

**I Seminário de Pós-Graduação em Políticas Públicas  
Outubro, 2017, Curitiba**

**A tardia governança de risco nas política de nanotecnologia brasileiras**

**GT F - Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação**

## A tardia governança de risco nas política de nanotecnologia brasileiras

Josemari QUEVEDO,<sup>1</sup> Noela INVERNIZZI<sup>2</sup>

**Resumo:** A nanotecnologia entrou na agenda científica dos países industrializados desde o início de 2000. Na sequência de controvérsias ciência-sociedade em torno de riscos tecnológicos, políticas de ciência, tecnologia e inovação (PCTIs) para nanotecnologia incorporaram estratégias sobre governança de risco ao longo do desenvolvimento desta tecnologia. O Brasil também incorporou a nanotecnologia como área estratégica de sua PCTI, em uma trajetória com duração superior a 15 anos. Nesta, a governança de riscos foi deixada em segundo plano. A primeira ação voltada para questões ambientais, de saúde e segurança (ASS) foi uma chamada de pesquisa em 2004. No entanto, isso se tornou uma iniciativa sem continuidade. Apenas em 2011, o então Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação lançou uma ação mais sistemática. Em 2012, o país se juntou ao consórcio NANoREG, com o objetivo de ampliar as capacidades em pesquisa de risco e regulação. Ao mesmo tempo, dois projetos de lei foram apresentados no Congresso para a área, ambos estagnados. Embora tardiamente, uma incipiente rede de atores se formou em torno da governança de riscos da nanotecnologia. Com base em análise conteúdo de documentos oficiais, registros de audiência pública, notícias e entrevistas, esta comunicação: a) identifica, nas ações da PCTI de nanotecnologia, a abordagem de governança de risco em construção; e b) examina as perspectivas dos cientistas brasileiros quanto à legitimação da pesquisa sobre riscos de nanotecnologia.

**Palavras-chave:** Governança de Risco, Política Pública, Nanotecnologia, Brasil.

---

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na linha de Regulação, Tecnologia e Sociedade. Agência Financiadora de Pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Convênio de Cooperação Internacional CAPES/FCT (Processo no 23038.002469/2014-65). Integrante do Grupo de Pesquisa CNPq Tecnologias Emergentes, Sociedade e Desenvolvimento - <https://nanotecnologiasociedade.weebly.com/>. Bolsista CAPES. Email: josemari.quevedo@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Política Científica e Tecnológica na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Professora no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Federal do Paraná. Integrante do Grupo de Pesquisa CNPq Tecnologias Emergentes, Sociedade e Desenvolvimento - <https://nanotecnologiasociedade.weebly.com/> Email: noela.invernizzi@gmail.com.

## 1. Introdução

A nanotecnologia (NT) se tornou foco de interesse estratégico dos principais países no início dos anos 2000. Na esteira de conflitos do desenvolvimento científico junto à sociedade, emergem as incertezas sobre os riscos nanotecnológicos considerando os casos problemáticos envolvendo ciência e regulação, como foram a encefalopatia espongiforme bovina (*cow disease*), que expôs a regulação britânica ao descrédito, e dos alimentos geneticamente modificados bastante contestados especialmente na França (FOSTER, 2003). Os órgãos reguladores nos Estados Unidos e Europa surgem dentro da burocracia governamental nos 1970 como resposta aos acidentes químicos e aos riscos do desenvolvimento de tecnologias sem controle (FREITAS *et al.*, 1997). Assim, políticas públicas, sob diferentes estágios, procuram incorporar novas formas de governança de risco para acompanhar o desenvolvimento das tecnologias. O governo brasileiro também incorporou a NT como área estratégica em sua política científica, tecnológica e de inovação (PCTI), se inserindo neste contexto global emergente.

Na trajetória de mais de 15 anos de estímulo à nanotecnologia no Brasil, a governança de risco ficou em segundo plano na formulação e implementação da PCTI. A política priorizou a criação e a implementação de laboratórios, estruturação de redes de pesquisa, projetos institucionais de P&D, indução de pesquisa específica e realização de eventos de integração universidade-empresa, entre as principais frentes de desenvolvimento. A primeira ação contemplando questões de ambiente, saúde e segurança (questões ASS, tradução para *EHS Issues – Environmental, Health and Safe Issues*) apareceu num chamado de pesquisa em 2004, que se constituiu em uma iniciativa isolada e não teve continuidade. Mais adiante, em 2007, uma nova chamada de pesquisa sobre riscos acabou sendo arquivada. Assim, somente em 2011 iniciou-se um tratamento mais sistemático destas questões relacionadas ao risco com o lançamento de seis redes de pesquisa de nanotoxicologia e duas redes de nanoinstrumentação.

Em 2012, o país se incorporou ao consórcio NANoREG, com um plano mais efetivo de ampliar as capacidades nacionais em pesquisa de riscos com fins regulatórios. Ao mesmo tempo, dois projetos de lei de rotulação e regulação de nanotecnologia ficaram estagnados no Congresso, após o depoimento de cientistas que questionaram os projetos. Por sua vez, algumas agências regulatórias, além de instituições públicas como uma empresa e uma fundação, começaram a realizar treinamentos internos sobre nanotecnologia. Neste sentido, começou-se a formar, tardiamente, uma incipiente rede

de atores em torno da governança dos riscos (LATOUR, 1999). Essa rede de atores, formada por cientistas, formuladores políticos e instituições é um alicerce de entendimento sobre os elementos que mais se repetem no desenvolvimento da PCTI.

Assim, a partir de pesquisa de análise do conteúdo de documentos oficiais, registros audiovisuais de audiência pública, notícias e entrevistas, este artigo a) identifica, nas ações da política de NT no Brasil, qual é o enfoque de governança de riscos que se constitui; e b) verifica, a partir das visões dos cientistas brasileiros, como se opera a legitimação da pesquisa sobre riscos.

A metodologia deste estudo exploratório é integrada de revisão bibliográfica, de material levantado em entrevista com formuladores políticos e em arquivos do MCTIC<sup>3</sup> durante visita de campo em que se obteve acesso a documentos da PCTI. Na seção que segue, é identificada a controvérsia em torno da NT em decorrência de uma restrita governança de risco. Na seção 3, discute-se a abordagem da governança de risco da PCTI, com dois momentos demarcados da governança. A seção 4 conta com duas partes. A primeira apresenta perspectivas dos principais nanocientistas envolvidos com o desenvolvimento da política na primeira década, se verificando como encaram a pesquisa sobre riscos em uma dicotomia usual de prevalência dos potenciais benefícios. A seguir, delimita-se como posicionamentos são expostos no surgimento de um debate sobre a regulação da NT no Brasil. Por fim, a seção 5 sintetiza algumas conclusões.

## **2. A controvérsia da nanotecnologia**

A nanotecnologia se configura no contexto científico como campo de convergência das principais áreas do conhecimento como a física, química, biologia e engenharia e como foco da nova corrida de competição econômica no mundo com potenciais benefícios sociais e nanoprodutos potentes (SARGENT JR, 2016). No entanto, esta tecnologia é marcada pela controvérsia no debate acadêmico por também apresentar potenciais riscos à saúde, ambiente e segurança e de poder impactar a sociedade levantando preocupações sociais, éticas e políticas (aspectos ELS).

Segundo Hess (2010), 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 outros materiais em gerações anteriores de tecnologia. Há estudos sobre nanotubos de carbono, para citar um dos elementos mais comuns, que

---

<sup>3</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).

demonstraram patogenias semelhantes às provocadas por amianto devido à bioacumulação no corpo (SCHULZ, 2009). Parte desta preocupação é um reflexo das reações a experiências com outras tecnologias quando chegaram ao público. É notável o receio da perda de credibilidade e confiança do público na N&N caso persista a lacuna regulatória global e a exposição a nanopartículas sem controle (FALKNER *et al.*, 2012). Lições do passado sobre os riscos tecnológicos justificam preocupação 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 e, mais recentemente, em Fukushima, no Japão, em 2011. Marchant *et al.* (2009) argumentam isso justifica que a NT seja desenvolvida com responsabilidade, pesquisas mais ampla e critérios consistentes de regulação.

Quando o governo dos Estados Unidos lançou a política de nanotecnologia para aquele país em 2000, as demais nações, incluindo países da União Europeia (UE) e América do Sul, como o Brasil, realinharam agendas políticas em uma sequência internacional que vem colocando uma prioridade estratégica nesta nova plataforma de desenvolvimento. Entretanto, desde o seu início, em 2000, a NNI norte-americana explicitou algumas ações voltadas a responder as questões de risco postas pela NT (FOSS HANSEN *et al.*, 2013), diferente do que ocorreu no Brasil. Dessa forma, na imitação do modelo de política da NNI (2010), a parte da governança de riscos foi ignorada na concepção da PCTI brasileira. Embora não harmonizadas e globalmente obrigatórias, regulações dispersas e medidas sobre riscos na UE sustentaram alguma atenção a nanoriscos na criação de políticas sobre NT (PONCE, 2013). Muito disto se deveu à repercussão mundial do alerta da *Royal Society and Royal Academy of Engineering* do Reino Unido para evitar a liberação de nanomateriais no ambiente e proibir a sua liberação intencional até que se demonstrasse que potenciais benefícios superam os riscos (RS&RAE, 2004). ONGs e sindicatos questionaram sobre os riscos da NT, havendo aclamação de moratória de nanoproductos (INVERNIZZI *et al.*, 2017).

No Brasil, onde a política de nanotecnologia foi concebida com o objetivo de alavancar a economia do país através da inovação e com a prevalência da comunidade científica na formulação e implementação da agenda (BAGATTOLLI *et al.*, 2016), revelou-se uma racionalidade política marcada pela ausência de medidas de risco. Conforme aponta a documentação do MCTI (2008), a concepção da política priorizou retoricamente a promoção da nanotecnologia para o setor produtivo. Isto refletiu no Brasil em reduzidas políticas de pesquisas sobre riscos se comparadas às políticas de incentivo ao desenvolvimento da NT.

### **3. A abordagem de governança de riscos na política brasileira de NT**

Nesta seção, é discutida a governança da PCTI de NT brasileira. Destacam-se na análise dois momentos delimitados sobre a abordagem da governança de riscos no desenvolvimento da política em 15 anos. O primeiro entre 2000 e 2010 e o segundo entre 2011 e 2015. O desenho da governança política não contemplou, no início, uma governança de risco. Conforme postulam Linkov *et al.* (2016), a governança política teve que ser suprida com a governança de risco posteriormente, e edificou lacuna sem a consideração concreta a riscos e implicações. A governança de riscos foi agregada, após ações políticas, incentivos e pesquisas, processos e produtos em N&N já circularem no país (BARBOSA, 2017; BAGATOLLI *et al.*, 2016; ENGELMAN, *et al.*, 2016).

Tais momentos da governança política foram delimitados por atos e efeitos normativos da intenção para implementação desta PCTI. Como indicam Meny *et al.* (1992), esses momentos possibilitam maior transparência acerca do padrão político e decisório adotado pelo Estado. A proposição da PCTI passou, conforme Kingdon (1995), pela conformação de uma decisão inicial de promover esta plataforma convergente para o desenvolvimento do país, a partir do envolvimento de atores sociais relevantes e decisores políticos. Assim, a formação da agenda e a implementação se integraram e foram mudando ao longo dos mais de 15 anos, com posições que apresentam um padrão no desenvolvimento e ausências sobre controle de riscos.

#### **3.1 A governança política sem abordagem explícita de riscos**

Na sua formulação, a PCTI de nanotecnologia brasileira foi, até certo ponto, inspirada pela NNI dos Estados Unidos, o que é perceptível na importância dada à reestruturação ou criação da malha laboratorial de pesquisa, à ativação de orçamentos e fundos e da integração da NT como potencial de competição econômica sendo uma política transversal a órgãos estatais e científicos, como centros de pesquisa e universidades. A diferença é que a NNI estipulou no seu primeiro documento a intersecção com agências estatais e a consideração dos riscos (FOSS HANSEN, 2013). No Brasil, isto só foi acontecer de forma explícita e em documentos oficiais da política na segunda década, embora tenham havido duas chances de inserir a preocupação com riscos antes. A primeira oportunidade foi em 2001, com a tentativa de lançamento de uma chamada para formação de quatro redes de pesquisa envolvendo riscos e, em 2007, quando o edital de chamada para formação de redes de nanotoxicologia foi arquivado

(MENDES, 2016). Nota-se que, do início ao fim da primeira década da política de nanotecnologia no Brasil, a política visando riscos se tornou um assunto evitado. Como resultado, a lacuna de governança de risco na PCTI consistiu em ausência de ações sobre nanoriscos e demarcando diferença na adaptação brasileira em relação à NNI.

Segundo Stoker (1998), o conceito de governança está interligado 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 se evidencia em como foi implementada a PCTI de nanotecnologia brasileira, ou seja, por meio de orçamento coordenado, e de prioridades produtivas e científicas. Quanto à inserção da política na perspectiva administrativa do Estado, há ao menos três grandes programas que sustentaram as ações em N&N (Programa de Desenvolvimento da Nanotecnologia e Nanociência – 2004; Programa Nacional de Nanotecnologia – 2006; e IBN – 2012), com a política se estabilizando em instâncias normativas do Estado como os planos plurianuais.

Ações-chave para a criação de uma política ativa para o setor, com estudos de viabilidade da NT desenvolvidos por conselhos e formuladores político de perfil científico, realização de reuniões e workshops foram estabelecidas e cumpridas (MENDES, 2016). Ademais, os programas de desenvolvimento da N&N foram integrados por ações políticas transversais alinhadas aos macroplanos governamentais, como Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP), Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e Plano Brasil Maior. Segundo Fernandes *et al.* (2008, p. 2207), o “PPA 2000-2003 do governo federal já previa uma ação para nanotecnologia” e, no PPA 2004-2007, a área ganhou um programa: Programa 1110 – Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia (PDN&N) com foco em desenvolver novos produtos e processos em NT e aumentar a competitividade da indústria a partir da implantação e apoio a laboratórios e redes de NT e de fomento a projetos de P&D (MCT, 2003).

Destaca-se que, paralelamente em 2005, o governo também lançou o Programa 1388 – Ciência, Tecnologia e Inovação para a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que interligava as ações do MCTI e do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). A PITCE considerava a nanotecnologia como área “portadora de futuro”, colocando este campo como estratégico ao desenvolvimento do país (INVERNIZZI, 2008). Para Fernandes *et al.* (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 o argumento da NT representar “uma revolução tecnológica”.

O Plano de Ação 2007-2010 do então MCT objetivava desenvolver produtos e processos e a transferência de tecnologia entre a academia e as empresas. Contudo, destaca Invernizzi (2008, p. 8), há a menção na PCTI da necessidade de medidas sobre questões éticas e de impactos social do uso de nanoprodutos.

Outra característica ao longo da implementação da política foi o desenvolvimento de redes de pesquisa a partir das agências de fomento como Capes, CNPq e FAPs que sustentaram o estabelecimento de ações no nível da nanociência ao passo em que foram colocadas como distribuidoras de orçamentos, reorganizando centros de pesquisa e missões científicas. Na fase dos PPAs, diversas redes foram lançadas como o Programa Brasil Nano, um dos planos mais robustos que recebeu R\$ 27,2 milhões de reais (US\$ 12 milhões) para quatro anos, com recursos provenientes também dos Fundos Setoriais (SANTOS JUNIOR, 2013). Dentre as redes na primeira década da PCTI, a única a ter aprovados quatro projetos relacionados a questões ASS visando estudo de riscos, embora sem citar riscos nos títulos, e aspectos ELS foi a proveniente do Edital MCT/CNPq Nanotecnologia no. 013/2004, com a previsão de R\$ 200 mil<sup>4</sup>. Destaca-se, todavia, que algumas redes de pesquisa, embora não induzidas a desenvolver investigação que contemplassem aspectos ELS, desenvolveram trabalhos que abordaram implicações sociais ao se apropriarem dos recursos públicos, tais como a aplicação da nanociência para doenças negligenciadas (INÁCIO, 2017).

Em 2010, as questões dos riscos ganham foco na política devido à crescente preocupação global e pela tramitação no Congresso de dois projetos de lei sobre o controle e rotulagem de NT<sup>5</sup>. Isto em parte também se explica pela demanda dos novos atores que passam a integrar o Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNano), criado em 2008 para assessorar o MCTI. A fundação da Rede de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil também pressiona por uma governança de riscos na PCTI.

### **3.1 A evolução da governança**

Visando uma governança de riscos, a primeira medida concreta foi a chamada

---

<sup>4</sup>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>5</sup> 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; e 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.

para formação de redes de nanotoxicologia no Edital CNPQ 2011, que previa R\$1,2 milhões em apoio à formação de seis redes de nanotoxicologia, a serem contempladas cada uma com R\$450 mil para despesas de custeio e R\$150 mil para despesas de capital. Cada área de toxicologia foi pesquisada por uma universidade.

Outro ponto relevante desta fase foi a formação de duas redes de nanoinstrumentação, no valor de R\$2,7 milhões. As redes de nanoinstrumentação colaboram com a perspectiva de governança de risco indiretamente, uma vez que a instrumentação é fundamental para a malha laboratorial de regulação e questões ASS.

A segunda medida foi a aderência ao NANoREG em 2014. A iniciativa da Comissão Europeia é de cooperação internacional e está ligada 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). A inserção brasileira custou mais de 2 milhões de euros (NANOREG, 2014). Visando produzir ciência regulatória, este foi um passo dado pela Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN) (2012-2015), que apresentava, finalmente, um pilar com a consideração de um marco legal visando a regulação e envolvia riscos. A responsabilidade de governo pelo consórcio ficou a cargo da presidência do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN) ocupada pelo MCTI. O NANoREG visa produzir ciência regulatória sobre nanopartículas baseadas em produto e não em processo, não sendo órgão de regulação, mas uma plataforma que produz ciência a partir de um acordo conjunto, do qual o Brasil se tornou signatário entre outros países. O Brasil participa com a produção de dados a partir de algumas escolhas. A ideia é condicionar a regulação visando um parâmetro global e buscar captar parceiros a partir de dados produzidos. Porém, com a intensificação da crise brasileira a partir de 2014 o projeto não avançou mais.

Ainda assim, a IBN se revelou um programa mais sistemático dentro da PCTI, estabelecendo-se, então, com o objetivo de 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) e com uma previsão regulatória explícita. Cooperações e medidas criaram instrumentos que se estabeleceram com o empenho da comunidade de pesquisadores de NT já mobilizada, em que pese a IBN não ter sido inteiramente implementada. Se não foi contemplada na primeira década da PCTI uma governança de risco, que idealmente

deveria ser conectada com a governança política e ter uma função que fosse além da administração e análise de risco considerando na tomada de decisão um rol de atores interessados e potencialmente atingidos por tecnologias desafiadoras de forma coordenada (REN *et al.*, 2006), isto mudou pontual e rapidamente com a IBN.

Através do CIN, esforços políticos ganharam amplitude de governança política transversal envolvendo nove ministérios e órgãos estatais que apresentaram direções à governança de risco. Nesta evolução da governança foi contemplado um novo desenho para a governança de risco, com o comitê se tornando um espaço governamental mais plural para fomentar a política de NT (INVERNIZZI *et al.*, 2017).

O principal instrumento de articulação em rede para o aprofundamento da investigação de NT na IBN, o SisNANO, consistiu em um sistema de 26 laboratórios dedicados à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) que capacitou esses centros e os colocou dentro de uma rede esquemática de compartilhamento de infraestrutura com a indústria, voltada ao avanço da inovação no país. Aliada ao SiSNano e vinculada ao CIN, a rede de pesquisa sobre nanotoxicologia e nanoinstrumentação foi implementada de forma transversal unindo Inmetro e universidades em 2011.

A regulação emergiu como questão comum a diferentes instituições, que são a 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). Maiores e focados orçamentos a este ramo da política foram discutidos no CIN, mas não chegaram a ser implementados. A última reunião em 2016 não teve quórum e refletiu o período de instabilidade com o impedimento presidencial e mudança nos ministérios (INVERNIZZI *et al.*, 2017).

Com a IBN promovendo disposições mais visíveis para o controle de riscos e recursos orçamentários aplicados nas agências reguladoras, em órgãos estatais, nas linhas de pesquisa de nanotoxicologia, se estabeleceu um desenho de governança de risco, promovendo um avanço entre os anos de 2012 e 2015 do estágio anterior da governança política. A disposição das informações sobre o fomento e investimento nessas medidas é de difícil sistematização, sendo possível avaliar em geral os recursos das instituições e quais funções desempenhariam dentro de uma perspectiva de controle de riscos em uma governança ainda em construção.

Investimentos relacionados à IBN somaram R\$450 milhões em 2013 e 2014, valores abrangidos pelo Plano Brasil Maior, do governo federal. Os valores unificados, organizados e discriminados conforme o destino da aplicação dos recursos entre 2012 e

2015 foram solicitados, em 2015, aos órgãos públicos que participam direta ou indiretamente da governança de riscos. Os dados sobre recursos destinados para NT (não só de riscos) foram obtidos pela Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011).

O Inmetro é parte fundamental da estratégia de nanoriscos do governo, pelo seu papel de metrologia e coordenação tecnocientífica junto ao NANoREG. O instituto integra o SisNANO e tem na Divisão de Metrologia de Materiais (Dimat) a responsabilidade de gerar informação para/de projetos.

Já a Anvisa, como agência reguladora de produtos do país, estabeleceu medidas para adequação que atendam 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. O documento em que constam os supracitados dados, Diagnóstico Institucional do CIN/ANVISA, recomendava em 2014 a elaboração de normas ou guias específico destinados à avaliação de segurança, monitoramento e controle dos produtos (cosméticos, medicamentos, saneantes, etc) ou processos nanotecnológicos na área de competência da Anvisa; a constituição de grupos de trabalhos de nanotecnologia, de caráter técnico específico, com o objetivo de preparar documentos técnicos, pareceres, normas, guias orientadores; 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; e o fomento em pesquisa regulatória com vistas a superar lacunas para o estabelecimento de regulamentos mais precisos e específicos para as nanotecnologias (ANVISA, 2014). Nota-se a tardia estruturação desta agência fundamental para a regulação. As ações orçamentárias da Anvisa abrangem atividades destinadas 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 (Diges) do órgão, o orçamento não é dividido em diferentes tipos de tecnologias. Mas, em relação à nanotecnologia, em 2014, houve 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 curso de capacitação corporativa (ANVISA, 2016).

Ressalva-se que a Fiocruz e Embrapa não são caracterizadas como agências reguladoras por se tratarem de fundação e empresa públicas e estão sob outro enfoque de regulação de riscos, de aplicação prática em seus processos, estando seus produtos sob a regulação da Anvisa. Assim, as produções da Fiocruz e Embrapa realizam pesquisa visando produtos e processos. Já a Fundacentro tem habilidade para produzir diretrizes de segurança. Embora seja uma fundação, tem a função de regular as condições de trabalho. Ainda assim, as três instituições estão alinhadas a uma governança de risco pelas características de suas produções e funções.

A Fiocruz trabalha em uma série de convergências da NT com a área da saúde, como o desenvolvimento de fármacos, medicamentos, vacinas, diagnóstico, saúde ocupacional e ambiental. No que tange à governança de riscos, tem um caráter duplo, de formulação de medições de nanoriscos concomitante à manipulação de nanopartículas. Os investimentos à NT não foram vultosos, visto que se utiliza de infraestrutura já disponível na fundação. Adicionalmente, vinha sendo estruturado um programa institucional de NT, de mapeamento de iniciativas de cada uma das unidades técnico-científicas da instituição que têm várias sedes. Os projetos sobre riscos se relacionam com o Instituto de Biologia Molecular do Paraná, que tem parceria com a Fiocruz e foi selecionado pelo MCTI para compor o SisNANO. Para tanto, o IBMP está organizando a plataforma NANOSUS, que se destinará ao desenvolvimento, validação e prototipagem de processos e produtos nanobiotecnológicos.

Na Embrapa, foram informados os valores de investimento e custeio aplicados em recursos em projetos relacionados à nanotecnologia, não definida 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 desde 2006 uma série de workshops científicos sobre NT aplicada ao agronegócio e envolvendo riscos; e conta com diversas publicações de pesquisadores sobre controle de riscos e nanotoxicologia.<sup>6</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”. Também estão em desenvolvimento nanocápsulas e nanoesferas em aplicações como o controle de pragas;

---

<sup>6</sup> Ver por exemplo: VII Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio: Gerenciamento de riscos das nanotecnologias: aplicações do método GMP-RAM ao ciclo PDCA, realizado em 2013 (Informações disponíveis em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87075/1/2013AA18.pdf>) e a publicação “Prospecção dos riscos ambientais das nanotecnologias aplicadas à agricultura” (MASSINI, K. C.; JESUS, K. R. E., 2013), disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/963401/prospecao-dos-riscos-ambientais-das-nanotecnologias-aplicadas-a-agricultura>

nanofertilizantes e produtos veterinários; embalagens “inteligentes” e com revestimento de proteção; 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 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 NT, 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. Em 2013 houve a publicação de duas histórias em quadrinhos (HQ), com custos compartilhados com parceiros da fundação (FUNDACENTRO, 2016). Na Tabela 3 consta a estimativa de orçamento da nanotecnologia nos órgãos:

**TABELA 3: Orçamento no período 2012-2015 conforme divulgação dos órgãos.**

| Instituição/Ano      | 2012                                  | 2013           | 2014                                  | 2015                                  |
|----------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Fiocruz              | Não há informação em fonte do recurso | R\$ 15,8 mil   | Não há informação em fonte do recurso | Não há informação em fonte do recurso |
| Embrapa <sup>7</sup> | R\$2,7 milhões                        | R\$7,4 milhões | R\$16,2 milhões                       | R\$7,06 milhões                       |
| Inmetro              | R\$ 9,35 milhões                      |                |                                       |                                       |
| Anvisa               | -                                     | -              | R\$ 145,6 mil                         | R\$11 mil                             |
| Fundacentro          | R\$ 66 mil                            | R\$ 113 mil    | R\$ 38,2 mil                          | R\$ 31 mil                            |

**FONTE: Elaboração própria a partir de dados requisitados via LAI.**

A partir de 2012, portanto, há uma convergência de ações em andamento que concentra instituições e empresas de governo, redes, universidades e centros de pesquisa e atores chave em uma governança de riscos mais coordenada.

#### 4. Perspectivas dos atores

Antes da IBN, em 2004, a tentativa de integrar a perspectiva de riscos e implicações sociais à política não foi adiante, mesmo com a indicação desta necessidade revelada em consulta de opinião realizada pelo MCT na época em que se formulava o primeiro plano sobre nanotecnologia no Brasil<sup>8</sup>. No entanto, depois da IBN, os

<sup>7</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>8</sup> Em 2004, a Coordenação Geral de Políticas e Programas de Nanotecnologia (CGNT) do MCTI então elaborou uma consulta via internet sobre o documento de estruturação do programa de NT no país. Foram inquiridos cinco atores de empresas, dois da imprensa, 17 de institutos científicos e 29 de

discursos políticos passam a reconhecer mais explicitamente as implicações sociais e éticas da NT e a aceitar melhor a ideia de participação social no seu desenvolvimento, embora ações práticas para tanto tenham sido ambíguas (INVERNIZZI *et al.*, 2017).

Ainda assim, pode-se considerar como medidas de regulação concretas em termos institucionais da governança no país a proposição dos dois projetos de regulação que tramitam no Congresso Nacional. Na primeira fase da governança, outros dois projetos de lei, um de 2005 e outro de 2008, foram arquivados no Congresso<sup>9</sup>.

As linhas de pesquisa científica financiadas com viés de aplicações mobilizaram cientistas físicos e químicos em grande parte. Esse perfil de nanocientistas também integrou tanto a formulação da política, quanto na sua implementação – seja atuando na liderança das grandes redes de pesquisa ou como conselheiros políticos. Esse círculo de atores influenciou a política ao longo de todo o processo e teve acesso a cargos de comando na governança como formuladores da política, analistas e na destinação de recursos. Esta comunidade científica, por sua vez, se colocou bastante crítica aos PLs no Legislativo e aderiu ao projeto NanoREG. O discurso de inovação visando desenvolvimento industrial se incorporou na comunidade científica, em que pese poucos atores do setor industrial terem participado da formulação da política – ainda assim, da sociedade foram os atores que obtiveram algum espaço na governança política.

Como veremos adiante, argumentos ao longo do desenvolvimento da PCTI dicotomizam a prioridade ao desenvolvimento aplicado da N&N em face da lacuna quanto aos riscos ASS e aspectos ELS. Assim, nas duas etapas da governança, foram detectados momentos de relativa transparência às visões da comunidade científica que revelaram posicionamentos indiretos ou diretos sobre a perspectiva de controle de riscos. Nota-se que a cosmologia por trás das medidas de implementação das ações de desenvolvimento da PCTI são perpassadas por justificativas de legitimação deste emergente campo científico, pontos que já apareciam na formulação política.

---

universidades. O documento indicava que faltava um componente socioambiental ao programa, com a não previsão de estudos de impactos ambientais e nem de dados de como a nanotecnologia contribuiria para a melhoria de condições socioambientais” (QEVEDO *et al.*, 2016).

<sup>9</sup> PL. 5076/2005, proposto pelo então deputado Edson Duarte (PV/BA), dispõe sobre a pesquisa e o uso da nanotecnologia no país, cria Comissão Técnica Nacional de Nanosseguurança – CTNano, institui Fundo de Desenvolvimento de Nanotecnologia – FDNano, e dá outras providências. Arquivado em 2008. PL. 131 2010, proposto pelo então senador Tião Viana (PT/AC), altera 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 a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências, para determinar que rótulos, embalagens, etiquetas, bulas e materiais publicitários de produtos elaborados com recurso à nanotecnologia contenham informação sobre esse fato. Arquivado em 2013. Fontes: sites Congresso e Senado do Brasil. Acesso janeiro de 2017.

#### 4.1 Dimensões sobre riscos na 1ª fase da governança: foco na oportunidade

No mapeamento de 150 notícias do Jornal da Ciência, Invernizzi (2008) relata que as políticas de N&N no Brasil são apresentadas como uma ruptura no paradigma científico-tecnológico, tendo o aspecto estratégico de gerar novas oportunidades ao país como destaque. Isto está explícito na justificativa do PDN&N, o primeiro grande programa da PCTI, que refere que “...numa iminente quebra de paradigmas imposta pela nanociência e nanotecnologia (N&N), estamos diante de uma oportunidade única de ingressarmos na nova era em fase com países desenvolvidos” (MCT, 2003, p. 8).

As opções da política se reforçaram na visão de cientistas e formuladores políticos através de três argumentos: oportunidade, necessidade e viabilidade do campo e, por consequência, do desenvolvimento da política (INVERNIZZI, 2008, p. 13-14). Assim, é da oportunidade que decorre a *necessidade* de desenvolver políticas e investir recursos. Caso contrário, o Brasil ficaria fora do paradigma tecnológico que se desenvolvia.

Quanto aos aspectos ELS, cerca de um terço das matérias publicadas aborda algum aspecto das implicações ELS e potenciais riscos das NTs, com relevância neste sentido a “mudanças nas condições de produção e produtividade, como resultado da difusão das nanotecnologias”, no entanto, “a importância dada às implicações econômicas é bastante limitada quando comparada com as perspectivas de desenvolvimento econômico como principal benefício das nanotecnologias” (INVERNIZZI, 2008, p. 11). Consolidando uma lacuna, não são aludidos os potenciais resultados adversos dessas transformações econômicas, a exemplo do fechamento de empresas não competitivas e a perda de empregos, nem são mencionadas ações para evitá-los ou enfrentá-los, prevalecendo a perspectiva de que o desenvolvimento econômico impulsionado pela nanotecnologia não acarretará maiores distorções.

Sobre a dimensão dada aos potenciais riscos ASS, este assunto ganha proeminência a partir de 2004, com crescimento de relevância em 2007. No período, apenas cinco cientistas das áreas físico-naturais trataram a questão, sendo mais abordada por cientistas sociais. Nos demais casos o tema baseou-se em fontes estrangeiras. Quanto às reivindicações de diversos grupos sociais por mais informação e participação pública e pela adoção de medidas de precaução e regulamentação, o mapeamento relevou referências escassas. Por fim, a perspectiva dos cientistas das áreas físico-naturais revelam a prioridade a visões de progresso científico e social, que tendem a associar, de forma linear, a eficiência das novas tecnologias com maior competitividade e desenvolvimento econômico e bem-estar social (INVERNIZZI, 2008, p. 17).

## **4.2 Dimensões sobre riscos na 2ª fase da governança: a disputa entre as iniciativas de regulação no Brasil**

Na virada para a segunda década da política, há uma evidente movimentação da política visando dar respostas às questões de risco. Emerge um debate sobre qual a melhor forma de regular nanoriscos no Brasil, o que novamente revela visões de cientistas e formuladores políticos através de argumentos sobre tais problemáticas. As propostas de regulação da NT se tornaram tema controverso entre cientistas, o que foi perceptível nos debates entre os atores na audiência pública sobre os projetos de lei, revelando disputas sobre a melhor forma de regulação da nanotecnologia no Brasil<sup>10</sup>.

A audiência pública ocorrida em junho de 2015 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015) foi convocada pelo Legislativo e reuniu atores envolvidos na temática da NT. Entretanto, a maioria dos presentes era favorável à opção de regulação do NANOREG, com forte articulação do poder Executivo através do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN). Assim, a dimensão de riscos nesta fase da governança aparece concentrada na forma de administrar a regulação de riscos, dando um salto epistemológico em relação à primeira fase, quando pouco se falava de pesquisa de risco.

Para se opor ao PL sobre rotulagem, um argumento referiu que há processos que utilizam nano e produtos processados com nano, mas que no final não são identificados nanomateriais. Esta posição defendeu o NANOREG e enfatizou que o tema é de preocupação global, requerendo que os países se dediquem à pesquisa e regulação.

Um cientista físico, que representava o MCTI na ocasião e que havia liderado a coordenação de nanotecnologia do ministério, referiu sobre o PL da política de nanotecnologia que havia a preocupação de travar a inovação caso este 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 população. Mas este ator deixou muito clara a sua posição como representante do MCTI em relação ao NANOREG quando afirmou que o ministério optou pelo consórcio por se tratar de regulação que tem credibilidade no contexto regulatório.

Um representante da Embrapa destacou que os termos do PL 6741 poderiam oferecer riscos ao andamento da pesquisa e à adoção pela sociedade. Já sobre o PL 5133 mencionou que símbolos relacionados à nanotecnologia sem a devida clareza

---

<sup>10</sup> Cientistas, conselheiros do MCTI e atores que acompanham o desenvolvimento da área no país trocaram uma série de artigos no Jornal da Ciência e se enfrentaram argumentativamente em audiência pública o Congresso no fim de 2015.

induziriam dúvidas. Sobre o NaNoREG, ele destacou que o Brasil participa de um grande programa em que serão estabelecidos protocolos de análise de nanomateriais.

Outro reconhecido cientista e conselheiro do MCTI 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. 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 4ª história de uma regulação precipitada.

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

Passada essa fase de debate sobre a regulação, no início de dezembro de 2016, pesquisadores brasileiros participaram da elaboração final do NANoREG, então iniciado em 2014, em conferência da OCDE. Em notícia publicada pela Revista Fapesp (OLIVEIRA, 2017), cientistas brasileiros que participaram da conferência manifestaram posicionamentos sobre o andamento da regulação no país.

Nesta notícia, o mesmo reconhecido cientista e conselheiro do MCTI se posiciona apenas como cientista e adota um enfoque mais precautório sobre regulação, mesmo que se trate de defender o NanoREG, se comparar com suas opiniões na audiência pública, ao destacar que a regulação era necessária, diferente do argumento anterior de que a regulação poderia ser precipitada. Sobre o projeto da política nacional de controle, argumentou que mostrou que a redação do PL comprometeria todos os projetos de P&D em NT no país porque seria necessário registrar o que seria feito antes de começar o projeto de pesquisa. Para ele, em um órgão estatal isto seria incompatível com a própria natureza da pesquisa, que é “um salto no desconhecido” (OLIVEIRA, 2017).

Outro posicionamento relevante foi de um coordenador de pesquisa em nanociência, que revelou um descompasso entre os cientistas e formuladores da política. Segundo essa fonte da notícia, 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). Esta manifestação e o direcionamento do trabalho desta fonte

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.

Por fim, essas dimensões sobre riscos da nanotecnologia apresentadas nos argumentos dos atores relevantes da PCTI revelam que alguns posicionamentos, principalmente sobre riscos, passaram por transformações junto com a governança da política. A governança de risco que se desenhou em diferentes propostas gerou, em que pese ainda isolado, um debate sobre o desenvolvimento de nanotecnologia no país.

## **5. Considerações finais**

Diante do expostos nas seções anteriores, constatou-se que a governança da política de nanotecnologia no Brasil pode ser dividida em etapas nas quais a perspectiva sobre riscos é demarcada por dois momentos no desenvolvimento da própria PCTI. A governança da política de NT refletiu no desenho da PCTI enquanto um conjunto de práticas de gestão. Num primeiro sentido, a governança se alinhou à perspectiva de administração pública governamental com preponderância de um viés corporativo e estruturalmente organizacional, visando alavancar a competitividade do país como prioridade central, e num segundo sentido, conforme ensina Osborne (2010), foi resultado de transições e mudanças que buscaram corresponder ao panorama de complexidade social. Afinal, em um dado estágio se tornou inescapável tratar da questão de riscos diante das evidências de toxicidade das nanopartículas e da cobrança global crescente sobre níveis de inovação e desenvolvimento responsável.

A trajetória da política no recorte da governança de risco sob a governança política teve um viés específico pontuado por posicionamentos de cientistas, conselheiros formuladores e instrumentos governamentais na implementação. Buscou-se demonstrar argumentos, cenários e medidas que explicam a dimensão da governança de riscos.

A legitimação da pesquisa sobre riscos no Brasil parte de uma posição de exclusão, posta em segundo plano, desde a concepção inicial da implementação da PCTI mesmo que existissem intentos para colocá-la em evidência. Se são os movimentos internacionais de regulação que forçam o país a tomar uma posição sobre riscos na segunda fase da governança, é factível aferir que a lacuna regulatória global justifique em parte a passividade da política brasileira sobre nanoriscos. Ademais, como os orçamentos dos planos plurianuais foram destinados a pesquisas em áreas científicas mais avançadas, pode-se argumentar que os recursos foram priorizados mais para

promover a competição comercialmente do que pesquisas precautórias, colocando o Brasil em uma lógica que vem sendo seguida pelo mercado global diante da falta de um sistema regulatório na área. Outro ponto é o domínio político de cientistas das ciências exatas sobre o desenvolvimento da PCTI, que foi agregar de forma um pouco mais democrática número reduzido de cientistas sociais posteriormente.

Por outro lado, como constatado nas dimensões sobre riscos apresentadas a partir dos argumentos de cientistas e fontes de aconselhamento e formulação da PCTI, a problemática dos riscos rondou todo o processo ocultada a ponto de até virar polêmica e objeto de disputa entre os atores em um segundo momento. Percebe-se que se evolui de uma fase em que se nega a integração da perspectiva de riscos e se reduz a possibilidade de pesquisa sobre o tema para uma outra fase em que se passa a discutir diretamente qual a administração de riscos mais adequada entre duas origens de propostas no país. E entre a ausência de uma dimensão de risco mais explícita na primeira fase da governança para o salto a uma segunda fase de projetos acabados de regulação com a disputa desigual entre atores interessados, a possibilidade de um desenvolvimento socialmente inclusivo da PCTI ficou distante do panorama.

#### Referências

ANVISA, 2016 . Informação enviada pela Anvisa através da Lei de Acesso à Informação. Acesso em 14/03/2016.

ANVISA, 2014. Diagnóstico Institucional de Nanotecnologia. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA Brasília, 25 de março de 2014.

BAGATTOLLI, C. *et al.* 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.

BARBOSA, Tiago Claudino. 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.

EMBRAPA, 2017. Quem somos. Rede AGRONANO. Site. Disponível. <https://www.agropediabrasilis.cnptia.embrapa.br/web/agronano-rede/rede>. Acesso: 22 de janeiro de 2017.

ENGELMAN, W. *et al.* 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.

FALKNER, R.; JASPERS, N. Regulating Nanotechnologies: Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap. *Global Environmental Politics* 12 (1), pp. 30-55, 2012.

FERNANDES, M.F.M *et al.* Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios). *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 8, 2205-2213, 2008.

FOSTER, Kenneth 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/~kfooster/Foster\\_precautionary\\_Portugese.pdfv](http://www.seas.upenn.edu/~kfooster/Foster_precautionary_Portugese.pdfv). Acesso abril de 2017.

- FOSS HANSEN, S., *et al.* Nanotechnology — early lessons from early warnings. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. *EEA Report No. 1/2013*. European Protection Agency, 2013.
- FREITAS, Carlos M. *et al.* Análise de Riscos Tecnológicos na Perspectiva das Ciências Sociais. *Manguinhos*, Vol III (3), Novembro 1996- Fevereiro 1997.
- FUNDACENTRO, 2016. Informação enviada pela Fundacentro através da Lei de Acesso à Informação. Dados obtidos em 21/12/2016.
- HESS, David 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.
- IBN, 2012. Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia. Brasília: Governo Federal, 2012.
- INÁCIO, Myrrena. Tecnologias Emergentes e Problemas Sociais no Brasil: O Caso da Nanotecnologia Aplicada a Doenças Negligenciadas. 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. Defesa: Curitiba, 2017.
- INVERNIZZI, Noela. *et al.* 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 Possibilities of Emerging Technologies, Berlin: IOS Press, 69-90, 2017.
- INVERNIZZI, Noela. 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.
- KINGDON, J. Agenda Setting. In: THEODOULOU, S. Z., *et al.* Public Policy: The Essential Readings. New Jersey (USA): Prentice Hall, 1995.
- LATOUR, B. Um coletivo de humanos e não humanos: no labirinto de Dédalo. In: LATOUR, B. A esperança de Pandora. Florianópolis: Edusc, 1999.
- LINKOV, I. *et al.* Resilience: Approaches to Risk Analysis and Governance. IRGC Resource Guide on Resilience, 2016. Disponível em: <https://www.irgc.org/risk-governance/resilience/>. Acesso 15 de fevereiro de 2017.
- MARCHANT, Gary 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.
- MASSINI, K. C.; JESUS, K. R. E. Prospecção dos Riscos Ambientais das Nanotecnologias Aplicadas à Agricultura. *VII Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio*. Embrapa Instrumentação, São Carlos, 10 a 13 de junho, 2013.
- MCTI, 2014. Regulação da Nanotecnologia no Brasil e na União Europeia – Diálogos Setoriais. MCTI, Brasil.
- MCTI, 2008. Balanço de ações em nanotecnologia. MCTI, Brasil.
- 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, 2003. 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.
- MENDES, Alfredo. Servidor da Coordenação de Micro e Nanotecnologias do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Entrevista concedida para realização desta pesquisa. Brasília: Julho de 2016.
- MENY, I.; THOENIG, J. C. **Las políticas públicas**. Barcelona: Ed. Ariel S.A, 1992.

NANOREG, 2014. Acordo de cooperação Brasil – NANoREG. Uma abordagem europeia comum para testes regulatórios de nanomateriais. Versão final, 2014.

NNI, 2010. Report of the National Nanotechnology Initiative Workshop. March 30–31, 2010. Risk Management Methods & Ethical, Legal, and Societal Implications of Nanotechnology. National Nanotechnology Initiative, USA, 2010.

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/>.

OSBORNE, Stephen. Introduction. 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.

PONCE, A. The European and Member State's Approaches to Regulating Nanomaterials: Two Levels of Governance. *Nanoethics* 7 (3): pp. 189-199, 2013.

QUEVEDO, J. *et al.* A Rede de Atores das Proposições para a Regulação da Nanotecnologia no Brasil. Artigo apresentado nas *XI Jornadas Latinoamericanas dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia – Esocite*, 26/07/2016, UTFPR, Curitiba, 2016. Disponível em [http://www.esocite2016.esocite.net/resources/anais/6/1471461360\\_ARQUIVO\\_Quevedo\\_InvernizziESO\\_CITE2016.pdf](http://www.esocite2016.esocite.net/resources/anais/6/1471461360_ARQUIVO_Quevedo_InvernizziESO_CITE2016.pdf)

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>.

REN, O.; GRAHAM, P. White Paper on Risk Governance – Towards an Integrative Approach. *International Risk Governance Council (IRGC)*. Suíça: Janeiro, 2006

RS&RAE, 2004. Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties. London: The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. Retrieved February 12, 2005, from [www.royalsoc.ac.uk/policy](http://www.royalsoc.ac.uk/policy) [www.raeng.org.uk](http://www.raeng.org.uk)

SANTOS JUNIOR, Jorge L. **Ciência do futuro e futuro da ciência**: redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

SARGENT JR, J. F. Nanotechnology: a policy primer. Congressional Research Service. *CRS Report*, USA, 28 Junho, 2016. Disponível em <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL34511.pdf>. Acesso março de 2017.

SARNEY FILHO, José. 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: 01.fev.2017.

SARNEY FILHO, José. 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 01.fev.2017.

SCHULZ, Peter. **A encruzilhada da nanotecnologia**: inovação, tecnologias e riscos. Rio de Janeiro: Vieira & Lent. 2009.

STOKER, Gerry. Governance as theory: five propositions. *International Social Science Journal* 50 (155), p.17–28, 1998.