da nanotecnologia. Isto pode ser entendido como uma tradução local, dotando a questão de novos significados, no processo de emulação das políticas dos países industrializados. Por sua vez, raramente os aspectos econômicos foram relacionados às controvérsias e questões políticas e sociais da tecnologia.

Neste capítulo, demonstrou-se pela contagem de palavras as prioridades retóricas dos descritores e os núcleos de assuntos que cada um tematizou. No próximo capítulo, são analisadas as estruturas retóricas de dois descritores com comportamentos contrastantes ao longo da política tanto numericamente, quanto significativamente.

## **8 DIMENSÕES DA RETÓRICA DA POLÍTICA DE NANOTECNOLOGIA NO BRASIL: AUDITÓRIOS, ACORDOS E A ESTRUTURA DOS PRINCIPAIS ARGUMENTOS**

Neste capítulo, é realizada a análise qualitativa sobre dois descritores específicos da política, a Inovação e a Regulação. Discutem-se as técnicas retóricas utilizadas no que se revelou a maior justificativa da política, a Inovação, e na emergência da legitimação da política por meio da tardia Regulação. Como demonstrado no capítulo 5, verificamos que Inovação foi o tema prioritário nas menções em toda a política, se constituindo no descritor mais estável em presença de discurso. Por sua vez, em termos de mudança discursiva, a Regulação emergiu com impulso de relevância na retórica no final do terceiro período. O crescimento desse descritor evidenciou as legitimações das ações da política pela retórica. Lembre-se que este movimento ocorreu enquanto a retórica sobre as questões de Impactos oscilou no decorrer dos anos. A retórica de Riscos, então, apareceu em último lugar, com a menor prioridade retórica. Logo, a Regulação aparece no foco da política por meio do discurso de uma regulação global de NT, a partir da aderência ao projeto europeu, ação que substanciou com certa expressão o discurso da política entre 2012 e 2015.

Neste capítulo, examinamos, portanto, como o logos da política se estruturou em dois eixos da mesma: no que se manteve estável ao longo do desenvolvimento da política e no que se tornou variável, partindo de uma posição de ausência nos primeiros períodos (entre os anos de 2004 e 2007 e 2008 e 2011), quando havia relutância em abordar outro eixo que o consubstancia, os Riscos, para uma posição de rápida evidência no terceiro período de análise da política (2012-2015). No que se refere à linguagem, as questões da nanotecnologia se construíram a partir do âmbito dos interesses da comunidade acadêmica, que rapidamente se tornou o ator dominante na política de nanotecnologia. Nanocientistas atuaram como lobistas entre seus pares para promover o campo, e ante o MCTI, assumiram funções como conselheiros e revisores de pares e, diretamente, atuando como decisores políticos em posições importantes (SANTOS JUNIOR, 2013).

Assim, são analisados trechos que revelam como tais movimentos foram posicionados na retórica da política, considerando o quadro proposto por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), no que tange aos seguintes elementos de prova:

auditórios, processos, acordos e características de articulação dos argumentos. Verifica-se o logos a partir das premissas da racionalidade política (entimema) e em quais repertórios se sustentam (paradigma) (GRONBECK, 2004). Quanto aos auditórios, no que se refere à audiência presumida de documentos importantes que estruturaram a política brasileira de NT, são verificados elementos que os distinguem enquanto amplos, ou universais, ou particulares, ou de elite. Essa classificação revela a dimensão de convencimento acionado a partir de uma ideia para direcionamento do discurso (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 22). Nisto, verifica-se a importância do tipo de documento que influi na concepção dos auditórios. Os processos consistem nas premissas enquanto objeto posto para adesão, se dando por meio de ligações e dissociações, ou seja, “a maneira” pela qual se desenvolve a argumentação (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 72). As primeiras visam estruturar e valorizar os elementos de um sistema de ideias, enquanto as segundas visam modificar um sistema de pensamento, por meio de técnicas de ruptura de noções (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 22). O acordo assentando em evento real utiliza elementos de “fatos” com subsunção à validade, enquanto o preferível utiliza elementos de “valor” e “hierarquias”, com tom subjetivo (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 74). Por fim, a caracterização dos argumentos propriamente no que tange ao esquema discursivo define os argumentos quase-lógicos (dados, estatísticas, razão, lógica) e os baseados na estrutura do real (verossímeis, juízos, valores, moral, crenças) (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 74).

Na seção seguinte a esta, é explicitada a metodologia de análise qualitativa utilizada e os critérios de seleção dos argumentos examinados. Logo, entre as seções 8.2 e 8.4 é realizada a análise dos argumentos nos períodos referentes a cada PPA entre 2004 e 2007, 2008 e 2011 e 2012 e 2015, respectivamente. Na seção 8.5, a título conclusivo do capítulo, são traçadas algumas considerações e comparações sobre a análise qualitativa dos descritores.

## 8.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE QUALITATIVA

A metodologia deste capítulo é integrada de análise de conteúdo qualitativa na verificação comparativa de elementos importantes resultantes da política pública de NT brasileira. Nota-se que dois descritores apresentaram movimentos oportunos para exame. Por isso, a dimensão qualitativa é importante na contextualização dos tópicos em investigação. Como se trata da análise de um processo, a análise coaduna com as alegações de conhecimento construtivistas/interpretativas (CRESWELL, 2010). Ou seja, na elaboração de uma análise de comunicação discursiva quanto à retórica da governança de uma política, verifica-se o funcionamento da política pública, conforme colocado por Zittoun (2009, p. 65), ao propor a compreensão da “mudança da política como um problema discursivo” dos seus postulados. De forma específica, Cervi (2017, p. 11) destaca que “os métodos qualitativos devem ser usados para entender características do objeto.” A análise de conteúdo qualitativa, portanto, ocorre sobre dois indicadores deduzidos que constituem “índices” retóricos de análise (BARDIN, 2009, p. 114) do funcionamento da política.

Dessa forma, o primeiro critério de seleção dos argumentos foi a escolha das categorias mais recorrentes sobre Inovação e Regulação em cada período de análise. Quando houve repetição de categorias, a escolha foi sobre a segunda categoria mais recorrente, com o objetivo de se obter mais variedade analítica. Por exemplo, as categorias mais recorrentes em todos os períodos de Regulação foi Regulação de NT. Assim, a seleção da categoria foi pela segunda mais recorrente. No caso, entre 2008 e 2011, foi Marcos Regulatórios; e entre 2012 e 2015, Regulação Global.

Os dois descritores foram confrontados pelo método “comparativo de contraste” por serem pilares constitutivos de um mesmo assunto (SCHNEIDER; SCHIMITT, 1998, p.9). Na formulação das políticas de NT e na implementação de suas prioridades, identificamos diferenças salientes, enquanto a análise das técnicas argumentativas detalha elementos destas diferenças. Assim se procedeu de um “caráter geral” de análise para verificações “mais específicas” (SCHNEIDER; SCHIMITT, loc. cit.). A seguir, a análise de argumentos de 2004-2007.

## 8.2 A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2004 E 2007

O discurso sobre Inovação foi o descritor que gerou mais ocorrências em toda a política e que foi prioritário enquanto maior objetivo das ações para desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. A retórica teve como categoria mais recorrente Foco de Estímulo e, por isso, é desta linha que o argumento analisado foi escolhido, conforme segue. Trata-se de um trecho argumentativo da *Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT no. 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007*.

Vale aqui acrescentar, e louvar, o notório e crescente papel que a FAPESP exerce na **inovação** e competitividade industrial de São Paulo, através de programas como o PITE – Parceria para a Inovação Tecnológica. Deste, resultaram mais de mil registros de novas pequenas e médias empresas de base tecnológica naquele Estado nos últimos quatro anos. Exemplo igualmente eficaz é a atuação conjunta das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, dos pesquisadores, dos agentes políticos e outros agentes de influência das Regiões Norte e Nordeste, os quais têm assegurado, *a priori*, um percentual fixo e substancial de todos os investimentos federais em ciência e tecnologia para aquelas regiões (MCT, 2003b, p. 18, grifo nosso).

Neste argumento, referia-se o papel das FAPs na implementação da política e NT no Brasil e a atuação das fundações de Amparo à Pesquisa diante dos estímulos e impulsos recebidos para gerarem ações de CT&I em nanotecnologia. O argumento sobre a importância da FAPESP para a inovação e competitividade industrial estava inserido em um texto sobre as diretrizes do programa de nanotecnologia para o qual o GT buscava adesão, visto que era uma proposta, e justificava que a “a implementação do Programa deve buscar parcerias com as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa e órgãos estaduais ou regionais de desenvolvimento de C&T” (MCT, 2003b, p. 9). Quanto ao auditório visionado, este argumento se classifica no Auditório Particular, por se tratar de uma proposta que em tese seria universal por se dirigir em última instância ao convencimento do Congresso para aprovação do plano no âmbito do PPA 2004-2007, mas que, no entanto, pela linguagem técnica, econômica e raras relações com os efeitos para a sociedade em geral, infere-se que é dirigido para a própria comunidade de pesquisa, técnicos do MCTIC ou comunidade empresarial ou industrial especializada. A referência ao Congresso Nacional numa perspectiva de universalismo se justifica por, em tese, ser um espaço democrático em que os interesses da sociedade estariam representados. Entretanto, o direcionamento particularista está evidente nos impactos apontados para

impulsionar vários setores da economia: eletroeletrônica, veículos e equipamentos de transportes, tecnologia da informação, construção civil, química e petroquímica, energia, agronegócio, biomedicina e terapêutica, ótica, metrologia” (MCT, 2003b, p. 8) etc., em que não são demonstradas maiores ligações cotidianas da tecnologia. Pode-se sintetizar que trata-se de um argumento de nanocientistas para nanocientistas, ou seja, um argumento que se pretende para auditório escolhido (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005).

A função do *paradeigma* é explicitamente utilizada com o exemplo citado (GRONBECK, 2004), por meio de acordo “real” em que são apresentados dados numéricos para convencimento e validade do que se diz (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 74). Tais relações se estabeleceram por processos de ligação no entorno do núcleo da argumentação em que são apontados os resultados do registro de novas empresas, a atuação conjunta de agentes e o suporte dos investimentos. A característica do argumento corresponde à argumentação quase-lógica, principalmente pelos dados concretos apresentados.

Por contraste o descritor da Regulação foi o que obteve o menor número de ocorrências no período de 2004 a 2007. Porém, dentre as menções que constaram, a categoria que mais obteve adesão foi Regulação de NT, assim, o argumento analisado constou de um importante documento, a Pesquisa NanoDelphi (CGEE, 2005), que contou com a participação de um público diversificado para opinar sobre a política. Mesmo que muitos atores tenham participado, o nível do auditório foi amplo, alcançando apenas certa amplitude, por se tratar do envolvimento de atores segmentados e que foram convidados a participar, e não para qualquer pessoa participar e tampouco recebeu divulgação massificada, sendo instrumento interno da política. O trecho argumentativo é uma peça da própria pesquisa em que o sujeito interlocutor é um “especialista”, como segue:

Especialista: você se considera pertencente à comunidade de pessoas que se dedicam atualmente ao assunto e; a) você está envolvido com mercados, assuntos comerciais ou necessidades da área, e é reconhecido fora de sua organização como tendo fortes conhecimentos sobre o mercado futuro, sobre tendências do negócio, ou sobre **regulamentação** e outros aspectos; ou b) você está na área técnica e apresentou, escreveu e/ou publicou os resultados do seu trabalho e/ou pode ter/possuir patentes para aplicação (CGEE, 2005, p. 21, grifo nosso).

O processo utilizado é o de dissociação, por apresentar um conjunto de ideias, porém, organizadas em elementos separados, em que se observam técnicas

de ruptura quando o argumento apresenta uma alternativa ou outra para escolha. Visa, portanto, “modificar um sistema” dado de uma ideia dada por outro a partir da resposta que será obtida (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 215). Ressalta-se aqui a distinção implícita (e desejável pelo argumento posto) entre as duas vozes que o argumento coloca determinantes para opinar sobre Regulação, ou seja, os atores do mercado e da ciência – com o conhecimento técnico escolhido. Esse argumento, assim, exclui outros potenciais atores que não se encaixam nestes determinantes. No que tange ao acordo, este é “preferível”, no qual se percebe que as questões colocadas no argumento retórico são direcionadas a uma comunidade cujas crenças e interesses se assemelham (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005, p. 74). A característica argumentativa que se sobressai é da argumentação baseada no real por incutir juízos e valores sobre o auditório visionado, demonstrando uma racionalidade que se sustenta no que é presumido como verossímil tanto para os objetivos da pesquisa, quanto no suposto perfil dos arguidos, que foram acadêmicos, membros de institutos de P&D, de empresas, de governo, do 3º setor, da mídia e de ONGs. A raridade do debate da regulação e por extensão da regulamentação se restringe ainda mais pela retórica formulada na questão em que o descritor é mencionado, em suma, quando se questiona se o interlocutor “é reconhecido fora de sua organização como tendo fortes conhecimentos sobre regulamentação” (CGEE, 2005, p. 21).

Comparando-se os dois argumentos, como similaridade, verifica-se que apresentam, na perspectiva da análise de políticas públicas, argumentos que objetivam a “percepção do problema” da política (DEUBEL, 2009; KINGDON, 1995), sendo a Inovação enquadrada numa linha prospectiva, e a Regulação, numa linha especulativa de pesquisa. Quanto às técnicas retóricas, nota-se uma intensidade maior da argumentação da Inovação por relacionar elementos econômicos e de desenvolvimento em relação à Regulação, relegada a adorno da Inovação na política. Isto reforça que, embora em arenas e documentos restritos, a Inovação não só foi o objetivo geral da política, mas recebeu uma abordagem articulada e de abordagens práticas cotidianas mais evidentes (mesmo que se restringisse ao mundo da pesquisa e dos negócios), enquanto o outro descritor se manteve hermético, isolado de relações práticas cotidianas e de potencialidades mais universais. Na próxima seção, encontra-se a análise entre 2008 e 2011.

### 8.3 A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2008 E 2011

Sobre Inovação, entre 2008 e 2011, a categoria de origem do argumento é Objetivo de Programa, que foi a segunda categoria mais recorrente já que a primeira seria a mesma de 2004-2007. Portanto, para apresentar mais diversidade sobre a análise, o enfoque desta categoria é importante também pela questão do documento em que se encontrava: no *Relatório de Gestão Nanotecnologia 2004-2008*, de setembro de 2008, de autoria da CGMNT do MCT, em que se apresenta um histórico da política até então. O trecho de análise trata da convergência da política com a PDP sob o objetivo de alavancar a inovação das empresas.

Em 2008, com o objetivo de dar sustentabilidade ao atual ciclo de expansão dos indicadores macroeconômicos do país, o Governo Federal anunciou o Programa de Desenvolvimento Produtivo (PDP), com os desafios de ampliar a capacidade de oferta, preservar a robustez do balanço de pagamentos brasileiro, elevar capacidade de **Inovação** das empresas e fortalecer as micro e pequenas empresas (MPEs)” (MCT, 2008b, p. 2, grifo nosso).

Esse trecho constituía a linha histórica traçada na primeira parte do relatório, que apresentava itens subsequentes de investimentos; sobre as Redes BrasilNano; Projetos de pesquisa, produtos processos e patentes; e Laboratórios Regionais. Quanto aos auditórios, este relatório apresentou uma tendência diferenciada ao traçar um histórico sobre as estruturas em macroplanos da política desde o seu início até o período compreendido entre 2008 e 2011. Dessa forma, nota-se um esforço em estabelecer uma retórica de caráter mais universal, simples, direta e que buscava registrar oficialmente e sinteticamente os avanços nesses anos. O relatório nesta parte histórica é praticamente explicativo, colocando ênfase na política enquanto ação do “governo federal” (MCT, 2008b, p. 1). E pontuava, logo no início, uma pretensão mais aberta: “É desejável que o Programa seja construído de forma participativa” em que pese complementar que deveriam ser “pessoas diretamente envolvidas com a área de nanotecnologia” (MCT, loc. cit.). Outra questão que reforça essa linha, é que a trajetória histórica permite inferir premissas (*entinema*) a partir do caráter do documento, ou seja, era um material que pretendia comunicar em registro avanços em termos temporais, mesmo que a circulação tenha sido restrita. A principal premissa era: desde 2004 foram feitos tais avanços e a política segue em continuidade. Isto se verifica nesta frase: “A seguir, os laboratórios que receberam e que receberão apoio financeiro para suas implantações (...)” (MCT,

2008b, p. 4). Por reunir uma série de informações que visam uma argumentação coesa dos avanços da política, o processo de ligação foi evidente, por meio também de critérios de validade, especialmente da prestação de contas econômica, que identifica os acordos caracterizados como reais. O encadeamento lógico com valores investimentos e apontamento de redes concretas, com número de projetos, patentes, etc., distinguem, por fim, a argumentação quase-lógica.

A Regulação neste período teve como categoria de origem do argumento os Marcos Regulatórios, pelo critério de segunda temática mais recorrente. A seleção do documento foi pela importância, a considerar que se tratou do *Relatório de Gestão 2009* (MCT, 2010). O argumento também traçava uma memória de todos os avanços que estavam sendo feitos, conforme segue:

Dentre as diversas ações merece destaque a criação do Fórum de Competitividade em Nanotecnologia, composto por representantes do Governo, de Empresas e da Academia, para discutir temas relevantes ao desenvolvimento do País. A expectativa é que tenhamos definições de novas diretrizes, estratégias, políticas públicas e mecanismos de gestão para atender as questões de Mercado, Marco **Regulatório**, Recursos Humanos e Cooperação Internacional em nanotecnologia” (MCT, 2010, p. 2, grifo nosso).

Nesse argumento, verifica-se a conexão da emergência do debate regulatório com as atividades do Fórum de Competitividade em NT da ABDI. Como os atores que interessam estão mensurados no próprio argumento, verifica-se que trata-se de um auditório Particular, de audiência escolhida e presumida. Os processos são de ligação, principalmente por estruturar a “competitividade da nanotecnologia” enquanto tema “relevante ao desenvolvimento do país” e a “definição de novas diretrizes, estratégias, políticas públicas e mecanismos de gestão” (MCT, 2010, p. 2). Por inferir critérios de escolha valorativa tal qual “relevante” e “expectativas” trata-se de acordo preferível articulado pela característica dos argumentos baseados na estrutura do real, em que a verossimilhança revela juízos de valor e crenças sobre competitividade, por exemplo.

Na comparação dos dois argumentos, verifica-se que apresentam, na perspectiva da análise de políticas públicas, uma explícita fase de implementação da política (MENY; THOENIG, 1992), em que a agenda da política está formulada e tem pontos expostos, tanto nos avanços quanto no que ainda precisa ser feito. Ambos destacam enfoques que precisam ser continuados. Quanto às técnicas retóricas, há novamente uma amplitude maior da argumentação da Inovação em relação à

Regulação, sendo que a primeira incute certa ideia de universalidade, enquanto a segunda fecha o centro na academia, governo e empresas. Tais posicionamentos demonstram que na fase intermediária da política, até mesmo em um período em que várias ações já tinham acontecido, a Regulação aparece enquanto Marco Regulatório aliado às questões de destrave do setor produtivo e não relacionada às questões de riscos e impactos. Inovação aparece vinculada às questões econômicas e não possibilita que outros significados como inovação responsável sejam inferidos. Nessa altura, a política já contava com redes de pesquisa estabelecidas, intercâmbio entre pesquisadores e temas, cooperações de viés global, entre outros instrumentos que permitiriam o conhecimento de processos mais participativos e tendências responsivas. Mas, como já mencionado, nem mesmo um plano de comunicação foi aprovado neste período. No que segue, está a análise entre 2012 e 2015.

#### 8.4 A ARGUMENTAÇÃO DO PERÍODO ENTRE 2012 E 2015

A categoria de origem de argumento sobre Inovação, neste período, foi Atividade de NT por ser a mais recorrente. O documento mais importante e frequente também sediou o tema. Assim, a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN, 2012) traça uma série de objetivos, ações e articula novas questões que estavam fora da política até então, como as implicações, os riscos e um eixo específico sobre marco regulatório, além da instituição do CIN na governança, visando uma ponderação inédita na política até então. Em suma, se tratou, enquanto argumento da própria política, em um plano melhor desenhado, mais completo e que incorporava retoricamente elementos que indicavam, de forma implícita, uma dimensão responsiva. Contudo, o argumento sobre Inovação seguiu muito fixado ao viés produtivo, com o descritor em subtítulos a exemplo do intitulado “Nanomateriais e Nanocompósitos” (IBN, 2012), do qual se analisa o seguinte trecho:

Dentro da área de nanomateriais plásticos há grande amplitude e sucesso na aplicação de nanotecnologias. A cadeia produtiva da indústria do plástico é geradora de empregos e impulsionadora de distribuição regional de renda. De acordo com a ABIPLAST, existem aproximadamente 12 mil estabelecimentos que empregam diretamente mais de 350.000 pessoas, com faturamento superior a US\$ 25 bilhões no ano de 2010. Informações como estas, associadas ao histórico do uso da nanotecnologia no mundo, representam elemento chave para induzir o emprego da nanotecnologia na indústria plástica como diferencial **inovador**. Um exemplo detalhado é o estudo recente que mostra que há grandes oportunidades de aplicações no setor de embalagens (IBN, 2012, grifo nosso).

Por sua vez, neste processo de ligação estão reunidos elementos que reforçam o argumento principal do trecho, o uso da inovação como fator de ganho monetário direto, linear e cuja interface social seria a geração de empregos. Quando cita um ator que potencialmente poderia ser fator para um enfoque mais universal, trata-se de um sindicato de empresas e não de trabalhadores, permanecendo o argumento voltado para um auditório Amplo, por incluir as empresas, em que pese ter sido o plano mais popularizado, se é possível assim ser referido. Bem como academia e governo, este ente do setor produtivo é outra ponta de *stakeholders* mais constante e repetitiva na política. Enquanto acordo real, de validade, são apontados como sucesso de aplicação de nanotecnologia as vantagens da cadeia produtiva, o número de empresas estabelecidas, etc. O documento, no estágio de formulação, chegou a circular entre alguns integrantes da comunidade científica para que vissem antes e opinassem de maneira informal. O esquema formal se repete nesta fase, assim como nas anteriores, em que se ressaltam nas características os aspectos quase-lógicos de dados numéricos, compatibilidades e lógica econômica.

Sobre a Regulação, a categoria de análise qualitativa é Regulação Global, a segunda mais recorrente no período. Essa temática segue o movimento da política no período, em finalmente lançar ações visando dar respostas regulatórias sobre riscos e adere a um projeto europeu de enfoque global com outros países fazendo parte. Dessa forma, o *Relatório de Gestão – Exercício de 2015 - MCTI – CGNT* (MCTI, 2016b), que registra os procedimentos de aderência do Brasil ao NanoREG, é um dos mais completos documentos de balanço da política, com seções sobre as principais ações, principalmente o monitoramento do PPA 2012-2015, aplicação dos recursos do PO 0008, cooperações com a *Joint Research Centre* e a OECD, acompanhamento da nanotecnologia no setor empresarial, e regulação e regulamentação da nanotecnologia. O argumento deste documento presta contas sobre os laboratórios envolvidos no projeto de regulação NANoREG, e é o seguinte:

Crédito aos laboratórios brasileiros envolvidos em pacotes de trabalho do Projeto NANoREG. Por meio do Processo nº 01200.002705/2015-62 foi solicitada a descentralização de recursos para o CNPq, no valor total de R\$ 1.566.156,67 (um milhão e quinhentos e sessenta e seis mil e cento e cinquenta e seis reais e sessenta e sete centavos), com o objetivo de financiar um conjunto de ações visando estabelecer uma base sólida de pesquisa **regulatória** voltada para a nanotecnologia. Em especial, para dar suporte às atividades que estarão sob a responsabilidade do Brasil no Projeto NANoREG e do Programa Horizonte 2020, ambos da Comissão Europeia, por meio de financiamento aos laboratórios brasileiros envolvidos no Projeto NANoREG (IBN, 2012, grifo nosso).

Neste argumento, o processo de ligação estrutura e valoriza os elementos de operação da política para a implementação do projeto comum de regulação. É mencionado o valor da adesão, o objetivo da ação e as justificativas do projeto, bem como seu escopo é descrito de forma a legitimar as bases do projeto e a aderência do país. Visando evitar criticismo ou oposição ao projeto, o acordo real se sustenta em dados que se pretendem válidos e incontestáveis, especialmente diante da tramitação dos PLs que contestavam elementos centrais da política. O auditório deste relatório, um documento bastante completo, é particular por ser de linguagem técnica, de divulgação das ações da IBN especialmente das implementações de laboratórios. Embora aborde a regulação, em nenhum momento há menção a riscos e, quando cita a sociedade, destaca a intenção genérica de realizar feiras científicas para divulgar informações ao público, com argumentação quase-lógica.

No comparativo, verifica-se a convergência de racionalidade das premissas (*entinema*) da Inovação, argumento de defesa constante, com a Regulação. Isso é evidente no fato da atividade de NT, principalmente pelo setor de plásticos ser uma indústria desenvolvida no país, visionar mercados globais e, por isso, necessitar de regulações que atestem a qualidade dos processos e produtos. Nesta fase da política, a implementação fecha uma etapa que visa responder com alguns contornos de regulação após tantos esforços de infraestrutura e pesquisa feitos. Por isso, entre os anos de 2012 e 2015, se verificam momentos mais evidentes de “edições” dos elementos que faltavam ser dimensionados e implementados entre 2004 e 2010 na política brasileira. Ou seja, a prioridade da Regulação visa responder a uma necessidade da Inovação, e não o contrário ou em uma relação de reciprocidade, visando critérios de inovação responsável mais explícitos. É nessa fase e a partir da articulação da IBN e do relatório, que se torna visível a forma que a política lida com o custo de oportunidade (MAJONE, 2006) da inovação diante do ambiente de incerteza da regulação. O documento da IBN, ao visionar auditórios mais amplos, demonstra uma preocupação de aceitação pública da iniciativa. No entanto, a seguir, no momento da implementação, efetivamente registrada no relatório, verifica-se que na prática esse objetivo fica limitado a particularidades que, por enquanto, não alcançaram o objetivo de envolvimento social prometido no documento oficial da IBN. A magnitude da inovação planejada para o setor produtivo aparece de forma mais priorizada que uma real regulação. Por fim, a seguir são feitas algumas considerações sobre o capítulo.

## 8.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

A análise da estruturação retórica textual de documentos importante da política por serem, no contexto da prática social da política (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005; FAIRCLOUGH, 2008), contrastantes demonstram tendências da retórica dos três períodos. Assim, a partir da análise de conteúdo qualitativa da argumentação examinam-se as técnicas discursivas que engendraram os argumentos, escolhidos considerando os descritores de Inovação e Regulação.

Enquanto a Inovação foi uma questão que permeou o desenvolvimento de toda a política, a Regulação, que está relacionada com os riscos, foi um assunto protelado, até pelo menos 2008. E, quanto veio, apareceu bastante próximo das necessidades da Inovação para legitimação de uma política sobre uma tecnologia que possibilita riscos. Isto não é assumido pela retórica da política frontalmente. Quando movimentos externos ao MCTIC empurram a questão, particularmente impulsionados pela preocupação do MDIC sobre as dificuldades no mercado externo que a falta de conformidade com regulações estabelecidas em outros países poderia trazer para o país, a Regulação começou a ser abordada no Fórum de Competitividade de Nanotecnologia. E, a partir de 2011, com as redes de nanotoxicologia se impulsiona a pesquisa que contribuiria com a base científica da regulação. De forma mais explícita, a questão emergiu entre 2012 e 2015, com o NanoREG e a pressão dos PLs, e a política deu uma rápida resposta com uma proposta regulatória.

Ao contrastarmos esses dois descritores identificamos diferenças salientes, enquanto a análise das técnicas argumentativas detalhou elementos destas diferenças. O contraste entre os dois descritores demonstrou que a Inovação se estabeleceu como uma retórica cujos auditórios buscaram maior amplitude. Isso se evidencia especialmente entre 2008 e 2011, e 2012 e 2015, com auditórios Universal e Amplo, respectivamente. Em parte, isto se explica pela busca de adesão do setor empresarial e pelo estágio mais avançado da política em que tanto um relatório, quanto um documento oficial de planejamento, da IBN, estão estruturados de maneira em que se percebe uma preocupação tanto na qualidade da escrita, quanto de explicação.

Quanto à Regulação, os auditórios nos dois períodos se enquadram no nível Particular, o que se evidencia por estarem numa linguagem mais hermética de

relatórios. Refere-se que, enquanto a Inovação é um argumento explícito de defesa, a Regulação entra como complemento ou acessório da política, nunca com a centralidade e a importância que mereceria por conta da complexidade da tecnologia e das incertezas que a permeiam. Entre 2004 e 2007, nota-se que a Regulação se insere em uma audiência presumida do auditório Amplo por se tratar de uma pesquisa com caráter mais público, ou seja, a consulta NanoDelphi, em que diferentes atores foram convidados a opinar. Como esses atores eram escolhidos de acordo com o vínculo com a NT e o questionário era totalmente dirigido a pesquisadores *Hardscience*, a consulta não tinha um caráter universal. Quanto ao auditório de Inovação, nesse período, trata-se de Particular pela linguagem técnica e focada principalmente nos interesses de cientistas com pesquisas orientadas para área industrial presente no documento do GT de formulação do PDNN.

De modo geral, verifica-se que o período 2004-2007 estabelece uma lógica, no que tange à análise de políticas públicas, voltada para a percepção do problema da política pública e formulação de agenda, tanto para Inovação, quanto para Regulação. É uma argumentação, no acordo real da Inovação, por processos de ligação mais objetivos, enquanto na Regulação a pesquisa NanoDelphi lançou mão de processo de dissociação, separando a abordagem do descritor em partes, e conforme um acordo preferível em que se notam valorações como “relevante”, portanto mais abstrato. Outra questão notável é que a Inovação se caracterizou por uma argumentação quase-lógica, mais racionalizada, enquanto a Regulação foi a argumentação baseada na estrutura do real. O resultado da análise das técnicas retóricas sobre os argumentos selecionados está sintetizado na Figura 4.

Figura 4 - Síntese analítica das técnicas retóricas de argumentos selecionados



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Sobre o período 2008-2011, infere-se pela abordagem discursiva das políticas públicas, que nessa fase intermediária, em que a agenda política poderia se abrir para inserção de argumentos mais substanciais sobre Regulação, o auditório se manteve particular, em acordo preferível e em argumentos baseados na estrutura do real no tratamento da temática dos Marcos Regulatórios. Dessa forma, a implementação manteve a agenda fixa no viés da Inovação, sob um auditório Universal, em que os registros históricos do relatório destacam por uma série de dados esse objetivo sendo alcançado e os planos para incrementá-lo. A Regulação, portanto, no que tange à racionalidade e ao comportamento da política (ZITTOUN, 2009), se manteve subordinada, na retórica, aos interesses da Inovação.

O período de 2012-2015 apresentou, também, uma amplitude maior para os temas de Inovação, mas nessa fase, em que a Regulação finalmente chegava a um nível mais explícito na política, também recebeu tratamento mais objetivo na retórica. Quanto aos acordos, considerando que se trata de maneiras de escolhas e apresentação dos argumentos que visam evitar obstáculos ou contestação, ambos os descritores obtiveram escolhas argumentativas de validade, objetivas, em argumentações de característica quase-lógica.

De modo geral neste capítulo, a análise das técnicas argumentativas demonstra que a Inovação buscou maior adesão, por meio da retórica. O seu discurso foi mais desenvolvido, ampliado, concreto e objetivo. Já a Regulação recebeu um tratamento mais suscetível a uma argumentação subjetiva, moral e abstrata. Quando foi abordada isto se deu de forma particularizada, como se

houvesse uma intenção de encobrir que a NT precisa ser regulada, porque isto revela a possibilidade de riscos e as incertezas desta tecnologia.

Diante do exposto do início até aqui, o capítulo seguinte apresenta as considerações finais da tese.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tese analisou a retórica da política pública de NT brasileira, uma política setorial, de ciência, tecnologia e inovação, que foi implementada durante os anos de 2004 e 2007, de 2008 e 2011, e de 2012 e 2015, no âmbito de três planos plurianuais. Ao ser inserida como política de Estado nos PPAs, a NT recebeu estímulo público e se desenvolveu por meio de instrumentos como redes de pesquisa, reestruturação e criação de laboratórios, financiamento de parcerias entre universidades e empresas, formação de recursos humanos, etc. Esta política foi agendada e formulada por atores sociais do campo científico em sua maioria, que determinaram e orientaram as direções da PCTI. Essas ações geraram retóricas em documentos oficiais que registraram processos de governança na implementação dos programas de governo durante os mais de 10 anos, com a instituição de uma coordenação específica de NT, a GMNT; a instituição de comitês de aconselhamento, como o CCNano em 2008 e o CIN em 2012; e movimentos que buscaram, embora de forma limitada, realizar no terceiro período da política, principalmente, uma governança no sentido mais participativo e original do termo, mas que resultaram em processos restritos a auditórios Particulares e de Elite, com pouca diversidade de pontos de vista e atores. Ainda assim, foi somente com a IBN, em 2012, que a política explicitamente acoplou uma governança de risco à governança política, considerando que a Inovação foi o objetivo central ao longo de toda a política, enquanto implicações sobre aspectos ELSI e riscos EHS, com questões que poderiam expor as controvérsias da NT e desviar a atenção da PCTI de seu objetivo maior, foram subdesenvolvidas e, retoricamente, silenciadas.

No Brasil, a política começou a se desenhar no início dos anos 2000, quando uma série de países estavam lançando suas iniciativas de NT em paralelo ao lançamento da iniciativa dos Estados Unidos. A política estadunidense influenciou a política brasileira, mas não a ponto de que esta contemplasse em efetivo o mesmo desenho, emulando um modelo sem incluir de partida a característica multi agências e de órgãos de governo diversificados, além de não prever orçamento específico ou focar frontalmente as implicações sociais e a avaliação de riscos. Em que pese ter havido essa edição na política brasileira, outro fato que convergiu a um isomorfismo parcial foi, antes de 2004, o estabelecimento das primeiras redes de nanociência no país por meio dos Institutos do Milênio, conectando o campo

científico e aumentando a interlocução entre cientistas por meio da influência de organismos internacionais, neste caso o Banco Mundial. Essas características marcantes da política brasileira, que a pautaram ao longo da maior parte de seu desenvolvimento, tiveram a participação e influência interna direta de interesses de atores da *Hardscience* do país. Essa influência, inclusive, avançou para a ocupação de cargos estratégicos, com cientistas se tornando *policymakers*, formuladores da agenda, conselheiros e autores de relatórios e estudos para desenvolvimento da PCTI. Foi assim que inicialmente a política brasileira se inseriu na convergência global para desenvolvimento da N&N, por meio de estímulos de organismos internacionais, influência do modelo da política dos EUA e direcionamento da comunidade de pesquisa *Hardscience* local, o que visava estabelecer as bases para as novas possibilidades de competição produtiva de mercado por meio da P&D.

Isto destaca uma nova estratégia de retomada da acumulação de capital, com efeitos no direcionamento da ciência, quando a Inovação vira uma prioridade absoluta em detrimento dos riscos da NT, por exemplo; de mercado, pela possibilidade da NT alterar todos os nichos produtivos; e político social pelos impactos sociais e novas formas de governança postas pela tecnologia. Assim, se interligam os quatro elementos visíveis na política brasileira, mas, antes de tudo, na própria maneira em que a NT é traduzida e se caracterizou no quadro analítico desta tese: a Inovação, os Impactos, a Regulação e os Riscos. Quer dizer, a política de NT tem o objetivo primordial de inovação, porém, enquanto tecnologia que tem incertezas diante da evidência de riscos, apresenta possibilidades de impactos negativos que precisam ser regulados.

As controvérsias sobre os riscos e regulação da NT, de forma mais incisiva, evidenciam as complexidades e desafios da manipulação em nanoescala. Não por acaso os pedidos de moratória e o relatório da *Royal Society* e *Royal Academy of Engineering* no início dos anos 2000 expuseram os desafios do desenvolvimento da NT diante das evidências de risco, trazendo reflexões sobre lições de tecnologias anteriores sobre os perigos do desenvolvimento não precautório, que pode expor humanos e meio ambiente à toxicidade de nanopartículas. O impasse assimétrico nos esforços de desenvolvimento e no *timing* entre Inovação, assentada nas possibilidades benéficas da NT, e os estudos sobre riscos e regulação que não são prioridade, mesmo com potenciais malefícios diante do impacto dos riscos, revelam

o dilema de Collingridge aplicado a este caso: é muito cedo ou muito tarde para regular a nanotecnologia.

Esse panorama teve, assim, reflexos na política brasileira, com resultados tardios quanto a uma abordagem regulatória, em que pese quando isto aconteceu se voltar explicitamente para corresponder a interesses econômicos no comércio exterior. Houve repercussões sobre esse quadro em contradições, tensões e conflitos latentes quando foram propostos PLs de regulação e controle da NT, na visibilidade a algumas opiniões controversas entre nanocientistas expostos em notícias e manifestos em veículos segmentados em audiência científica sobre a necessidade ou não de abordar riscos e a regulação, e o referencial bibliográfico sobre as evidências de riscos. Quando os riscos apareceram na retórica, esses momentos foram caracterizados por certas polêmicas: pesquisadores insatisfeitos com a abordagem, redes canceladas, falta de prioridade e praticamente o ocultamento da retórica das expressões risco ambiental e risco para a saúde. O enfoque sugerido para controle de riscos, embora não tenha sido explicitamente implementado, apareceu definido na expressão avaliação de risco.

Ademais, a mudança no terceiro período da política, em um programa de desenvolvimento da N&N mais completo, demonstrou reformulações de planos e distinções da NT, que vinha sendo justificada como “motor de inovação”, “tecnologia portadora de futuro” e outras definições mais amplas ainda, a exemplo da visão sobre ser uma maneira de ultrapassar a pobreza do país e uma forma do Brasil não perder as oportunidades de um novo ciclo industrial.

A tese visou compreender como a retórica da política dimensionou as prioridades do desenvolvimento da PCTI, os impasses e controvérsias que permearam esse período, respondendo às seguintes questões: no desenvolvimento da política de nanotecnologia, quais foram as prioridades retóricas? Quais temas sobre os quatro eixos de análise foram relevantes diante das implicações da nanotecnologia? Como se estruturaram as justificativas que legitimam a política nos argumentos apresentados pela retórica documental da política? De que forma o surgimento da regulação na nanotecnologia apareceu na retórica, visto que foi a variável na política brasileira e integra o debate sobre as controvérsias globais desta tecnologia? Considerou-se ainda a problemática da lacuna regulatória mandatária global, que impede inclusive que mecanismos de controle sejam unificados nos Estados Unidos ou que sejam cobrados e fiscalizados na abordagem de pesquisa e

inovação responsável prevista na política da União Europeia. Esta última, acabou, ao fim do último período analisado da PCTI de NT brasileira influenciando sobre uma possível opção regulatória no Brasil, com a aderência do país ao NANoREG.

Dessa forma, se tornou premente avaliar como a retórica oficial da política dimensionou esses processos, considerando a posição do Brasil como líder regional em NT na América Latina. Nota-se, ainda, as questões deste desenvolvimento no contexto da economia global do conhecimento.

Portanto, a retórica sobre a política pública brasileira de nanotecnologia, formulada implementada entre os anos de 2004 e 2015, demonstrou diferentes ênfases na abordagem dos quatro elementos principais que integram as questões mais relevantes na concepção de ações públicas para o desenvolvimento da nanotecnologia. Assim, Inovação foi o descritor da política mais relevante, sendo a prioridade maior presente nos objetivos e justificativas da política. Tornou-se, ao longo dos anos, o argumento legitimador da política. Em sequência, os Impactos apareceram em segundo lugar nas prioridades retóricas, ressaltando-se a relação feita na política sobre o descritor bastante direcionado a impactos econômicos, e não necessariamente aos critérios de Aspectos ELSI. Regulação apareceu de forma marginal na retórica, sendo a terceira prioridade retórica da política e surgindo muito em função da legitimidade da Inovação visando mercados globais. Quase ausente da política entre os anos 2004 e 2011, este descritor se tornou um indicador de saliência pelo crescimento de menções no último período analisado, entre 2012 e 2015. Por sua vez, Risco foi a questão menos discutida na política, com a sua retórica apresentando o menor número de ocorrências, além de contradições e tensões terem permeado as questões relacionadas à saúde e ao meio ambiente, saúde e segurança da nanotecnologia. O descritor de riscos também esteve bastante aliado a questões de risco econômico. Além disso, demonstrou que a controvérsia global da nanotecnologia entre riscos e benefícios refletiu em certo silenciamento na política brasileira sobre os riscos e as implicações.

A hipótese da centralidade da retórica sobre Inovação foi comprovada na análise quantitativa por ter sido, como já mencionado, o descritor com maior número de menções em todos os períodos analisados, com 294 ocorrências. Essa confirmação ocorreu até mesmo entre 2012 e 2015, quando o número de documentos examinados foi menor (118 menções em oito documentos). Isto é

notável se comparado com o período entre 2008 e 2011 (76 menções em 13 documentos) e entre 2004 e 2007 (100 menções em 17 documentos).

Em relação aos demais descritores, Inovação apresentou um total de menções retóricas que é o dobro das 131 menções a Impactos; mais do que o triplo que as 85 menções retóricas de Regulação; e mais do que o quádruplo das 63 menções sobre Riscos. O descritor de Inovação se manteve como o mais frequente ao longo de toda a política. Além disso, a retórica sobre Inovação apresentou o maior número de temas nas categorias, com uma variedade de 11 temáticas. Comparando-se com Riscos, que teve seis temáticas, essa diversidade de abordagem representou quase o dobro de assuntos na política de NT.

A tradução da Inovação em temáticas detalha sua centralidade enquanto prioridade maior da retórica política. Entre 2004 e 2007, fase de maior orçamento da política, as categorias mais frequentes foram Foco de Estímulos e Rede de Pesquisa, ambas com 17 menções. Na primeira categoria, vale lembrar, estão computados argumentos que abordam investimentos, planejamentos orçamentários, destinação de amplos recursos e ações para apoiar e impulsionar a NT com vias à inovação. A segunda categoria recorrente, Pesquisa com Empresa, destaca o papel das redes de nanociência e a conexão com o objetivo de alavancar a inovação no setor produtivo, sob forte ênfase de projeção de ganhos econômicos. Não houve, em que pese ter aparecido em alguma justificativa de *policymakers*, qualquer nexo estabelecido com ganhos sociais, alívio da pobreza ou benefício de classes desfavorecidas. Também não houve relação um possível viés sobre outro caráter de Inovação, que a vinculasse com a categoria Responsabilidade, aproximando-se da retórica europeia da inovação responsável. Esta categoria ficou em nono lugar numa escala de prioridade retórica e apenas constou em citações no período por um input externo da política, quando foi realizada a pesquisa NanoDelphi para aferição de opinião sobre a política. Ademais, as sugestões sobre responsabilidade, recebidas na pesquisa, não foram implementadas com prioridade ou não lhes foi atribuída relevância.

Quanto ao viés da retórica econômica sobre Inovação, isto também se verificou na abordagem de Impactos, em que a segunda categoria mais recorrente entre 2004 e 2007 foi justamente Impactos Econômicos, com 28 menções. Nestas, foram citadas preocupações sobre investimentos e retornos financeiros dos empenhos realizados para a NT pela política. Entre 2004 e 2007, Riscos apareceu a

frente de Regulação, com 47 menções retóricas e em parte esse indicador se deveu às citações na pesquisa NanoDelphi pelas sugestões de um ator específico. Por outro lado, a segunda categoria mais recorrente confirma novamente um viés econômico nas nomeações, com a temática Risco Econômico apresentando 12 ocorrências, em que havia várias abordagens a “capital de risco.”

No período entre 2008 e 2011, a centralidade da retórica sobre Inovação não manteve a mesma categoria prioritária do período anterior em evidência. Objetivo de Programa apresentou 17 menções nesta fase em que o orçamento da política diminuiu, caindo a menores patamares. Contudo, pode-se afirmar que cresceu o ímpeto político em aumentar a interface da política com o setor produtivo, incentivando a interatividade entre governo, universidades e empresas. Essa fase demonstrou que os recursos da política pública não se restringiram a aspectos financeiros, embora estes sejam inegavelmente fundamentais. Mas observaram-se novos movimentos políticos entre as lideranças a partir do uso de recursos de informação, contatos, tentativas de planos de comunicação que não surtiram efeitos por travarem em instâncias superiores à CGMNT, mas que demonstraram vontade política propriamente.

Por essas razões, entre 2008 e 2011, a hipótese dois - da emergência tardia da regulação, que surge buscando legitimar a política por interesses econômicos e não de precaução - se confirma, pois, tais movimentos explicam o cenário em que a Regulação começa a ganhar espaço retórico ao surgir com maior importância. Foi nesta fase que iniciaram de forma mais efetiva as aproximações transversais entre o MCT e o MDIC, as quais resultaram no Fórum de Competitividade em NT, envolvendo a ABDI. Neste espaço a regulação começou a ser abordada visando o comércio exterior e a competitividade industrial. Portanto, a emergência da problemática regulatória começou em torno de um impulso para o mercado da inovação e não associada à pesquisa e inovação responsável. Não foi por acaso também que a maior parte das menções à Regulação ocorreram em relatórios de gestão, sem ter sido estruturada de forma mais planejada em planos ou programas, indo diretamente para ações e prestação de contas sobre atividades realizadas no escopo do acordo do projeto europeu.

A segunda categoria frequente de Inovação, Foco de Estímulo, constou em grande parte em um documento no documento *Plano de Ação 2007-2010 – CT&I para o Desenvolvimento Nacional – Investir e inovar para crescer*, demonstrando a

constância dessa temática. Pesquisa com Empresa também foi categoria recorrente sobre Inovação, em terceiro lugar em menções. O que corrobora que esse eixo da política era trabalhado retoricamente para ativar caminhos para a evolução econômica e produtiva. Neste período, também não houve menções sobre Responsabilidade. Quanto ao descritor de Regulação, que poderia aumentar o referencial sobre questões práticas, a exemplo de Marcos Regulatórios ou ativação da atuação inter-agências regulatórias, não alcançou prioridade retórica mesmo com a realização das ações do Fórum de Competitividade. Riscos também não teve relevância explícita na retórica apesar da instituição do CCNano e do lançamento das redes de Nanotoxicologia, que pautaram escassamente uma ou outras questões sobre as implicações da NT.

Ainda sobre a hipótese dois destaca-se que a regulação e a questão de riscos, ao ficarem sob jugo da Inovação, não tiveram a oportunidade de considerar na abordagem as características específicas do Brasil. Assim, os aspectos locais na adaptação do modelo brasileiro de política de NT foram pouco determinantes para tratar, por exemplo, de questões de risco ambiental. A Regulação enquanto abordagem tardia, comprovada parcialmente nas análises quantitativas e qualitativas, surgiu na retórica vinculada aos interesses da Inovação para legitimar a política de desenvolvimento de uma tecnologia com possibilidades de risco e não necessariamente com impactos positivos. No entanto, uma retórica alicerçada em argumentos de viés econômico, visando ativar um rápido desenvolvimento da inovação para o mercado, considerando comércio exterior e desentraves globais, substituiu e encobriu enfoques mais responsivos.

Muito da funcionalização retórica dos demais descritores esteve em função da importância que a Inovação assumiu ao longo de toda a política como objetivo maior. Uma vez que esta foi a evidente prioridade, as demais questões se tornaram secundárias, terciárias e quaternárias. O viés da inovação inclinou as questões econômicas influenciou, inclusive, o sentido de nexos temáticos de Impactos e Riscos, como já mostrado. Deste modo, entre 2012 e 2015, a prioridade retórica da Inovação se manteve, mas com crescimento em número de ocorrências e se constituindo na fase com maior número de menções sobre este descritor. O número menor de documentos analisados não interferiu na exposição da Inovação como objetivo primeiro da política, que também a justificou e legitimou nas metas dos diferentes programas ao longo dos anos. O que se percebe enquanto mudança

discursiva no período é a subida da temática Atividade de NT, se apresentando como a mais recorrente. Após Foco de Estímulo ter sido o tema mais citado no primeiro período e Objetivo de Programa no segundo, percebe-se que a política evoluiu para ações e atividades mais concretas dentro da política. Isto explica ainda o crescimento de Interação, terceira categoria mais recorrente, por significar a ativação de um ciclo mais completo do conceito de Inovação envolvendo governo, universidades/academia ou centros de pesquisa e empresas. Ainda assim, por não ser uma tecnologia madura e estar sob o incentivo de políticas públicas, a retórica dimensionou com Foco de Estímulo, segunda temática mais recorrente, que a Inovação precisa de investimentos os mais diversos. Regulação apresentou algum crescimento substancial na retórica por ter sido contemplada no desenho da IBN e ter sido arcada com ações concretadas quando o Brasil aderiu ao NanoREG. Aliás, isto em certa medida correspondeu à pressão originada pelos PLs sobre regulação e alterações na política de NT apresentados ao Congresso. Riscos enquanto descritor seguiu de lado, em uma abordagem marginal, em que pese ter apresentado um crescimento das menções, mas sem chegar às evidências retóricas contundentes presentes na pesquisa NanoDelphi no início da política.

A despeito de um esforço pelo desenvolvimento linear da política, surgiram contradições nessa trajetória. Uma delas, já referida, foi que no início da política a realização da pesquisa para aferição da opinião, a NanoDelphi, revelou posicionamentos controversos da comunidade de pesquisa. As sugestões recebidas para um desenvolvimento mais precavido e responsivo quanto aos riscos ao meio ambiente e saúde, e impactos se mostraram em grande parte ignoradas. De alguma maneira, o lançamento das redes em 2004 sobre impactos da NT poderia ter suprido essa demanda, mas, em termos comparativos com outras temáticas de redes de pesquisa lançadas, estas foram subfinanciadas, e acabaram por ter escassa relevância em termos de ampliar a perspectiva da política. Ademais, a polêmica envolvendo um pesquisador inicialmente não contemplado, que entrou com recurso e então foi contemplado, expõe disputas e aviltamento dos temas controversos. A tentativa suprimida de novo lançamento de redes com temáticas sobre implicações, particularmente riscos, em 2007 e o cancelamento de ações de comunicação da política no mesmo ano também indicaram que havia relutância em tratar destas questões. Essas oposições manifestaram que abordagens de vieses mais públicos e precavidos não apenas não eram unanimidade, como também não eram prioridade

em instâncias de decisão superiores à CGMNT. A consequência foi o silenciamento e particularização da política. Destaca-se que as medidas supracitadas foram aprovadas pelo aconselhamento da política, mas foram travadas ao terem a destinação de recursos suspensa, sendo descartadas. Ainda assim, conforme o episódio do “fogo amigo” demonstrou, havia discordância de visões entre cientistas e *policymakers* relevantes na política sobre abordar ou não as questões dos riscos. Essas discordâncias influenciaram a formulação e implementação da política, com as ações tomando o rumo da ocultação inicial sobre riscos e regulação, portanto sob uma retórica dominante de supremacia da inovação, principalmente nos primeiros anos da política.

Outra contradição foi a política tentar emular parcialmente a NNI dos Estados Unidos, excluindo o registro retórico em documentos do eixo sobre regulação, riscos e a implementação inter-agências do desenho inicial. Tal supressão não um acaso, o que se comprova tanto nos registros sobre sugestões de abordagens das implicações, quanto em posicionamentos de *policymakers* ou cientistas, cujos discursos não se tornaram dominantes na política. Como confirmou um nanocientista que foi *policymaker* durante um período, contribuiu para este quadro uma racionalidade de silenciamento da política diante da iminência de um debate suscitado pela possibilidade de riscos da tecnologia. Esse ator mencionou, em entrevista, que havia o temor de que a política de NT se transformasse em uma “assembleia popular” se houvesse brecha (ENTREVISTADO 2, 2016). Além disso, outro receio era que os recursos, que eram consideráveis, mas comumente insuficientes, fossem desperdiçados para outras questões que não a Inovação planejada e visionada pelos formuladores políticos. A disputa por recursos também foi um fator entre os diferentes eixos de desenvolvimento. Por outro lado, sem mencionar perspectivas mais atuais sobre pesquisa e inovação responsável na formulação e implementação política, outro entrevistado colocou a questão da seguinte forma, para justificar a tardia proposta de abordagem de regulação de riscos: “se a coisa não existe (a inovação com NT), vai regular o quê?” (ENTREVISTADO 4, 2017). Este argumenta demonstra como o sistema de crenças da comunidade científica é pragmático e não contempla questões de avaliação na perspectiva da inovação e pesquisa responsável no desenho da tecnologia.

A análise de conteúdo qualitativa sobre argumentos dos descritores de Inovação e de Regulação ocorreu sobre os elementos de prova da retórica,

conforme indicam as técnicas de análise argumentativa propostas por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005). Dessa forma, verificou-se os modos em que a racionalidade da política dos descritores buscou convencer, de forma objetiva, e persuadir, de forma mais valorativa, sobre o desenvolvimento da política. Esses mecanismos justificaram e legitimaram a política, inclinando a Inovação para processos de convencimento e a Regulação para processos de persuasão. Em se tratando de uma comunidade de prática, constituída a partir da retórica dos documentos da política de NT, foram analisados os auditórios, os processos, os acordos e as características e técnicas argumentativas. Assim, no que tange ao *logos* da política, observou-se como os argumentos sobre Inovação engendraram-se a partir de auditórios mais amplos e concretos, de forma a explicitar por argumentos quase-lógicos a justificativa maior da política. A Regulação, conforme os argumentos demonstraram, veio a reboque para legitimar a política, em argumentos que optaram pela valoração subjetiva, baseados na estrutura do real e em processos até de dissociação. O descritor ficou quase oculto diante da Inovação e a questão dos Riscos foi bastante silenciada. Dessa forma, a Regulação surgiu pendida ao viés de mercado e menos a uma abordagem precautória de RRI que poderia ter sido um nexo interno à política se o seu desenho e argumentos de justificativa tivessem contemplado a inovação e pesquisa responsável na sua racionalidade. Infere-se que a dinâmica da política refletiu, inclusive, a contradição interna por ser resultante de visões lineares sobre desenvolvimento da tecnologia e da inovação. Em parte, isso se deveu à pouca diversidade de pontos de vista na formulação e implementação da política, restrita à comunidade de pesquisa liderada por restritos atores. Em que pese alguma amplitude da audiência presumida da Inovação, a retórica foi marcadamente particularizada, com raros sinais para uma comunicação mais pública da política. Isso se refere também ao design da política, de enfoque controlado pelo topo da política, ou seja, *top-down*, o que produziu uma retórica oficial sem perspectivas de formulação partilhada, com a exceção de algumas reuniões de aconselhamento que não substanciaram argumentos para um debate de vieses deliberativos. A governança da política, embora tenha apresentado algumas atribuições de participação como os conselhos, foi liderada pelo governo, sem fluxos alternativos e convergentes a ações mais diversas. Foi, portanto, uma governança comandada pelo governo nos três períodos. Segundo Stoker (1998), a governança está interligada com a criação de condições para a regra ordenada e ação coletiva.

Por isso, os resultados da governança não são diferentes dos resultados de governo, mas se diferenciam no processo de condução das questões, o que não se evidenciou na forma como foi implementada a PCTI de nanotecnologia brasileira. A isso se atribui que não ocorreu o que Ren e Graham, (2006) recomendam: o envolvimento, nos processos de governança, dos potenciais afetados, a exemplo de trabalhadores, consumidores, representantes do meio ambiente, saúde, etc.

Em conclusão à hipótese da centralidade da Inovação, nota-se que se fundamentou no objetivo de criar condições de base para o desenvolvimento da NT sob uma visão de ativação de ciclos inexistentes na pesquisa brasileira e nas empresas (ENTREVISTADO 3, 2017). Assim, buscou-se direcionar a política para lógicas que visavam um impulso mais rápido para lançamento de mercado sem uma abordagem precautória de acompanhamento no mesmo *timing*. Por isso, a regulação tardia foi acoplada à governança de forma transversal, a partir da aproximação do MCTI com o MDIC, se revelando também logo a seguir em um momento oportuno para lançamento das redes de nanotoxicologia.

Sobre os conflitos na política em torno da prioridade à inovação, cujo direcionamento esteve sob o controle na maior parte do tempo da liderança de representantes da comunidade científica que se tornaram *policymakers* ou conselheiros, nota-se que os projetos de lei sobre a NT que tramitavam no Congresso provocaram tensões mesmo que a política estivesse bastante fechada, no geral, em auditórios Particulares ou de Elite, ao identificarmos os comitês de aconselhamento nestes últimos. Isto se evidenciou ainda quando ocorreram duas audiências públicas em que houve acirramento nas trocas argumentativas e nos manifestos lançados no Jornal da Ciência.

Outra situação que se revelou contraditória foi a política inicialmente se basear no modelo da NNI dos EUA e, no último período de análise, implementar medidas identificadas e originárias na política europeia. Assim, o processo de edição e adaptação da política brasileira de NT a transformou em uma política híbrida a partir de recortes dos modelos estadunidense e europeu. Inicialmente emulou parcialmente o modelo dos EUA e, posteriormente, buscou sanar as lacunas sobre riscos com uma rápida atualização sobre regulação, aderindo a fragmentos de um modelo mais precautório de regulação a partir da abordagem do NanoREG em cooperação com a Comissão Europeia. Esta opção pelo hibridismo entre os dois modelos serviu para evitar ou transferir uma maior controvérsia, que vinha se

delineando nos debates que escaparam ao controle da política em alguns argumentos alternativos à retórica oficial. No entanto, tal hibridismo na política também foi incompleto. Por um lado, a política brasileira de NT não conseguiu formular um projeto de nanotecnologia para inovação como o estadunidense, ficando reduzida ao MCTIC e a ações com o MDIC, por exemplo. Por outro lado, não chegou a incorporar um modelo para implementação da RRI, ao estilo da visão europeia. A regulação, então, ficou pré-estabelecida, numa posição da política em que vai se produzir ciência regulatória para uma possível regulação futura, enquanto permanece a promoção da inovação.

A retórica documental indica que a aderência ao NanoREG e um *design* mais completo da IBN contribuíram decisivamente para a evolução discursiva sobre Regulação. Porém esse isomorfismo parcial das duas iniciativas dos blocos estadunidense e europeu, em que pese ter resultado em uma mudança discursiva substancial entre 2012 e 2015, não foi capaz de gerar de imediato resultados práticos no desenvolvimento da tecnologia. Enquanto nos Estados Unidos foram previstos eixos temáticos nos documentos da política, além de orçamentos robustos, isto pouco se evidenciou na política brasileira de NT. Nos Estados Unidos, inclusive, ao longo da década dos anos 2000 documentos específicos sobre desafios sociais de NT foram elaborados. Ademais, a política estadunidense partiu de imediato de um documento para o legislativo com previsões sobre implicações. No início da política brasileira, as sugestões da consulta NanoDelphi para que se abordasse as questões EHS e aspectos ELSI foram ignoradas. Além dos temas sobre riscos terem gerado tensões quando entraram na agenda da política para que tivessem alguma prioridade nas redes de nanociência. O aspecto transversal do modelo da política também foi tardiamente adotado na réplica brasileira, com alguns movimentos mais efetivos entre 2008 e 2011 e só obtendo um *design* que projetasse esse avanço no modelo com a IBN em 2012. Quanto às implicações sobre riscos e impactos que aparecem na IBN, estas não apresentaram planejamento orçamentário específico e nem foram explicitadas com a ênfase do modelo estadunidense. No que se refere ao isomorfismo em relação à visão europeia, não há ainda qualquer movimento na política brasileira de incentivo explícito, tanto retórico quanto efetivo como previsão de investimentos, para a pesquisa e inovação responsável ou processos de governança ao estilo da GREAT. O que se obteve foi a aderência ao projeto europeu

NANoREG, que ainda deve interligar seus resultados ao setor produtivo de forma mais impactante.

De mais a mais dos aspectos sistêmicos das condições de CT&I brasileira e baseando-se nos resultados da análise retórica, recomenda-se, principalmente, superar as contradições da *politics* perceptível no desenho dos programas da política de NT, nas visões restritas no desenvolvimento da PCTI, especialmente entre cientistas e *policymakers*, e no silenciamento sobre o debate de uma política estratégica, cujo futuro pode estar comprometido pela falta de continuidade. É necessário que a PCTI de NT brasileira supere as arenas de auditórios de Elite, dos conselhos, e Particular, das audiências especializadas, passando a focar auditórios Amplos e Universais, abrangendo potenciais afetados pela tecnologia. Esse quadro reflete na retórica de documentos. Também é recomendado que os principais enfoques contemporâneos sobre a *policy* de nanotecnologia considerem a cada vez mais atualizada e cobrada abordagem de pesquisa e inovação responsável, presente nos documentos de políticas dos países desenvolvidos, principalmente, da Europa. Essas demandas tendem a crescer e possivelmente serão demandas para que a tecnologia não seja rejeitada. Portanto, uma abordagem tanto retórica, quanto de implementação concreta destes temas é fundamental na governança política que aborde na base a governança de risco em reais processos de governança com atores diversificados, divulgação pública e pontos de vista práticos no desenvolvimento da tecnologia. Se não há orçamento para efetivar ações, é necessário que, ao menos discursivamente, as implicações, dilemas e questões de ambiente e saúde que permeiam o desenvolvimento da nanotecnologia sejam tratadas.

Há de se considerar neste contexto especialmente a posição do Brasil no desenvolvimento global dos sistemas de inovação e a característica ambiental do Brasil, cujos recentes episódios de dano ao meio ambiente das barragens de rejeitos de minerais expuseram o risco de tecnologias operando sem um controle enérgico. A aptidão do país, ainda muito dependente de *commodities*, determina uma posição muito limitada na economia do conhecimento em que se insere a N&N, e, portanto, atrasa que demais questões de um desenvolvimento com ciclos de inovação mais completos avancem. Retoricamente percebeu-se que, nos períodos analisados, houve uma tendência à repetição de problemas nesse sentido, em uma posição de silenciamento de controvérsias e implicações e de restrito desenvolvimento de uma

tecnologia que promete revolucionar a indústria e cujos impactos sociais são amplos.

A retórica demonstrou a lacuna de questões EHS e aspectos ELSI, com prioridade retórica de uma direção de inovação. Demonstrou-se o tardio acoplamento da regulação, que impediu o avanço do país de um debate mais efetivo e a evolução para outros ciclos industriais considerando os desafios globais de sustentabilidade. Se a precaução ou medidas mais responsivas forem consideradas, isto pode abrir novas oportunidades de progresso da tecnologia. Novas possibilidades de exploração visando segurança, sustentabilidade ambiental e saúde a partir da nanociência, além de outros nichos de negócios e mercado. Logo, tal posicionamento em futuros programas da política passa pela articulação retórica e a exposição pública dessas transformações. Problematizar, divulgar e expor novas abordagens sobre o conceito de inovação é fundamental para desafiar um enfoque linear, irreal e até mesmo inútil que objetiva apenas um rápido lançamento de produtos de mercado sem maior maturação das aplicações.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI), 2007. **Estudo Prospectivo Nanotecnologia: 2008-2025**. ABDI, Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).
- ABDI, 2010. **Cartilha sobre nanotecnologia**. ABDI, Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).
- ABDI, 2010b. **A Política de Desenvolvimento Produtivo Brasileira e o Papel da ABDI. A Competitividade da Indústria Nacional: A PDP e o papel da ABDI**. Apresentação – 13<sup>a</sup> Feira Internacional da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), Belo Horizonte/MG- Agosto, 2010.
- ABDI, 2011. **Nanotecnologias: subsídio para a problemática dos riscos e regulação**. ABDI, Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).
- ABDI, 2011b. **Panorama de Patentes de Nanotecnologia**. ABDI, INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2011.
- ABDI, 2018. **Nano, um mercado de macro-oportunidades. (Notícia – Site)**. ABDI. Publicada em: 5 de out. 2018. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macrooportunidades>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- ABDI, s/d. **Sobre a ABDI. Política Industrial**. ABDI. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Paginas/politica\\_industrial.aspx](http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx)>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPOSTOS AO AMIANTO (ABREA), 2015. **Entrevista do presidente concedida para a realização desta pesquisa**.
- ALBORNOZ, M. La política científica y tecnológica en América Latina frente al desafío del pensamiento único. **Redes**, v. 4, n. 10, octubre, 1997, p. 95-115.
- ALEXANDRE J. R. M. Introdução In: ARISTÓTELES. **Retórica**. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2005 (Coleção Obras Completas de Aristóteles).
- AMABILE, A. E. N. Políticas Públicas. IN: CASTRO, C. L. F.; GONTIJO, C.R. B.; AMABILE, A. E. N. (Orgs.) **Dicionário de Políticas Públicas**. UFMG: Barbacena, 2012.
- ANDERSON, D.; SLADE, C. P. Agenda Setting in Emergent R&D Policy Subsistems: Examining Discourse Effects of the 21st Century Nanotechnology Research and Development Act. **Review of Policy Research**, v. 30, n. 5, 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E EMPRESAS INOVADORAS (ANPEI), 2013. **MCTI lança a Iniciativa Brasileira em Nanotecnologia**. ANPEI. Disponível em: <<http://anpei.org.br/anpeinews/mcti-lanca-a-iniciativa-brasileira-em-nanotecnologia-2/>>. Acesso: 10 fev. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), 2014. **Diagnóstico Institucional (DIGES) de Nanotecnologia**. ANVISA, Brasília, 25 de março de 2014.

ARNALDI, S. et al. Responsible governance in science and technology policy: Reflections from Europe, China and Índia. **Technology in Society**, v. 42, 2015, p. 81-92.

ARRIGHI, G. **O longo século XX**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

AZOULAY, D. Managing the unseen: opportunities and challenges with nanotechnology. Stockholm: **Swedish Society for Nature Conservation Report**, 2014.

BAGATTOLLI, C.; INVERNIZZI, N. Difusión de la nanotecnología en Brasil. Análisis preliminar a partir de la Encuesta de Innovación Tecnológica 2011-2016. In: FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela; ZAYAGO, Edgar. **Investigación y mercado de nanotecnologías en América Latina**. Ed. MPorrúa, 2016.

BAGATTOLLI, C. **Política científica tecnológica no Brasil: mitos e modelos em um país periférico**. Tese - Unicamp Campinas, SP.: [s.n.], 2013.

BAINBRIDGE, W.; ROCO, M. Science and technology convergence: with emphasis for nanotechnology-inspired convergence. **J Nanopart Res**, 2016.

BARAN, A. 2016 Nanotechnology: legal and ethical issues. **Economics and Management**, v. 8, Issue 1, 2016.

BARBEN, D. et al. Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement and Integration. IN: HACKETT, E.J., AMSTERDAMSKA, O.; LYNCH, M; WAJCMAN, J. (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2008, p. 979–1000.

BARBOSA, T. C. **Política de Inovação em Nanotecnologia no Brasil: Trajetórias e Empresas Beneficiadas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. Defesa: Curitiba, 2017.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Portugal. Edições 70, LDA, 2009.

BAUER, M.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis: Vozes, 2002.

BCC RESEARCH, 2017. Research and Markets “Nanotechnology in Medical Applications: The Global Market”, **Report BCC Research**, September, 121 p.

BERGER, M. Governança nanotecnológica e cidadania no Brasil e na Argentina: um estudo exploratório. IN: PEREIRA, R.; WINCKLER, S.; TEIXEIRA, Marcelo. **A governança dos riscos socioambientais da nanotecnologia e o marco legal de ciência, tecnologia e inovação do Brasil**. São Leopoldo: Karywa, 2017.

BERTI, L. A.; PORTO, L. M. **Nanossegurança: Guia de boas práticas em nanotecnologia para fabricação e laboratórios**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

BERTOLDO, R. et al. Great deeds or great risks? Scientists' social representations of nanotechnology. **Journal of Risk Research**, Taylor Francis (Routledge), 2015. doi: 10.1080/13669877.2015.1042503.

BITTENCOURT, G. “**A Experiência de Elaboração do Plano Plurianual 2016-2019**”. Seminário Internacional IPEA, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, Ministério do Planejamento, setembro de 2015.

BOLTANSKI, L.; CHIAPELLO, È. **O novo espírito do capitalismo**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

BRASIL, 2005. Projeto de Lei 5.076/2005 (Câmara dos Deputados). Dispõe sobre a pesquisa e o uso da nanotecnologia no País, cria a CTNano, institui o FDNano, e dá outras providências.

BRASIL, 2013a. Projeto de Lei 5133/2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. **Diário Oficial**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

BRASIL, 2013b. Projeto de Lei 6741/2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências. **Diário Oficial**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>>. Acesso em: 16 jun.2015.

BRETON, P. Como convencer? Da comunicação argumentativa à manipulação. Tradução de Flávia Sílvia Machado e Moisés Olímpio Ferreira. EID&A – **Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação**, Ilhéus, n. 3, p. 117-132, nov, 2012.

BRITTO, L. R. G.; KITAZAWA, H. M.; PEPECE, O. M. C. O uso da nanotecnologia na indústria têxtil para inovar na moda gestante. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação – Brazilian Journal of Management & Innovation* v.6, n.2, Janeiro/Abril 2019

BRUXEL, L. O aborto (Portugal) e as armas (Brasil) em debate na mídia: Entre a retórica deliberativa e a plebiscitária. IN: WEBER, M. H.; COELHO, M.P.; LOCATELLI, C. (Orgs) **Comunicação Pública e Política: Pesquisa e Práticas**. Florianópolis: Editora Insular, 2017.

BUCKLEY, J.; THOMPSON, P.; WHYTE, K. Collingridge's dilemma and the early ethical assessment of emerging technology: The case of nanotechnology enabled biosensors. **Technology in Society**, v. 48, 2017.

BUSH, V. Science, The Endless Frontier. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945. **United States Government Printing Office**, Washington: 1945

CALMON, P.; COSTA, A. Redes e Governança das Políticas Públicas. **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**. Ed. n.1, p. 1-29, Julho de 2013. Disponível em:

<<http://periodicos.unb.br/index.php/rp3/article/view/9126/6853>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015. **Audiência Pública convocada pela Câmara dos Deputados para discutir os PLs 6741 e 5133 de 2013**. Brasília: material coletado pela autora deste ensaio, 25 de junho. 2015. Transcrição de registro audiovisual.

CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Rev Bras Enferm*, Brasília (DF), set/out; 57(5):611-4, 2004.

CANCINO, J.; MARANGONI, V. S.; ZUCOLOTTI, V. Nanotecnologia em Medicina: Aspectos Fundamentais e Principais Preocupações. **Quim. Nova**, v. 37, n. 3, p. 521-526, 2014

CAPELLA, A. C. N. **Palestra:** (verbal) durante o I Seminário de Políticas Públicas da UFPR, Outubro de 2017.

CAPELLA, A. C. N.; BRASIL, F. Análise de Políticas Públicas: Uma revisão da literatura sobre o papel dos subsistemas, comunidades e redes. **Novos Estudos**, Cebrap, 101, p. 57-76, março, 2015.

CERVI, E. **Manual de Métodos Quantitativos para Iniciantes em Ciência Política**. Volume 1. Curitiba: CPOP-UFPR, 2017.

CÉSAR JUNIOR, Samuel. Fronteira tecnológica e escassez de recursos: uma análise da nanotecnologia no Brasil. *Radar IPEA* 9, 19-26, 2010.

CGEE, 2005. Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi - Relatório Final. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, 2005.

CGEE, 2019. Site do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, 2019. Acesso: 2.fev.2019. Disponível em <https://www.cgee.org.br>.

CHAMBERS, S. (2004). Behind closed doors: publicity, secrecy, and the quality of deliberation. *The Journal of Political Philosophy*, v. 12, n. 4, pp. 389-410

COELHO, F. Prefácio. In: PERELMAN, C., OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da Argumentação:** A Nova Retórica. 2a edição, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

COLLINGRIDGE, David. **The Social Control of Technology**. London: Pinter, 1981.

COMISSÃO EUROPEIA, 2013. Governance of Responsible Innovation (GREAT - 321480): Theoretical Landscape. Comissão Europeia, 31.dez.2013. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/deliverable\\_2.2.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/deliverable_2.2.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2016.

COMISSÃO EUROPEIA, 2015. Collaboration Agreement Brazil-NANoREG. EC FP7 project NANoREG. A common European approach to the regulatory testing of nanomaterials; Grant agreement no. 310584.

CONFAP, 2015. “Comitê Interministerial aprova adesão ao Nanoreg”. Notícia publicada no site da Confap em 04/05/2015. Acesso em: 10 set. 2016.

CORDEIRO, N. Professora Pesquisadora da Faculdade de Química e Bioquímica da Universidade do Porto, Portugal. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em julho de 2017.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 3a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAGNINO, R. **Ciência e Tecnologia no Brasil: O processo decisório e a comunidade de pesquisa**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2007.

DAGNINO, R., THOMAS, H. La política científica y tecnológica en América Latina. *Redes*, 12(6), 1999, pp. 49–74.

DAGNINO, R.; DIAS, R. A política de C&T brasileira: três alternativas de explicação e orientação. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, 6 (2), p. 373-403.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, Vol. III, No. 7, septiembre de 1996, pp. 13-51.

DE MARCHI, B.; RAVETZ, J. Risk Management and Governance: A Post Normal Science approach. *Revista Futures* N. 31(7), 1999 (pp. 743–757)

DELGADO, A.; KJOLBERG, K. L.; WICKSON, F. Public engagement coming of age: From theory to Practice in STS encounters with nanotechnology. *Public Understanding of Science*, published online 11 May 2010 DOI: 10.1177/0963662510363054

DEUBEL, A. N. R. Perspectivas teóricas para el análisis de las políticas públicas: ¿de la razón científica al arte retórico? *Estudios Políticos*, 33, Instituto de Estudios Políticos, Universidad de Antioquia, 67-91, 2008, julio-diciembre

DEUBEL. A. N. R. **Políticas Públicas**: formulación, implementación y evaluación. Bogotá, Colômbia: Ediciones Aurora, 2009.

DIAS, R. de B. O que é a política científica e tecnológica? *Sociologias*, 13(28), 2011, pp. 316–344

DIMAGGIO, J., POWELL W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 45.2, 2005.

DOERR, L.; POWELL, W. Networks and economic life. In: SMELSER, J.; SEWDBERG, R. (Eds.) **The Handbook of Economic Sociology**. Princeton: Princeton U.P., 2005.

DORFMAN, P.; FUCIC, A.; THOMAS, S. Late lessons from Chernobyl, early warnings from Fukushima. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. *EEA Report* No. 1/2013. European Protection Agency, 2013.

DOU, 2007. Portaria n. 587, de 10 de setembro de 2007. Institui o Comitê Consultivo para a área de Nanotecnologia (CCNano). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

DOU, 2008. Portaria de 28 de maio de 2008. Nomeação dos integrantes do Comitê Consultivo para a área de Nanotecnologia (CCNano). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

DOWDING, K. Model or metaphor? A critical review of the policy network approach. *Political Studies*. XLIII, p. 136-158, 2005.

DRYZEK, J. Policy Analysis and Planning: From Science to Argument. IN: FISCHER, F.; FORESTER, John **The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning**. London: Duke University Press, 2002.

DRYZEK, J. Governance networks. IN: DRYZEK, J. **Foundations and Frontiers of Deliberative Governance**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

DYE, T. R. **Understanding Public Policy**. 14a ed. Harlow (England): Pearson Education Limited, 2013

ECHA, 2018. **European Chemicals Agency. European Union, Helsinki, Finland**. Disponível em: <<https://echa.europa.eu>>. Acesso: 10 fev. 2019.

EFSA, 2014. **Risk assessment vs risk management: what's the difference? European Food Safety Authority**, 2014. Disponível em: <<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/140416>>. Acesso em: 24 jan.2019.

EISNER, M. **The American political economy**: institutional evolution of market and state. New York: Routledge, 2011.

ELZINGA, A., JAMISON, A. Changing policy agendas in science and technology. IN: **Handbook of Science and Technology Studies** (p. 572–597). Londres: Sage, 1995.

EMBRAPA, 2017. **Quem somos**. Rede AGRONANO. Disponível em: <<https://www.agropediabrasilis.cnptia.embrapa.br/web/agronano-rede/rede>>. Acesso: 22 jan. 2017.

ENCTI I, 2012. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 (ENCTI I) - Balanço das Atividades Estruturantes 201. MCTI: Brasília.

ENDELMAN, M. Symbols and Political Quiescence. IN: THEODOULOU, S.; CAHN, M. **Public Policy: The Essential Readings**. Prentice Hall: New Jersey, 1995.

ENGELMAN, W.; VON HOHENDORFF, R. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. **Cad. IberAmer. Direito. Sanit.**, Brasília, v.2, n.2, jul./dez. 2013.

ENGELMANN, W; ALDROVANDI, A.; BERGER FILHO, A. Perspectivas para a regulação das nanotecnologias aplicadas a alimentos e biocombustíveis. **Vigilância Sanitária em Debate**. Sociedade, Ciência e tecnologia, v. 1, n. 4, 2013, p. 115-127.

ENTREVISTADO 1. Funcionário do MCTI. **Coordenação de Micro e Nanotecnologias do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em julho de 2016.

ENTREVISTADO 2. Professor, cientista da Área de Física. **Atuou na Coordenação de Micro e Nanotecnologias do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em setembro de 2016.

ENTREVISTADO 3. Professor, cientista da Área de Física. **Atuou na Coordenação de Micro e Nanotecnologias do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em novembro de 2017.

ENTREVISTADO 4. Professora, cientista da Área de Farmacologia. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em novembro de 2017.

ENTREVISTADO 5. Pesquisador da Área de Nanotecnologia, **Aspectos ELSI e Riscos. Membro da Renanosoma**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em novembro de 2017. (Martins)

ENTREVISTADO 6. Professor, cientista da área de Física, **aborda em suas pesquisas a divulgação científica e aspectos interdisciplinares da ciência**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa em novembro de 2017. (Schulz)

EPA, 2007. Nanotechnology White Paper. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/nanotechnology\\_whitepaper.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/nanotechnology_whitepaper.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2018.

ESTEVES, J. P. Sociologia da Comunicação. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011.

ESTRADA, M. S. **Nanotechnology, Governance, and Knowledge Networks in the Global South**. Berlim: Palgrave, 2018. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-69514-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69514-3_1)>. Acesso em: 10 jan. 2019.

EUROPEAN COMMISSION, 2000. **Communication (COM (2000) 1final) on the precautionary principle**. Acesso em: 12 dez. 2017.

EUROPEAN COMMISSION, 2004. **Towards a European Strategy for Nanotechnology – Communication from the Commission**. European Communities 2004. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ai23024>>. Acesso em: 7 fev. 2018.

EUROPEAN COMMISSION, 2007. **Nanosciences and Nanotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009**. First Implementation Report 2005-2007. Committee Communication from The Commission to The Council, The European Parliament and The European Economic and Social Committee. Disponível em: <[https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2009/12/EU%202nd%20implementation%20report%202007%2009\\_416\\_6149.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2009/12/EU%202nd%20implementation%20report%202007%2009_416_6149.pdf)>. Acesso: 7 fev. 2018.

EUROPEAN COMMISSION, 2011. **Commission Recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial**. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011_en.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2018.

FAIRCLOUGH, N. **Discurso e mudança social**. Brasília: Editora UNB, 2008.

FALKNER, R.; JASPERS, N. Regulating Nanotechnologies: Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap. **Global Environmental Politics**, v. 12, n. 1, p. 30-55, 2012.

FARIA, A. **As características e o desenvolvimento da nanomedicina nas políticas brasileiras em nanociências e nanotecnologias (2001-2012)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas e Sociais), Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, 2013.

FARIAS JUNIOR, J. P. História e Retórica: propostas para análise documental. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 121, Junho, 2011.

FAZZIO, A. **Atual situação da nanotecnologia no Brasil. Audiência Pública**. Câmara dos Deputados – Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 29 de novembro de 2012. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012.

FDA, 2015. **Science and Research. Special Topics on Nanotechnology**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/ScienceResearch/SpecialTopics/Nanotechnology/default.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

FERNANDES, M. F. M.; FILGUEIRAS, C. A. L. Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro- desafios). **Quim. Nova**, v. 31, n. 8, p. 2205-2213, 2008.

FERREIRA, L. **Cientista e pesquisador do Biocant (Parque de Biotecnologia)**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa. Cantanhede, Portugal: Setembro de 2017.

FIANI, R. **Teoria da Regulação Econômica: Estado Atual e Perspectivas Futuras**. S.n.t.

FINNEMORE, M. International organizations as teachers of norms: The United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization and science policy. **International Organization**, v. 87, n. 4, 1993, p. 565–597.

FISCHER, F.; FORESTER, J. Introduction. IN: FISCHER, F.; FORESTER, John. **The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning**. London: Duke University Press, 2002.

FISCHER, F.; GOTTWEIS, H. Introduction. IN: FISCHER, F.; GOTTWEIS, Herbert (Orgs.). **The Argumentative Turn Revisited: Public Policy as Communicative Practice**. Carolina do Norte: Duke University Press, 2012.

FISHER, E. et al. Midstream Modulation of Technology: Governance from Within.

**Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 26, n. 6, p. 485-496, December 1, 2006.

FISHER, E. et al. The public value of nanotechnology? **Scientometrics**, 2010, v. 85, p. 29–39. doi: 10.1007/s11192-010-0237-1.

FOLADORI, G. **Nanoscience and nanotechnology in Latin America**. Nanowerk, 24 de agosto de 2006. Disponível em: <<https://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=767.php>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FOLADORI, G. Políticas Públicas en Nanotecnología en América Latina. **Revista Problemas del Desarrollo**, v186, 47, julio-septiembre 2016. Disponível em: <<http://probdes.iiec.unam.mx>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. La regulación de las nanotecnologías: una mirada desde las diferencias EUA-UE. **Visa em Debate**, v. 4, n. 2, p. 8-20, 2016.

FOLADORI, G. et al. Nanotechnology in Mexico: Key Findings Based on OECD Criteria. **Minerva**, v. 53, n. 3, p. 279-301, 2015.

FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. El papel de las organizaciones civiles en la innovación: discusión a partir del caso de la nanotecnología. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 111-131, mai./ago. 2017.

FONSECA, P. Políticas Públicas de Ciência, Tecnologias e Inovação: possíveis contribuições para uma governança responsável da nanotecnologia no Brasil. **Tomo**, n. 29, jul/dez, 2016.

FONSECA, P. F. C. **Traduzindo o desenvolvimento responsável da nanotecnologia: Reflexões sociotécnicas a partir de casos no Brasil e em Portugal**. 365f/Tese de Doutorado em Governança, Conhecimento e Inovação. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra – Portugal. Coimbra, 2014.

FONSECA, P.; PEREIRA, T. S. The governance of nanotechnology in the Brazilian context: Entangling approaches. **Technology in Society**, v. 37, p. 16–27, 2014,

FORNASIER, M. O. Princípio da Precaução e regulação do risco nanotecnológico: consequências econômicas. **EARL**, v. 5, n. 2, p.296-314, 2014.

FOSS HANSEN S. React now regarding nanomaterial Regulation. **Nature Nanotechnology**, v. 12, Issue 8, p. 714-716, 2017.

FOSS HANSEN, S. et al. Nanotechnology — early lessons from early warnings. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. **EEA Report**, n.1, 2013. European Protection Agency, 2013.

FOSTER, K. R. O princípio da precaução: bom senso ou extremismo ambiental. **IEEE Technology and Society Magazine**, Winter 2002/2003. Disponível em: <[http://www.seas.upenn.edu/~kfoster/Foster\\_precautionary\\_Portugese.pdfv](http://www.seas.upenn.edu/~kfoster/Foster_precautionary_Portugese.pdfv)>. Acesso: 10 abr. 2017.

FREITAS, Paulo. **Cientista e diretor do International Nanotechnology Laboratory (INL)**. Entrevista concedida para a realização desta pesquisa. Braga, Portugal: Setembro de 2017.

FUNDACENTRO, 2016. **Informação enviada pela Fundacentro através da Lei de Acesso à Informação**. Acesso em: 21 de dez. 2016.

FUNDACENTRO, 2018. **Nota Técnica N. 01/2018/Fundacentro**. Os desafios da saúde e segurança do trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologia.

FUNTOWICZ, S. e RAVETZ, J.: 'Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais'. **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, IV (2), p. 219-230, jul. / out. 1997.

GALEMBECK, F. Inovação para a sustentabilidade. **Quim. Nova**, v. 36, n. 10, p. 1600-1604, 2013.

GALEMBECK, F.; SANTOS, A. C. M.; SCHUMACHER, H. C.; RIPPEL, M. M.; ROSSETO, R. Indústria Química: Evolução Recente, Problemas e Oportunidades. **Quim. Nova**, v. 30, n. 6, p. 1413-1419, 2007.

GALILEU, 2007. Nanotecnologia entre o bem e o mal. Notícia publicada no site da **Revista Galileu**. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT596699-1938,00.html>>. Acesso: 17 jan. 2019.

GARNETT, K.; PARSONS, D. Multi-Case Review of the Application of the Precautionary Principle in European Union Law and Case Law. **Risk Analysis**, v. 37, n. 3, 2017.

GENUS, A.; STIRLING, A. Collingridge and the dilemma of control: Towards responsible and accountable innovation. **Research Policy** (2017). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.012>>. Acesso: 17 jan. 2019.

GIANDOMENICO, M. Análisis de Las Políticas Y Deliberación Pública. **Evidencia, Argumentación y Persuasión en la Formulación de Políticas**, 1997. México: Fondo de Cultura Económica.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODIN, B. **The making of Science, Technology and Innovation Policy: Conceptual Frameworks as Narratives (1945-2005)**. Montreal: Centre Urbanisation, Culture, Societé, Institut National de la Récherche Scientifique, 2009

GORDON, J. L. **Políticas para Nanotecnologia no Brasil – 2004/2008**. 174 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

GOTTWEIS, H. Rhetoric in Policy Making: Between Logos, Ethos and Pathos. IN: FISCHER, F.; MILLER, G.; SIDNEY, M. (Eds.) **Handbook of Public Policy Analysis: Theory, Politics and Methods**. New York: CRC Press, 2007. pp. 237-250.

GRANOVETTER, M. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**. v. 78, Issue 6, p. 1360-1380, 1973.

GRONBECK, B. E. Rhetoric and Politics. IN: KAID, Lynda Lee (Ed.) **Handbook of political communication research**. LEA's communication series. p.135-154. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2004.

GUSTON, D. H. Introduction to the Special Issue: Nanotechnology and Political Science. **Review of Policy Research**, v. 30, n. 5, 2013. doi: 10.1111/ropr.12038.

HAJER, M.; LAWS, D. Ordering Through Discourse. IN: MORAN, M.; REIN, M.; GOODIN, R. **The Oxford Handbook of Public Policy**. (Eds). New York: Oxford University Press, 2006, p. 251-268.

HEESTERBEEK, S. What RRI Governance means? IN: **COMISSÃO EUROPEIA RRI Tools, 2019**. Disponível em: <<https://youtu.be/bXv-y8Pf5wU>>. Acesso: 23 jan. 2019.

HELLAND, A.; WICK, P.; KOEHLER, A.; SCHMID, K.; SOM, C. Reviewing the environmental and human health knowledge base of carbon nanotubes. **Ciências & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 441-452, 2008.

HEMPHILL, T. A.; BANERJEE, S. Genetically Modified Organisms and the U.S. Retail Food Labeling Controversy: Consumer Perceptions, Regulation, and Public Policy. **Business and Society Review**, v. 120, n. 3, p. 435-464, 2015.

HERMIDA, C. C. **O nexo econômico-legal na lei sobre informações não divulgadas**. Dissertação de Mestrado. - Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR., 2011.

HERRERA, A. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. IN: SÁBATO, Jorge. **El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia**, con prólogo de Horacio González y Lino Barañao. - 1a ed. - Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional, 2011.

HESS, D. J. The Environmental, Health, and Safety Implications of Nanotechnology: Environmental Organizations and Undone Science in the United States. Exploring The Environmental, Health, and Safety implications of Nanotechnology. **Science as Culture**, v. 19, n. 2, p. 181-214. 2010.

HILL, M. **The Public Policy Process**. 4a. ed. Harlow (England): Pearson Education Limited, 2005.

HODGE, G.; MAYNARD, A.; BOWMAN, D. Nanotechnology: Rhetoric, Risk and Regulation. **Science and Public Policy**, v. 41, p. 1-14, 2014.

HOHENDORFF, R.; ENGELMANN, W.A nanotecnologia no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. **Cad. IberAmer. Direito. Sanit.**, Brasília, v. 2, n. 2, 2013.

IBGE (2016). **Pesquisa de Inovação 2014**. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

IBICT, 2010. **Projetos brasileiros de cooperação em ciência e tecnologia no Sétimo Programa-Quadro (FP7)**. Brasília: IBICT, 2010.

IBN, 2012. **Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia**. Brasília: Governo Federal, 2012.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003. **Nanotecnologia terá R\$ 77,7 milhões no orçamento 2004 – 2007 (Notícia de 1/10/2003)**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010175031001>>. Acesso: 12 nov. 2018.

INVERNIZZI, N. et al. Nanotechnology Policy in Argentina, Brazil and Mexico: a comparative analysis. Trabalho apresentado no GT Questioning the Policies and Practices of Nanotechnology. **9ª Reunião da Society for The Studies of New and Emerging Technologies (Snet)**, entre 9-11, Arizona State University, Phoenix, 2017.

INVERNIZZI, N.; FOLADORI, G.; QUEVEDO, J. The Rise (and Fall?) of Nanotechnology Policy in Brazil. In: BOWMAN, D.M.; DIJKSTRA, A.; FAUTZ, C., GUIVANT, J.; KONRAD, K., SHELLEY- EGAN, C.; WOLL, S.; **The Politics and Situatedness of Emerging Technologies**, Berlin: IOS Press, 69- 90, 2017.

INVERNIZZI, N. et al. Nanotecnología dirigida a necesidades sociales. Contribuciones de la investigación latinoamericana en medicina, energía y agua. **Sociologia y Tecnociencia**, v. 5, n. 2, pp. 1-30, 2015.

INVERNIZZI, N.; FOLADORI, G. Repitiendo la historia? Nanotecnología y riesgos ocupacionales In: KREIMER, P. **Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología en América Latina**. Siglo XXI Editoriales, Mexico, 2014.

INVERNIZZI, N.; HUBERT, M.; VINCK, D. Nanoscience and Nanotechnology: How an Emerging Area on the Scientific Agenda of the Core Countries Has Been Adopted and Transformed in Latin America. In.: MEDINA, E.; MARQUES, I. C.; HOLMES, C. **Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America**. MIT: USA, 2014.

INVERNIZZI, N.; FOLADORI, G. Posições de Sindicatos e ONGs sobre os riscos e a regulação da nanotecnologia. **Visa em Debate**, v. 1, n. 4, p. 72-84, 2013.

INVERNIZZI, N.; KÖRBES, C.; FUCK, M. P. Política de Nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. In FOLADORI, G., ZAYAGO, E.; INVERNIZZI, N. (Eds.) **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**. Mexico DF: Porrúa, 2011.

INVERNIZZI, N.; CAVICHILO, C. Nanotecnología en los Medios: ¿Qué Información Llega Al Público? **Revista Redes**, v. 15, n. 29, p. 139-175, Buenos Aires, Mayo de 2009.

INVERNIZZI, N. Visões do futuro: nanociência e nanotecnologia no Jornal da Ciência. Trabalho apresentado no *VII Esocite - Jornadas Latinoamericanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias*. 28 a 30 de maio de 2008, Rio de Janeiro, RJ Brasil.

INVERNIZZI, N.; FOLADORI, G.; MACLURCAN, D. Nanotechnology's Controversial Role for the South. **Science, Technology & Society**, v. 13, n. 1, p. 123–148, 2008.

INVERNIZZI, N. Los científicos brasileños legitiman las nanotecnologías. IN: FOLADORI, G., INVERNIZZI, N. **Las nanotecnologías en América Latina**. Mexico DF: Porrúa, 2008a.

IRWIN, A. et al. Regulatory Science: Towards a Sociological Framework. **Futures**. v. 29, n. 1, p. 17-31, 1997.

JASANOFF, S. Contested boundaries in policy-relevant science. IN: JASANOFF, S. **Science and Public Reason**. London, New York: Earthcan-Routledge, p. 103-132, 2012b.

JASANOFF, S. Product, process or programme: three cultures and the regulation of biotechnology. IN: JASANOFF, S. **Science and Public Reason**. London, New York: Earthcan-Routledge, p. 23-41, 2012a.

JASANOFF, S. Rationalizing politics. IN: JASANOFF, S. **The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers**. Cambridge, M.: Harvard University Press, pp. 1-17, 1990a.

JASANOFF, S. The political function of good science. IN: JASANOFF, S. **The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers**. Cambridge, M.: Harvard University Press, p. 229-252, 1990b.

JASANOFF, S. The songlines of risks. **Science and Public Reason**. London, New York: Earthcan-Routledge, p. 133-149, 2012c.

JC, 2017. **Em novo contingenciamento, MCTIC perde mais R\$104 milhões destinados ao PAC (Notícia)**. Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/em-novo-contingenciamento-mctic-perde-mais-r104-mi-destinados-ao-pac/>>. Acesso: 10 jan. 2019.

JIA, L. Global Governmental Investment in Nanotechnologies. **Curr Nanosci**. 2005 November 1; v. 1, n. 3, p. 263–266. doi:10.2174/157341305774642957.

JIANG, P. A Uniform Precautionary Principle Under EU Law. **PKU Transnational Law Review**, v. 2, n. 2, 2014.

JONES, R. A. L. What has nanotechnology taught us about contemporary technoscience? In: ZÜLZDORF, T; COENE, C; FERRARI, Arianna; FIEDELER, U; MILBURN, C; e WIENROTH, M (eds). **Quantum Engagements: Social Reflections of Nanoscience and Emerging Technologies**. Amsterdam: IOS Press, 2011.

JONES, R. A. L. Between promise, fear and disillusion: two decades of public engagement around nanotechnology. Conference at *IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference*, Portland, 15. Oct. 2018. Disponível em: <[http://www.softmachines.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/09/RALJones-paper\\_final.pdf](http://www.softmachines.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/09/RALJones-paper_final.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2019.

JORDAN, C.; KAISER, I.; MOORE, V. Nanotechnology Patent Survey: Who Will be the Leaders in the Fifth Technology Revolution. *Nanotechnology, Law & Business*, v. 9, n. 2, 2013.

KARN, B.; KUIKEN, T.; OTTO, M. Nanotechnology and in situ remediation: a review of the benefits and potential risks. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, n. 1, p.165-178, 2011.

KASTENHOFER, K. Risk assessment of Emerging Technologies and Post-Normal. *Science Science, Technology & Human Values*, v. 36, n. 3, p. 307-333, 2011.

KEARNES, M.; RIP, A. The Emerging Governance Landscape of Nanotechnology. In: GAMMEL, S.; LOSCH, A.; NORDMANN, A. (eds.) **Beyond The Regulation: The political use of Nanotechnology**. Heidelberg: Akademische Verlagsgesellschaft, Forthcoming, 2009.

KIM, Y.; CORLEY, E. A.; SCHEUFELE, D. A. Nanoscientists and political involvement: Which characteristics make scientists more likely to support engagement in political debates? *Science and Public Policy*, v. 44, n. 3, p. 317-327, 2017

KINGDON, J. **Agendas, alternatives, and public policies**. New York: Longman, 1995

KINGDON, J. Agenda Setting. In: THEODOULOU, S. Z.; CAHN, M. A. **Public Policy: The Essential Readings**. New Jersey (USA): Prentice Hall, 1995.

KNOEPFEL, P. et. al. Análise de Política Pública. Bristol (Great Britain): *The Policy Press*, 2007.

KRABBENBORG, L.; MULDER, H. Engagement in Nanotechnology: Constraints and Opportunities. *Science Communication*, 2015, v. 37, n. 4, p. 452–484.

KREIMER, P.; ZABALA, J. Producción de conocimientos científicos y 8 problemas sociales en países en desarrollo. *Nómadas*, v. 27, p.110-122, 2007.

KRIEBEL, D. How much evidence is enough? Conventions of causal inference. *Law and Contemporary Problems*, v. 72, n. 1, p. 121-136, 2009.

KULINOWSKI, K. Tentación, tentación, tentación: ¿Por qué es probable que respuestas simples sobre los riesgos de los nanomateriales sean erróneas? IN: FOLADORI, Guillermo; HASMY, Anwar; INVERNIZZI, Noela; ZAYAGO, Edgar. **Nanotecnologías en América Latina: Trabajo y Regulación**. Ed. MPorrúa, 2016.

LACAZ, F. A.; PORTO, M. F.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Rev Bras Saude Ocup**, 2017.

LACOUR, Stéphanie; VINCK, Dominique. **Nanoparticles, nanomaterials, what are we talking about?** Socio-Legal views on constructing the object of regulation in the field of “nano” risks. Paris: INRS, 2011.

LEI DE ACESSO À INFORMAÇÃO (LAI), 2011. Lei de Acesso à Informação. Lei nº 12.527/2011. Regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas. Brasil, Governo Brasileiro. Disponível em: <<http://www.acessoinformacao.gov.br/assuntos/conheca-seu-direito/a-lei-de-acesso-a-informacao>>. Acesso: 01 de fev.2019.

LATOURET, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Unesp, 1998.

LEAL, E. A. S. Avaliação do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI, 2007/2010). **Trabalho apresentado no XXXII Encontro de Engenharia de Produção – Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social**: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

LEÃO, C.; SOARS, M. A Política de Desenvolvimento Produtivo do Governo Federal e a Macrometa de Aumentar o Investimento Privado em P&D. **Radar Inovação Consultoria**, Setembro de 2008.

LEINONEN, A.; KIVISAARI, S. Nanotechnology perceptions: Literature review on media coverage, public opinion and NGO perspectives. **VTT Technical Research Centre of Finland Research Notes**, 2559, 2010.

LEMOLA, T. Convergence of national science and technology policies: the case of Finland. **Research Policy**, v. 31, 2002, p.1481–1490.

LINKOV, I.; TRUMP, B.D.; FOX-LENT, C. Resilience: Approaches to Risk Analysis and Governance. **IRGC Resource Guide on Resilience**, 2016. Disponível em: <<https://www.irgc.org/risk-governance/resilience/>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

LOUVEL, S.; HUBERT, M. L’usage des exemples étrangers dans les politiques de financement de la recherche. Les nanosciences et nanotechnologies en France. **Revue française de sociologie**, v. 57, n. 3, 2016, p. 473–501.

LUX RESEARCH, 2015. Nanotechnology Update: U.S. Leads in Government Spending Amidst Increased Spending Across Asia. **State of the Market Report**. Disponível em: <<https://members.luxresearchinc.com/research/report/18703>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

LUX RESEARCH, 2014. Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-enabled Products Increase. **State of the Market Report**. Boston, USA, 2014.

MAJONE, G. Agenda Setting. IN: IN: MORA, M.; REIN, M.; GOODIN, R. **The Oxford Handbook of Public Policy**. (Eds). New York: Oxford University Press, 2006, p. 229-250

MAJONE, G. **Evidence, Argument & Persuasion in the Policy Process**. New Haven/London: Yale University Press, 1989.

MARCHANT, G. E. et al. What does the history of technology regulation teach us about nano oversight? **The Journal of Law, Medicine & Ethics**, v. 37, n. 4, p. 724-731. 2009.

MARTINS, P. **Curso Conceitos de Nanotecnologia e Impactos à Saúde dos Trabalhadores, 4 de dezembro de 2012**. São Paulo: Fundacentro, 2012.

MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths**. London: Anthem Press, 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT), 2001. **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira - livro verde** / Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto de Melo. – Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências. 2001. 250 p.: il; 23 cm.

MCT, 2003. **Decreto n. 4724/2003** – Criação da Coordenação Geral de Nanotecnologia (CGNT). Brasília: MCT, 2003.

MCT, 2003b. **Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia**. Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT no. 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007. MCT, Brasil.

MCT, 2004. **Relatório sobre a Consulta Pública ao Documento Elaborado pelo GT de Nanotecnologia**. Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasília, janeiro de 2004.

MCT, 2004b. **Portaria MCT nº 614, de Instituição da Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior**. Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasília, 1º de dezembro de 2004.

MCT, 2004c. **Portaria MCT nº 614, de 1º de dezembro de 2004**. Institui a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.

MCT, 2005. **Relatório Referente à Gestão do Programa” Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia” no Exercício de 2005**. Brasília: MCT, 2005.

MCT, 2005b. **Lançamento do Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN)**. Notícia do site Ministério da Ciência e Tecnologia, 19. ago. 2005. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27137/Programa\\_Nacional\\_de\\_Nanotecnologia.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27137/Programa_Nacional_de_Nanotecnologia.html)>. Acesso em: 21 de set. 2016.

MCT, 2006. **Relatório Nanotecnologia Investimentos, Resultados e Demandas Junho de 2006**. Brasília: MCT, 2006.

MCT, 2006. **Relatório referente à gestão do Programa “Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia” no exercício de 2005**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias. MCT, Brasil.

MCT, 2006c. **Nanotecnologia Investimentos, Resultados e Demandas Dezembro de 2006**. Brasília: MCT, 2006.

MCT, 2006d. **Dados sobre as redes do Programa Rede Brasilnano**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, Coordenação Geral Micro e Nanotecnologias. Brasília: MCT, 2006.

MCT, 2007. **Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional**. Plano de Ação 2007-2010 (PACTI) – Documento Síntese. Brasília, 2007.

MCT, 2008. **Relatório Analítico do Programa para a CT&I para Nanotecnologia**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT). Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2008.

MCT, 2008b. **Relatório de Gestão Nanotecnologia 2004-2008**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT). Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2008.

MCT, 2009. **Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**. Brasília: MCT, 2009.

MCT, 2009b. **IV Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 11.ago.2009. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2009.

MCT, 2009c. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 8.out.2009. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2009.

MCT, 2010. **Relatório de Gestão 2009**. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – Ministério de Ciência e Tecnologia. Março, 2010. Brasília: MCT, 2010.

MCT, 2010b. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 09.fev.2010. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2010.

MCT, 2010c. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 07.dez.2010. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2010.

MCTI 2011. **Relatório de Gestão das Ações de Nanotecnologia - 2011**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT). Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2011.

MCTI, 2011b. Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional – seminários temáticos o Brasil no mundo. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Parc. Estr. Ed. Esp.** Brasília-DF, v. 16, n. 32, p. 581-600, jan-julho de 2011.

MCTI, 2011c. **Relatório de Gestão das Ações de Nanotecnologia 2011.** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT). Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2011.

MCTI, 2011d. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 31 de maio. 2010. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2011.

MCTI, 2011e. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 04 de out. 2010. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2011.

MCTI, 2011f. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 05 de dez. 2011. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2011.

MCTI, 2012a. **Portaria n. 811, de 12 de novembro de 2012.** Institui o CIN. Brasília: MCTI, 2012.

MCTI, 2012b. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015 Balanço das Atividades Estruturantes,** 2011. Brasília: MCTI, 2012.

MCTI, 2012c. **Programa de Nanotecnologia.** 2012. Apresentação em Power Point. Brasília: MCTI, 2012.

MCTI, 2012d. **Relatório de Gestão Institucional do Exercício de 2011.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Brasília: MCTI, 2012.

MCTI, 2012e. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 05 de dez. 2012. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2012.

MCTI, 2012f. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 28 de jun. 2012. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2012.

MCTI, 2012g. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 31 de dez. 2012. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2012.

MCTI, 2012h. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN).** Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 11.dez.2012. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2012.

MCTI, 2013. **Ata da reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia – CIN.** Brasília: MCTI, 2013.

MCTI, 2013b. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 12 de mar. 2013. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2013.

MCTI, 2013c. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 06 de ago. 2013. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2013.

MCTI, 2013d. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 16 de dez. 2013. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2013.

MCTI, 2014. **Regulação da Nanotecnologia no Brasil e na União Europeia**. Brasília: MCTI, 2014.

MCTI, 2014a. **Regulação da Nanotecnologia no Brasil e na União Europeia – Diálogos Setoriais**. MCTI, Brasil.

MCTI, 2014c. **NANoREG. Divulgação gráfica sobre o projeto do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e NANSREG**. MCTI, Brasil.

MCTI, 2014d. **Reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 31 de jul. 2014. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2014.

MCTI, 2014e. **Reunião do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN)**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) de 26.ago.2014. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2014.

MCTI, 2015. **Proposta da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019**. Brasília: MCTI, 2015.

MCTI, 2016b. **Relatório de Gestão – Exercício de 2015**. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT). Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2016.

MCTI, s/d. **Regulação da Nanotecnologia. Projetos de Lei do Poder Legislativo**. Documento disponibilizado pelo MCTI em visita técnica para elaboração desta pesquisa em 2016.

MCTIC, 2016. **Nanotecnologia aplicada ao Agronegócio**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. Brasília: MCTIC, 2016.

MDIC, 2016. **Nanotecnologia**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. MDIC, 2016. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/convenios/9-assuntos/categ-comercio-exterior/573-nanotecnologia>>. Acesso em: 27 jan.2018.

MENY, I.; THOENIG, J. **As políticas públicas**. Trad. De Francisco Morata. Barcelona (Espanha): Editorial Ariel S. A, 1992.

MEYER, Michel. Prefácio. In: PERELMAN, C., OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da Argumentação: A Nova Retórica**. 2ª Edição, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

MILLER, G.; SCRINIS, G. The role of NGOs in governing nanotechnologies: challenging the benefits versus risks' framing of nanotech innovation. In: HODGE, G., BOWMAN, D., MAYNARD, A. (eds). **International Handbook on Regulating Nanotechnologies**. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2010.

MILLS, Wright. Power Elites. In: THEODOULOU, Stella Z.; CAHN, M. **Política Pública: As leituras essenciais**. New Jersey (USA): Prentice Hall, 1995.

MILLSTONE, E. Science, risk and governance: Radical rhetorics and the realities of reform in food safety governance. **Research Policy**, v. 38, p. 624-636, 2009.

MOLON, S. Questões metodológicas de pesquisa na abordagem sócio-histórica. *Informática na educação: teoria & prática*. Porto Alegre, v.11, n.1, jan./jun. 2008.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MPOG, 2006. **Plano Plurianual 2004-2007: relatório anual de avaliação: ano base 2005: exercício 2006**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos -Brasília: MPOG, 2006.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (NAEPR), 2004. **Nanotecnologia (dez. 2004)**. – Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2004.

NANOCIENTISTA 1. **Brasil aposta na nanociência e nanotecnologia**. Entrevista concedida a Simone Pallone e Wanda Jorge. *Revista Inovação Uniemp*, v. 2, n. 1, Campinas jan. / mar., 2006

NANOREG, 2015. **NanoREG – A common European approach to the regulatory testing of nanomaterial**. News. March, 2015.

NANOREG, 2014. **Acordo de cooperação Brasil – NANoREG. Uma abordagem europeia comum para testes regulatórios de nanomateriais**. Versão final, 2014.

NIOSH, 2013. **Control Banding. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/>>. Acesso em: 10 de out. 2015.

NNI, 2000. **National Nanotechnology Initiative: leading to the next industrial revolution a report by the interagency working group on nanoscience, engineering and technology committee on technology national science and technology council**. February 2000, Washington, D.C.

NNI, 2016. **National Nanotechnology Initiative Strategic Plan**. National Science and Technology Council. Committee on Technology Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology. USA: October 2016.

NNI, 2018. **The national nanotechnology initiative supplement to the president's 2019 budget. Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and**

**Technology.** Committee on Technology of National Science and Technology Council, August, 2018.

NOLLE-NEUMANN, E. The Spiral of Silence: A theory of public opinion. **Journal of Communication**, Spring, 1974.

NUNES, J. A. As dinâmicas da (s) ciências no perímetro do centro: Uma cultura científica de fronteira? **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 63, Outubro, 2002.

OECD, 2007. **Relatório sobre a Reforma Regulatória: Brasil: Fortalecendo a governança para o crescimento.**

OECD, 2009. **Grupo de Trabalho em Nanotecnologia da OECD (2009).**

OECD, 2016. **Nanomaterials in Waste Streams: Current Knowledge on Risks and Impacts**, OECD Publishing, Paris. doi.org/: 10.1787/9789264249752-eng.

OLIVEIRA, 2017. Medidas preventivas - Estudos apresentam propostas para possíveis impactos de nanoproductos na saúde humana e no meio ambiente. **Revista Fapesp**, 2017. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/01/10/medidas-preventivas/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

OLÍVEIRA, O. P.; FARIA, C. A. P. Policy transfer, diffusion and circulation: research traditions and the state of the discipline in Brazil. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 36, n. 01, p. 13-32. São Paulo: março, 2017.

OSBORNE, Stephen. Introduction. IN: OSBORNE, Stephen. **The (New) Public Governance: a suitable case for treatment?** In *The New Public Governance? Emerging Perspectives on the theory and practice of public governance*. New York: Rutledge, 2010.

ODHEUSDEN, Michel Van. Where are the politics in responsible innovation? European governance, technology assessments, and beyond. **Journal of Responsible Innovation**, v. 1, n. 1, p.67-86, 2015. doi.org/: /10.1080/23299460.2014.882097.

PACTI I, 2006. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – Plano de Ação 2007-2010 (PACTI I)**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: MCT, 2006.

PACTI II, 2010. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2011-2014**. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: MCTI, 2010.

PANKE, L.; CERVI, E. Análise de Comunicação Eleitoral: uma proposta metodológica para os estudos de HGPE. **Contemporânea - Comunicação e Cultura**, v. 9, n. 3, p. 390–404, 2011.

PASCHOALINO, M. P.; MARCONE, G. P. S.; JARDIM, W. F. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Quim. Nova**, v. 33, n. 2, p. 421-430, 2010.

PBN, 2015. Entrevista em “A Quarta onda: para onde vai a nanotecnologia no Brasil?”. Notícia publicada em 3/09/2015. **Portal Brasileiro de Nanotecnologia**. Acesso em: 10 set. 2016.

PCAST, 2008. **The national nanotechnology initiative: second assessment and recommendations of the national nanotechnology advisory panel. executive office of the president president’s council of advisors on science and technology**. Washington, D.C. 20502 April 7, 2008.

PEIXOTO, F. **Nanotecnologia e sistemas de inovação: implicações para a política de inovação no Brasil**. 380 f. Tese (Doutorado em Economia) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

PELAEZ, V. Biopoder e regulação da tecnologia: o caráter normativo da análise de risco dos OGMs. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 2, jul./dez, 2004

PELAEZ, V. **O estado de exceção no marco regulatório dos organismos geneticamente modificados no Brasil**. [s.d]. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/848.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2009.

PELAEZ, V. Regulação de agrotóxicos: uma análise comparativa. **13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, USP, 03-06 de setembro de 2012. Disponível em: <[https://www.13snhct.sbhc.org.br/resources/anais/10/1356022660\\_ARQUIVO\\_RegulacaoAgrotoxicosSBHC.pdf](https://www.13snhct.sbhc.org.br/resources/anais/10/1356022660_ARQUIVO_RegulacaoAgrotoxicosSBHC.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2019.

PELAEZ, V. et al. A volatilidade da agenda de políticas de C&T no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 51, n. 5, p. 788-809, Rio de Janeiro, set/out. 2017.

PEN, 2017. **Consumer products: an inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market**. Project on emerging nanotechnologies. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>>. Acesso em: 16 de out. 2017.

PEREIRA, J. M.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de Inovação: A Lei de Inovação Tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**, v. 4, n.2, Art.18, jul/dez. 2005.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da Argumentação: a nova retórica**. 2a edição, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PIMENTEL, P.; NICHOLS, B.; QUEVEDO, J. Do vazamento de um discurso à posse do governo interino: O marketing político de Michel Temer. **Trabalho apresentado no Congresso Compolítica 7**. Porto Alegre, UFRGS, 2017.

PINCH, T.; BJIKER, W. La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. In. THOMAS, H. & BUCH, A. (eds) **Actos, actores y artefactos**. Sociología de la tecnología. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes, 2008.

PLENTZ, F.; FAZZIO, A. Considerações sobre o Programa Brasileiro de Nanotecnologia. **Cienc. Cult.** v. 65, n. 3, São Paulo, 2013.

PONCE, A. The European and Member State's Approaches to Regulating Nanomaterials: Two Levels of Governance. **Nanoethics**, v. 7, n. 3, p. 189-199, 2013.

PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018. **Evolução da nanotecnologia no Brasil requer aproximação entre universidade e indústria.** (Notícia). Publicada em 25. jan. 2018. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/noticias/evolucao-da-nanotecnologia-no-brasil-requer-aproximacao-entre-universidade-e-industria/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

PORTARIA n. 993/ANVISA. **Institui a criação do Comitê Interno de Nanotecnologia (CIN), de junho de 2013.**

PORTARIA n.364/04/MCTI. **Institui o Grupo de Trabalho com a atribuição de elaborar um estudo sobre a implantação e localização do Laboratório Nacional de Micro e Nanotecnologia.**

POURIS, A., BUYS, A. Nanotechnology and biotechnology research in South Africa: Technology management lessons from a developing country. **Apresentado em Technology Management for Emerging Technologies**, Vancouver, Canada, julho, 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6304055/?reload=true>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

PRATA, A. T. Regulação de Produtos Nanotecnológicos. **Apresentação na Oficina Temática sobre Regulação em Nanotecnologia, ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.** Brasília, 12 de maio de 2014. Secretário Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, MCTI, Governo Federal, 2014.

QUEVEDO, J. LOOSE, E. Uma experiência de educomunicação inovadora: as histórias em quadrinhos sobre nanotecnologia produzidas no Brasil. Chasqui. **Revista Latinoamericana de Comunicación**, n. 138, agosto-noviembre 2018, (Sección Ensayo, p. 273-298).

QUEVEDO, J.; CARVALHO, A.; FONSECA, P. Ciência, Tecnologias Emergentes e Sociedade: o caso dos debates sobre nanotecnologias em Portugal. **A imaginação do futuro: saberes, experiências, alternativas – Colóquio de homenagem a Boaventura de Sousa Santos**, Centro de Estudos Sociais, Universidade de Coimbra, 2018.

QUEVEDO, J.; FERREIRA, J. H.; INVERNIZZI, N. O mini-público como modelo comunicacional de promoção ao debate sobre riscos da nanotecnologia no Brasil. **Trabalho apresentado no Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XVII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sul – Curitiba - PR – 26 a 28/05/2016.** Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://www.portalintercom.org.br/anais/sul2016/resumos/R50-0495-1.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

QUEVEDO, J.; INVERNIZZI, N. A Rede De Atores das Proposições de Regulação da Nanotecnologia no Brasil. **Redes**, v. 23, n. 44, Bernal, junho de 2017, p. 77-101.

QUEVEDO, J.; INVERNIZZI, N. A comunicação governamental da ciência ao público. **Apresentação de trabalho na III Conferência Internacional Comunicar Ciência Num Mundo em Mudança**, 18-19 de Outubro, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

QUEVEDO, J. P.; INVERNIZZI, N. The Late Incorporation of Risk Governance into Nanotechnology Policy in Brazil. In: **SRA Policy Forum: Risk Governance for Key Enabling Technologies, Society for Risk Analysis**, 2017. Programação. Veneza, SRA Forum, 2017b.

QUEVEDO, J. et al. A nanotecnologia no Brasil e em Portugal: Diferentes modelos de desenvolvimento da PCTI. **Trabalho apresentado no GT 14 - Desafios e perspectivas para políticas de CT&I no Brasil, do 7o Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade - Esocite.BR/tecsoc**, entre 5 e 7 de outubro, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

RAUSCHER, H.; ROEBBEN, G. Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial”. **JRC Science for Policy Report**. EC: Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection, 2015.

REN, O.; GRAHAM, P. White Paper on Risk Governance – Towards an Integrative Approach. **International Risk Governance Council (IRGC)**. Suíça: Janeiro, 2006.

RICCARDI, C. S.; SANTOS M. L.; GUASTALDI, A. C. **Engineered Nanomaterials: Nanotoxicology Issues, Nanosafety and Regulatory Affairs**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.

RICCARDI, C. S.; GUASTALDI, A. C. Nanoregulação: avaliação dos cenários internacional e brasileiro. **R. Laborativa**. v. 2, n. 2, p. 135-162, out./2013. Disponível em: <<http://ojs.unesp.br/index.php/rlaborativa>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ROCO, M.; MIRKIN, C.; HERSAN, M. Nanotechnology research directions for societal needs in 2020 retrospective and outlook. World Technology Evaluation Center, Inc. (WTEC), WTEC, **Panel Report**, 2010.

ROLLAN, S. E.; SCHOOLS, S. Transboundary regulation in the case of nanotechnologies: a theoretical framing (with sarah schools). **Nanotechnology Law and Business**, v. 9, 2013.

ROMIG J. R, et al. An introduction to Nanotechnology policy: Opportunities and constraints for emerging and established economies. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 74, 2007, p.1634–1642

ROTOLO, D.; HICKS, D.; MARTIN, D. What is an emerging technology? **Research Policy**, 44, 2015, p.1827–1843.

RRI TOOLS. Responsible Research Innovation Tools (2019). **Projected funded from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement n. 612393**. Disponível em: <<https://www.rri-tools.eu/training/about>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

RSRAE, 2004. Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties. London: **The Royal Society & The Royal Academy of Engineering**. Disponível em: <[www.royalsoc.ac.uk/policywww.raeng.org.uk](http://www.royalsoc.ac.uk/policywww.raeng.org.uk)>. Acesso em: 23 jan. 2019.

SAHLIN, K., WEDLIN, L. Circulating Ideas: Imitation, Translation and Editing. In: **The Sage Handbook of Organizational Institutionalism** (p. 218–242). Los Angeles: Sage, 2008.

SALGADO, L. H. **Agências regulatórias na Experiência Brasileira: um panorama do atual desenho institucional**. IPEA, 2003.

SANDIN P. Dimensions of the precautionary principle. Human and Ecological Risk Assessment: **An International Journal**, v. 5, n. 5, p. 889–907, 1999.

SANTOS JUNIOR, J. L. **Ciência do futuro e futuro da ciência: redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

SARAIVA, R. “Memórias de Um Átomo”: nanotecnologia, percepção do risco e regulação. In: GOMES, Carla A. **Direito(s) dos Riscos Tecnológicos**. Lisboa: AAFDL, 2014.

SARGENT JR, J. F. Nanotechnology: a policy primer. Congressional Research Service. **CRS Report**, USA, 28 Junho, 2016.

SARNEY FILHO, J. **Projeto de Lei da Câmara nº 5.133, de 2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia**. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: 03 mai. 2016.

SARNEY FILHO, J. **Projeto de Lei nº 6.741, de 2013**. Dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>>. Acesso em: 03 mai.2016.

SCHNEIDER, S.; SCHIMITT, C. J. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SCHNEIDER, V. Redes de políticas públicas e condução de sociedades complexas. **Civitas**. v. 5, n. 1, p. 29-58. Janeiro, 2005.

SCHULTE, P. A.; BUENTELLO-SALAMANCA, F. Ethical Issues of Nanotechnology in the Workplace. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 5, p. 1319-1332, 2007.

SCHUMPETER, J. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Abril Cultural, São Paulo, 1982.

SCHWARTZMAN, S. Pesquisa universitária e inovação no Brasil. In: **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, 2008.

SHAFFER, G., F.; POLLACK, M. A. How hard and soft law interact in international regulatory governance: alternatives, complements and antagonists. In: EVENETT S., STERN, R. (editors). **Systemic implications of transatlantic regulatory cooperation and competition**. World Scientific, 2010. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1156867](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1156867)>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4a Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SISNANO, 2012. **Caderno de divulgação do SisNANO – Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias**. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: MCTI, 2012.

SMITH, G. **Democratic Innovations: designing institutions for citizen participation**, UK: Cambridge University Press, 2009.

SOLDATENKO, A. **An overview of activities related to nanotechnologies in Central And Eastern Europe, Caucasus And Central Asia**. Alexandrina Soldatenko, University of Strasbourg, July, 2011. Disponível em: <[http://www.unitar.org/cwm/sites/unitar.org.cwm/files/AN%20OVERVIEW%20OF%20ACTIVITIES%20RELATED%20TO%20NANOTECHNOLOGIES%20IN%20CENTRAL%20AND%20EASTERN%20EUROPE,%20CAUCASUS%20AND%20CENTRAL%20ASIA%20\(A.Soldatenko\)%20.pdf](http://www.unitar.org/cwm/sites/unitar.org.cwm/files/AN%20OVERVIEW%20OF%20ACTIVITIES%20RELATED%20TO%20NANOTECHNOLOGIES%20IN%20CENTRAL%20AND%20EASTERN%20EUROPE,%20CAUCASUS%20AND%20CENTRAL%20ASIA%20(A.Soldatenko)%20.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

STATNANO, 2016. **Ranking of Countries in Nanotechnology Publications in 2016**. Disponível em: <<http://statnano.com/news/57105>>. Acesso 23 jan. 2018.

STATNANO, 2017. **A Global Survey on Nanotechnology Products and Applications**. StatNano Group, outubro de 2017.

STATONANO, 2019. **Policy Documents**. Disponível em: <<https://statnano.com/policydocument/china/18>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

STOKER, Gerry. Governance as theory: five propositions. **International Social Science Journal**, v. 50, n. 155, p.17–28, 1998.

SUBRAMANIAN, V., WOODSON, T. S., COZZENS, S. Nanotechnology in India: Inferring Links Between Emerging Technologies and Development. In: AYDOGAN-Duda (Org.), **Making it to the forefront: nanotechnology--a developing country perspective** pp. 109–124. New York; London: Springer, 2012.

SURVEYGIZMO. Using Word Clouds To Present Your Qualitative Data. Sandy McKee. Acessível em <https://www.surveygizmo.com/resources/ebooks>. Acessado em 10 de fevereiro de 2019.

SUSSKIND, L. Arguing, Bargaining and Getting Agreement. In: MORAN, M.; REIN, M.; GOODIN, R. **The Oxford Handbook of Public Policy**. (Eds). New York: Oxford University Press, 2006, pp. 269-295.

USA, 2011a. **Executive Order 13563**. Federal Government. USA. Disponível em: <[https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/eo12866/eo13563\\_01182011.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/eo12866/eo13563_01182011.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2015.

USA, 2011b. **Principles for Regulation and Oversight on Emerging Nanotechnology**. Federal Government. USA. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/etipc-memo-3-11-2011.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

VAN DICK, L. What RRI Governance means? In: **Comissão Europeia RRI Tools, 2019**. Disponível em: <<https://youtu.be/bXv-y8Pf5wU>>. Acesso: 23 jan.2019.

VELHO, L. Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 13, n. 26, 2011.

VIOTTI, E. B. Brasil: De política de C&T para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. In: **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, 2008.

VISCUSI, W.; VERNON, J. & HARRINGTON, J. **Economics of Regulation and Antitrust**. Cambridge, M.: Heath and Company, 2a ed., 1992.

WISEU, A. Caring for nanotechnology? Being an integrated social scientist. **Social Studies of Science**, v. 45, n. 5, p. 642–664, 2015.

WARHEIT, D. et al.: “Health effects related to nanoparticle exposures: environmental, health and safety considerations for assessing hazards and risks”, **Pharmacology & Therapeutics**, v.120, n. 1, p. 35-42, 2008.

WEBER, M. H. Imagem Pública. In: RUBIM, A. **Comunicação e Política, conceitos e abordagens**. Salvador: Editora UFBA, 2004.

WEBER, M. H. **Na comunicação pública, a captura do voto**. *Logos*, 27: Mídia e democracia, ano 14, 2º semestre 2007.

WEBER, M. H. Nas redes de comunicação pública, as disputas possíveis de poder e visibilidade. In: WEBER, M.H.; COELHO, M.P.; LOCATELLI, C. (Orgs). **Comunicação Pública e Política: Pesquisa e Práticas**. Florianópolis: Insular, 2017.

WEISS, C. **Evaluation**. Prentice Hall: New Jersey, 1998.

WHELING, P. From invited to uninvited participation (and back?): rethinking civil society engagement in technology essment and development. **Poiesis Prax**, v. 9, n. 43–60, 2012.

WHITE, R. H. Nanotechnology: Risk Assessment and Management. **Chesapeake AIHA/ASSE Educational Seminar**, March 13, 2013.

WHITMAN, J. The governance of nanotechnology. **Science and Public Policy**, v. 34, n. 4, May 2007, p. 273–283. doi: 10.3152/030234207X215551.

WILSON, J. Q. The Rise of the Bureaucratic State. In: THEODOULOU, S. Z., CAHN, M.: **The Essential Readings**. New Jersey (USA): Prentice Hall, 1995.

WINNER, L. Do artifacts have politics? In: MACKENZI, Donald; WAJCMAN, Judy. **The Social Shaping of Technology**. Buckingham, Philadelphia: Open University, 1996. Press. Disponível em: <[http://perguntasapo.files.wordpress.com/2011/02/winner\\_1986.pdf](http://perguntasapo.files.wordpress.com/2011/02/winner_1986.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2019.

ZITTOUN, P. Understanding Policy Change as a Discursive Problem. **Journal of Comparative Policy Analysis**, v. 11, n. 1, p. 65-82, 2009.

## APÊNDICE A – TABELA DE ANÁLISE DOCUMENTAL

Data	
Título ou Referência	
Tipo e linhas gerais	Objetivos e tipo de documento
Eixo da PCTI	Agenda, implementação ou avaliação
Atores	Atores citados no documento
Inovação	Definições em argumentos
Riscos – questões de saúde, ambiente e segurança	Definições em argumentos
Impactos ELSI	Definições em argumentos
Participação	Definições em argumentos
Pontos estruturantes de argumentação	Pontos centrais da argumentação
Notas	Pontos relevantes da PCTI
Status	Uso do documento na burocracia estatal

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO DE ENTREVISTAS

Metodologia da OECD	Questões (OECD e outras)
O país conta com uma estratégia nova ou específica para NT?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que atores (dentro e fora do MCT) levaram adiante a ideia de uma estratégia específica para NT</li> <li>2. Em 2000 foi realizado o workshop Tendências em Nanociências e Nanotecnologia, organizado pelo CNPq, considerado o ponto de partida da ideia de um programa nacional de nanotecnologia. Que atores promoveram o workshop?</li> <li>3. Nesse seminário foi criado um grupo de trabalho para mapear as competências nacionais em NT e recomendar ações, entre elas o primeiro chamado de redes cooperativas? Como foi esse processo?</li> <li>4. O programa nacional de nanotecnologia no PPA 2004-2007 teve resistências?</li> <li>5. Houve recomendações de agências internacionais como Unesco, OEA e outras para criar um programa de NT? (Por ex. institutos do Milênio)</li> <li>6. Na sua avaliação, quem foi (ou foram) os atores chave para a efetivação do PNN?</li> </ol>
Objetivos da Política de NT	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Quais foram os objetivos de C,T e I contidos na política de nanotecnologia?</li> <li>8. Esses objetivos se mantêm os mesmos ou têm sido modificados?</li> </ol>
Relação com outras tecnologias emergentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Há instâncias de articulação da política de NT com outras tecnologias emergentes como biotecnologia, biologia sintética, TICs, etc.? Como se articulam?</li> </ol>
Instrumentos de suporte à política de NT	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Foi criado algum instrumento novo para a implementação da política de nano, ou foram usados os existentes (editais de pesquisa, financiamento a pesquisa U-E, etc.)?</li> <li>11. Como surge a ideia de redes cooperativas de pesquisa em nano? Era um instrumento já usado em outras áreas? Foi bem-sucedido para promover a interação de pesquisadores e formação de má crítica em nano?</li> </ol>
Financiamento da política de NT	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Tem sido dedicado um financiamento específico à política de NT?</li> <li>13. Porque tem ocorrido tantas oscilações no financiamento? Há disputa de orçamento com outros setores?</li> <li>14. O orçamento dedicado é suficiente para estimular uma área considerada “estratégica” na PCTI?</li> </ol>

<p>Instituições envolvidas na formulação e implementação da política pra NT</p>	<p>15. Inicialmente, o programa de NT parece ter estado bastante restringido ao MCT. Como se deu o envolvimento de outras instituições?</p> <p>16. A IBN sugere uma nova governança da NT com múltiplos atores envolvidos, não apenas entre ministérios, mas também agências reguladoras e representantes da sociedade civil. Como se chegou à percepção da necessidade de ampliar essa governança?</p> <p>17. Entre esses novos atores, quais tem sido mais atuantes?</p> <p>18. Houve envolvimento ativo, por ex, do Min do Meio Ambiente, tanto em promover pesquisas em NT com foco ambiental como em avaliar os riscos ambientais?</p> <p>19. Qual o estágio de desenvolvimento das atividades nas agências reguladoras? Quem promoveu a incorporação do tema: o MCT ou foi procurar pelas agências?</p> <p>20. Na sua perspectiva: há uma boa coordenação das atividades de NT entre ministérios, agências, etc? Quais os aspectos frágeis, se houver?</p>																				
<p>Engajamento em organizações internacionais</p>	<p>21. O programa de NT no Brasil tem estado vinculado com as seguintes organizações internacionais?</p> <table border="1" data-bbox="464 981 1433 1317"> <thead> <tr> <th data-bbox="464 981 719 1055">Instituição Internacional</th> <th data-bbox="719 981 919 1055">Início do vínculo</th> <th data-bbox="919 981 1179 1055">Permanente?</th> <th data-bbox="1179 981 1433 1055">Forma de participação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="464 1055 719 1093">ISO</td> <td data-bbox="719 1055 919 1093"></td> <td data-bbox="919 1055 1179 1093"></td> <td data-bbox="1179 1055 1433 1093"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1093 719 1131">OMS</td> <td data-bbox="719 1093 919 1131"></td> <td data-bbox="919 1093 1179 1131"></td> <td data-bbox="1179 1093 1433 1131"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1131 719 1279"><i>International Risk Governance Council</i></td> <td data-bbox="719 1131 919 1279"></td> <td data-bbox="919 1131 1179 1279"></td> <td data-bbox="1179 1131 1433 1279"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="464 1279 719 1317">OECD</td> <td data-bbox="719 1279 919 1317"></td> <td data-bbox="919 1279 1179 1317"></td> <td data-bbox="1179 1279 1433 1317"></td> </tr> </tbody> </table>	Instituição Internacional	Início do vínculo	Permanente?	Forma de participação	ISO				OMS				<i>International Risk Governance Council</i>				OECD			
Instituição Internacional	Início do vínculo	Permanente?	Forma de participação																		
ISO																					
OMS																					
<i>International Risk Governance Council</i>																					
OECD																					
<p>Engajamento em redes de pesquisa internacionais</p>	<p>22. Que ações de cooperação internacional (oficiais) o Brasil tem promovido na área de NT? Citar países.</p>																				
<p>Processos de engajamento com a indústria</p>	<p>23. Que formas de participação da indústria tem sido desenhada na política de nanotecnologia?</p>																				
<p>Processos de engajamento público</p>	<p>24. Que processos formais ou informais têm sido desenvolvidos para incluir o input da sociedade na política de NT? 25. Porque somente o primeiro programa de NT foi para consulta pública e não os seguintes?</p>																				

Nível e forma de inclusão de aspectos éticos, legais e sociais (ELSI)	<p>26. A política de NT, desde o primeiro programa, tem contemplado aspectos ELSI?</p> <p>27. De que forma: como princípio geral, como política específica?</p> <p>28. Que ações específicas têm sido desenvolvidas?</p> <p>29. Como foi articulado o chamado a redes de pesquisa em aspectos ELSI e riscos em 2004, e por que não foi reeditado posteriormente?</p> <p>30. Atores sociais têm pressionado por uma agenda ELSI?</p> <p>31. Houve incorporação do exemplo da pesquisa ELSI de países mais industrializados?</p>
Nível e forma de inclusão da avaliação de riscos	<p>32. Quando e de que forma a necessidade de incorporar a pesquisa sobre riscos dos nanomateriais se tornou necessária?</p> <p>33. Dos editais de 2004 às redes de nanotoxicologia de 2011 há um período longo sem chamados específicos para a temática. Houve um edital em 2007 ou 2008 que não chegou a ver a luz. Quais foram os fatores que levaram a esta situação? Houve relutância a incluir a discussão sobre riscos?</p> <p>34. Atores sociais têm pressionado por uma agenda para pesquisa sobre riscos da NT?</p>
Regulação	<p>35. Quais foram as primeiras atividades vinculadas a regulação desenvolvidas a partir de diretrizes da política de NT?</p> <p>36. Que instituições estiveram envolvidas?</p> <p>37. Como avalia a situação atual e o futuro da regulação da NT no Brasil?</p>
Principais resultados da política de NT	<p>38. No seu ver, quais são os resultados mais bem-sucedidos da política de NT?</p> <p>39. Que metas foram atingidas e quais ainda não?</p>
Desafios da política de NT	<p>40. Quais têm sido os principais desafios da política de NT ao longo de sua trajetória de quase 15 anos?</p> <p>41. Quais são os desafios atuais?</p>
Redes de pesquisa 2010	<p>42. Houve um chamado a redes de pesquisa em 2010 diretamente focado a aplicações de nanotecnologia para resolver problemas sociais. Em uma entrevista foi dito que o objetivo era atender as metas do milênio. Como surgiu a ideia desse edital?</p> <p>43. Porque essas redes duraram apenas 2 anos, e não 4 como as demais?</p>