

NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE

Paulo Roberto Martins (coordenador)
Richard Domingues Dulley
Regina Maria Bueno de Azevedo
Oswaldo Sanchez Júnior

NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE

em São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal

São Paulo



2007

© 2007 by Paulo Roberto Martins

Direitos desta edição reservados à Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
Proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
sem autorização expressa da editora.

Edição: Expedito Correia
Capa: Hécio Fonseca
Revisão: Estela Carvalho
Editoração eletrônica: Xamã Editora

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

N186 Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente em São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal / Paulo Roberto Martins (coordenador) ; Richard Domingues Dulley, Regina Maria Bueno de Azevedo, Oswaldo Sanchez Júnior. – São Paulo : Xamã, 2007.
155 p. ; 23 cm.

Bibliografia: p. 143-150.
ISBN 978-85-7587-075-4

1. Nanotecnologia. I. Martins, Paulo Roberto. II. Dulley, Richard Domingues. III. Azevedo, Regina Maria Bueno de. IV. Sanchez Júnior, Oswaldo.

CDD 620.5

Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
Rua Itaoca, 130 - Chácara Inglesa
CEP 04140-090 - São Paulo (SP) - Brasil
Tel.: (011) 5072-4872 Tel./Fax: (011) 2276-0895
www.xamaeditora.com.br vendas@xamaeditora.com.br

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO, 7

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NOS ESTADOS DE SÃO PAULO, MINAS GERAIS

E DISTRITO FEDERAL

- 1 Uma possível definição de nanotecnologia, 9
- 2 Cronologia do desenvolvimento recente, 10
- 3 Perspectivas futuras, 25
- 4 Conclusões, 31
- 5 Recomendações, 32

NANOTECNOLOGIA, EMPRESAS E MERCADO

- 1 Introdução, 33
- 2 Empresas e nanotecnologia, 34
- 3 Conclusões, 58
- 4 Recomendações, 61

NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE NOS ESTADOS DE SÃO PAULO, MINAS GERAIS

E DISTRITO FEDERAL

- 1 Introdução, 63
- 2 Objetivos, 63
- 3 Metodologia, 64
 - 3.1 Estabelecimento dos cinco segmentos sociais a serem pesquisados (critérios), 64**
 - 3.2 Contexto e formulação do problema, 64**
 - 3.3 Pré-teste do instrumento de coleta de informações, 65**
 - 3.4 A seleção dos entrevistados, 66**
 - 3.5 O universo da pesquisa, 67**
 - 3.6 Entrevistas em profundidade, 67**

3.7 Transcrições, 67

3.8 Limitações do instrumento de coleta e dos entrevistados, 67

3.9 Interpretação e análise das informações coletadas, 68

4 Apresentação e discussão dos resultados por macrotópicos e blocos de questões, 68

4.1 Macrotópico “mercado”, 69

4.2 Macrotópico “regulação/participação”, 83

4.3 Macrotópico “impactos”, 93

4.4 Macrotópico “comunicação”, 106

4.5 Macrotópico “princípios éticos”, 121

5 Conclusões, 134

5.1 Conclusões por macrotópicos, 134

5.2 Conclusões gerais, 138

6 Recomendações, 140

6.1 Aspectos gerais, 140

6.2 Aspectos específicos, 141

REFERÊNCIAS, 143

ANEXO A – QUESTÕES QUE COMPUSERAM AS ENTREVISTAS, 151

ANEXO B – ENTREVISTADOS, 153

SOBRE OS AUTORES, 155

APRESENTAÇÃO

Este livro corresponde ao relatório final do projeto Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal (Processo CNPq nº 400740/04-4, Edital nº 13/2004) coordenado pelo professor Paulo Roberto Martins, pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), e que contou em sua equipe com os professores Richard Domingues Dulley, do Instituto de Economia Agrícola (IEA), Regina Maria Bueno de Azevedo (IPT) e Oswaldo Sanchez Júnior (IPT)

O trabalho foi iniciado por meio de pesquisa qualitativa obtendo-se dados primários em cinco segmentos sociais (academia, políticas públicas, empresas, sindicatos e organizações não-governamentais) de três unidades da federação (São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal). Foram abordados cinco temas de interesse comum (mercado, regulação, impactos, comunicação e ética) referentes às nanotecnologias e a partir das respostas concluiu-se que todos reconhecem as nanotecnologias como importantes para a economia brasileira bem como o papel do Estado como indutor de ações nessa área.

Houve convergência sobre a necessidade de alguma regulação, mas foram constatadas divergências sobre como ela deve ser realizada e quem assumiria tal responsabilidade. Também se reconheceu a possibilidade de impactos em várias áreas, mas houve divergência sobre sua extensão e intensidade em algumas áreas como emprego, obsolescência, preços e toxicidade. Também se verificou que a noção de riscos e a aplicação do princípio da precaução são heterogêneas e mereceriam maior aprofundamento do debate.

* * *

A equipe do projeto agradece a todos os entrevistados pertencentes a universidades, órgãos públicos, empresas e associações empresariais, organizações não-governamentais, sindicatos, centrais sindicais e órgãos de assessoria sindical, pela generosidade e presteza com que foi atendida por seus representantes para a realização de entrevistas, que foram fundamentais para as reflexões realizadas neste projeto.

O agradecimento estende-se ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro no valor de R\$ 25 mil que proporcionaram a execução deste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e ao Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (IEA/SAA), pelas horas de trabalho que seus pesquisadores dedicaram a esta pesquisa.

Aos professores Marcos Antonio Mattedi, da Fundação Universidade Regional de Blumenau, Tânia Elias Magno da Silva, da Universidade Federal de Sergipe e Edmilson Lopes Júnior, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte por sua colaboração e sugestões sempre bem-vindas.

A coordenação da equipe agradece o empenho de todos os seus integrantes pela dedicação ao projeto, em especial ao colega Richard Domingues Dulley, por seu desprendimento, iniciativas, reflexões e muito trabalho, que levaram a bom termo este projeto.

A Eiko Shiraiwa e Claudio F. F. Cassas, pelo trabalho de transcrição das entrevistas, o que nos proporcionou o material necessário a nossas análises.

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA EM SÃO PAULO, MINAS GERAIS E DISTRITO FEDERAL

1 Uma possível definição de nanotecnologia

Nanotecnologia, dito de forma simples, é uma ciência relacionada à manipulação da matéria ao nível molecular, visando à criação de novos materiais, substâncias e produtos, com uma precisão de átomo a átomo. A nanotecnologia está emergindo como a próxima revolução tecnológica, com eventuais efeitos sobre todos os aspectos da vida. De ambientalistas a estrategistas militares, há o consenso de que o crescimento da capacidade da construção molecular – manufatura molecular, fabricação molecular – mudará profundamente o mundo atual em que vivemos. (*apud* ALVES, 2005)

A partir de uma cronologia publicada no livro *Nanotecnologia: os riscos da tecnologia do futuro* (ETCGROUP, 2005a) e de fontes complementares como, por exemplo, *Laboratório de química do estado sólido*, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), editado pelo professor Oswaldo Luiz Alves (2005), daremos uma visão panorâmica do desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil, apontando as participações dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal.

Claro está que toda periodização é problemática. Sabemos de antemão que já existiam pesquisadores e grupos de pesquisadores trabalhando com nanotecnologia no século passado, bem como diversas teses defendidas sobre o assunto. Mas nossa opção foi iniciar nosso breve relato a partir de 2001, quando as ações do Estado brasileiro passaram a ser materializadas em concepções e práticas e a dotar esta área de pesquisa com expressivos recursos financeiros (dentro do contexto brasileiro), que podem assim ser sintetizados:

Quadro 1. Resumo dos investimentos em nanotecnologia no período de 2001 a 2006 (em reais)

Ano	2001	2003	2004	2005	2006	TOTAL
Recursos	25.468.471,25	11.652.097,00	17.515.128,45	80.057.406,88	5.200.000,00	139.893.103,58

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2006d, p. 12).

2 Cronologia do desenvolvimento recente

• 2001

Produto do *Edital MCT/CNPq n° 01* (BRASIL, 2001), foram criadas quatro redes de nanociência e nanotecnologia financiadas pelo CNPq: NanoSemiMat e Renami, com sede em Recife; NanoBiotecnologia e NanoMat (ou Nanoestruturados), em Campinas.

Embora estas redes de pesquisa tenham contribuído para descentralizar um pouco a produção de ciência e tecnologia (C&T) localizada na Região Sudeste, foi fundamental ao desenvolvimento das redes em si, e da nanotecnologia no Brasil, a contribuição das seguintes universidades: USP (*campi* de São Paulo e São Carlos), Unicamp, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade de Brasília (UnB). Isto se verificou em função dos grupos de pesquisa pré-existentes às redes e da capacitação laboratorial e de recursos humanos então existente naquelas universidades.

Os resultados obtidos pelas quatro redes foram assim constatados pela coordenação de nanotecnologia do MCT:

Quadro 2. Produção das redes de nanotecnologia até 2005

Rede	Pesquisadores	Instituições	Empresas	Artigos	Patentes
Nanobiotecnologia	92	19	9	674	25
NanoSemiMat	55	18	1	970	15
Nanoestruturados	150	23	*	225	*
Renami	61	17	3	450	57
TOTAL	358	77	13	2.319	97

* não fornecido

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2006d, p. 12).

Os dados apresentados indicam uma experiência cheia de êxito por parte das redes, por qualquer um dos aspectos que se olhe. Neste contexto, claro está que a contribuição dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal foi de fundamental importância. Isto indica que a forma de articulação via rede de pesquisas conseguiu realizar um potencial de pesquisa que já se tinha, porém de forma desarticulada, e de certa forma contribuiu para a desconcentração da produção de C&T no Brasil; contudo, o peso dos Estados acima referidos continua muito importante no contexto da produção destas redes. A crítica a ser feita não está naquilo que foi realizado pelas redes, mas sim naquilo que não foi realizado, como, por exemplo, estudos de toxicologia e ecotoxicologia de partículas nanométricas.

tricas e impactos sociais, ambientais e éticos da nanotecnologia. De um lado, tais aspectos foram ignorados pelas redes existentes e, de outro, não havia rede constituída qualificada para realizá-lo.

• **2002**

O Terceiro Programa de Apoio ao Desenvolvimento à Ciência e Tecnologia (III PADCT) criou os Institutos do Milênio, um programa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para o desenvolvimento de pesquisas em diversos campos, incluindo as nanociências.

O Instituto do Milênio, em sua versão ligada à nanotecnologia, denominada Instituto de Nanociências, teve forte contribuição de cientistas de Minas Gerais e pouca de São Paulo (somente por meio do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron – LNLS). Neste caso, a grande parceria em termos de Estado foi entre Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Cabe especificar que Minas Gerais esteve presente com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Mecânica (CDTM) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec-MG). Isto significa que 6 das 13 instituições pertenciam ao Estado de Minas Gerais, o mesmo ocorrendo em relação à maioria dos 64 pesquisadores componentes deste instituto.

A grande contribuição de Minas Gerais ao desenvolvimento da nanotecnologia está relacionada ao estudo e produção de nanotubos de carbono executados no Instituto de Física da UFMG. Aqui, é preciso ressaltar as pesquisas relativas aos nanotubos de carbono executada pelo professor Marcos Pimenta e equipe, que tinham como objetivos:

- a) produção de nanotubos, fulerenos e endofulerenos;
- b) avanços nas propriedades óticas de nanotubos de carbono simples;
- c) iniciar fabricação de FET baseado em nanotubos de carbono.

Um interessante projeto seria a reconstituição histórica da construção do nanotubos no Brasil. Certamente, este trabalho daria a dimensão correta da contribuição de Minas Gerais ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

• **2003**

As principais ações em relação ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil foram: Grupo de Trabalho de Nanotecnologia do MCT (16 de maio

de 2003), Oficina de Nanociência e Nanotecnologia da Unicamp (junho de 2003), Programa de Estímulo à Integração Universidade-Empresa para apoio à Inovação (Fundo Verde Amarelo, setembro de 2003), Íntegra da Proposta do Grupo de Trabalho de Nanotecnologia (novembro de 2003), Edital de Nanotecnologia e Materiais Avançados (Fase 1, 17 de setembro de 2003 a 3 de novembro de 2003; Fase 2, 2 de março de 2004 a 30 de abril de 2004).

A constituição do grupo de trabalho do MCT, por meio da *Portaria n° 252* (BRASIL, 2003b), foi um marco importante no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Em primeiro lugar, pode-se constatar a não-inclusão de pesquisadores da área de ciências humanas neste grupo. Isto indica que a visão hegemônica então presente no MCT (e que permanece até o presente) compreendia a nanotecnologia como um objeto de estudo das ciências exatas e biológicas. Segundo este entendimento, a multidisciplinaridade compreende apenas estas duas vertentes da ciência.

Outro ponto a ser observado diz respeito à presença do número de pesquisadores oriundos dos Estados de Minas Gerais (1, UFMG), São Paulo (3, Unicamp) e Distrito Federal (1, CNPq), totalizando 5 entre 13 membros, aproximadamente 40% da contribuição para a produção da proposta que foi a consulta pública nos meses de outubro e novembro de 2003. Esta consulta, contudo, não teve consequência, em função da troca de ministro e do secretário responsável pela área de nanotecnologia. Toda a colaboração dos inúmeros pesquisadores que atenderam à consulta pública foi ignorada, de tal forma que o esforço feito foi em vão.

Este foi o caso do trabalho elaborado por Paulo Roberto Martins, coordenador da Rede de Pesquisa Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), intitulado *Contribuição a consulta pública do programa de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia*¹.

Neste trabalho, o autor introduz a parte relativa à sociedade, já que a proposta elaborada só contemplava aspectos relativos à produção de nanociência e nanotecnologia e sua articulação com as empresas. Não havia a incorporação da sociedade, tampouco havia a incorporação das ciências humanas como produtora de conhecimentos necessários ao desenvolvimento desta ciência. Porém, como já salientado, a contribuição foi ignorada pela nova direção de nanotecnologia do MCT, que assumiu no início de 2004.

¹ Este trabalho encontra-se disponível em: <<http://www.nanotecnologia.iv.fapesp.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

• 2004

A segunda fase do *Edital MCT/CNPq n° 01/2003* (BRASIL, 2003a), realizada em 2004 com apoio do Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para Apoio à Inovação (Fundo Verde e Amarelo), viabilizou a constituição de pequenas redes focais dentro da área de nanociência e nanotecnologia, basicamente em São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Bahia (BA), Minas Gerais (MG), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Distrito Federal (DF), com objetivos específicos de colaboração com o setor industrial.

Os recursos investidos foram da ordem de R\$ 5 milhões. Novamente, os três Estados analisados (SP, MG e DF) foram de suma importância para a produção e consolidação de conhecimentos sobre nanotecnologia no Brasil, correspondendo a aproximadamente 43% dos contemplados com a implantação destas redes.

Mais uma vez, é preciso ressaltar que nenhuma das referidas redes estava constituída por profissionais das ciências humanas. Portanto, mais uma vez desenvolvimento em nanotecnologia significou apenas ciências exatas e biológicas.

Em 2004 encontramos também o *Edital MCT/Finep/FNDCT n° 01/2004* (BRASIL, 2004d), cuja ação visava apoiar projetos de pesquisa aplicados ao desenvolvimento de novos produtos, processos ou prestação de serviços baseados em nanotecnologia em todo o território nacional, desenvolvidos de forma cooperativa entre empresas públicas ou privadas e grupos de pesquisa atuantes na área. Os valores financeiros aplicados atingiram R\$ 930.000,00. Abaixo, a relação dos projetos aprovados:

Quadro 3. Projetos aprovados pela ação Fomento a Projetos Institucionais de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanociência e Nanotecnologia em 2004

Título dos projetos	Instituição
Obtenção de nanocompósitos biodegradáveis derivados da composição de argilo-minerais com blendas polietileno-amido	UFMG/Petrobras
Desenvolvimento de sistemas micro e nanoestruturados com liberação controlada de vitamina B12 para aplicações veterinárias	IPT/Valée
Revestimentos cerâmicos especiais utilizando nanomateriais	UFS/Cerâmica Sergipe
Desenvolvimento e implementação de <i>brackets</i> cerâmicos de ZrO_2 e Al_2O_3 com adição de pigmentos	UFRN/Tecnident
Desenvolvimento de novas formulações utilizando nanodispositivos para o tratamento de doenças cardiovasculares	UFMG/Biolab
Síntese e nanoestruturação de uma chalcona ativa para tratamento da leishmaniose	IBCCF/Biosintética

Dos seis projetos aprovados, três encontram-se na no grupo objeto deste relatório técnico, o que significa 50% dos projetos aprovados. Mais uma vez, a importância destes estados para o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil fica patente, como também o alto nível de concentração da produção de conhecimento nanotecnológicos e produtos deles originados.

A seguir, cabe analisar os seguintes editais: 1) *Edital MCT/CNPq n° 12/2004*, de 8 de julho de 2004 (BRASIL, 2004b), de apoio a atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos de processos inovadores em nanotecnologia empreendidos em cooperação com empresas de base tecnológica; e 2) *Edital MCT/CNPq n° 13/2004*, de 8 de julho de 2004 (BRASIL, 2004c), de apoio a atividades de pesquisa voltadas para o estudo de aspectos éticos ou impactos ambientais da nanotecnologia e nanobiotecnologia.

Estes dois editais são referências especiais para a análise do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. O *Edital MCT/CNPq n° 12/2004* (BRASIL, 2004b) refere-se a atividades no campo da nanobiotecnologia, sensores, materiais nanoestruturados e magnéticos. Os recursos financeiros dedicados a este edital foram de R\$ 2 milhões. Em termos regionais, os Estados contemplados foram São Paulo (sete projetos), Minas Gerais (três) e Rio Grande do Sul (dois). Fica explícita a concentração de trabalhos aprovados neste edital nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, unidades federativas objeto deste estudo.

O *Edital MCT/CNPq n° 13/2004* (BRASIL, 2004c) aprovou cinco projetos, os quais tinham um limite de R\$ 25.000,00. Esperava-se a aprovação de oito projetos, mas somente cinco foram aprovados, ainda assim, no valor de R\$ 100.000,00. Os outros R\$ 100.000,00 não se sabe aonde foram aplicados.

A primeira observação a ser feita é que esta foi a única oportunidade aberta em termos de editais que contemplou a participação das ciências humanas. Portanto, podemos relacionar o valor em reais destinado a este edital com o valor em reais aplicado no *Edital MCT/CNPq n° 12/04*: os estudos previstos no *Edital MCT/CNPq n° 13/04* significaram apenas 5% dos recursos aplicados no *Edital MCT/CNPq n° 12/04*. Mas, se a referência forem todas as ações governamentais no período 2001-2006 que deram suporte ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil – que somaram R\$ 139.893.103,58 –, a relação entre o valor do *Edital MCT/CNPq n° 13/2004* e o total aplicado em 2001-2006 aproxima-se de zero. Este é o fato que materializa a visão dominante em termos de concepção de desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, ou seja, a mais absoluta e proposital exclusão

das ciências humanas da produção de conhecimentos sobre nanotecnologia.

No *Edital MCT/CNPq n° 13/04* (BRASIL, 2004c), a produção de conhecimentos em nanotecnologia esteve mais desconcentrada em termos da origem geográfica dos projetos aprovados. Os Estados contemplados foram RS, Santa Catarina (SC), PR, SP e RJ. Fica claro que também nesta área de pesquisa o Estado de São Paulo está presente, em trabalho que justamente proporcionou a elaboração deste relatório, com um conteúdo que apresenta pela primeira vez o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil visto por uma perspectiva diferente da dominante.

Não consta dos documentos oficiais referência à constituição da Renanosoma, que organizou o Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente², realizado em 18 e 19 de outubro de 2004 na Casa da Cultura Japonesa, pertencente à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP).

Em outubro de 2004, a Renanosoma era constituída por 10 pesquisadores(as) de 10 instituições; em abril de 2007, havia 30 membros de 21 instituições.

Outro fato que aqui vamos tratar é da chamada Lei de Inovação, *Lei n° 10.973*, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004a). Na visão do governo federal, esta lei terá reflexo direto na produção de C&T no Brasil e, em decorrência, na produção de nanociência e nanotecnologia. O entendimento é o de que esta lei estimulará a inovação por meio da criação de mecanismos de gestão para as relações entre instituições de pesquisa, governo e setor produtivo. O objetivo é que as parcerias entre empresas, universidades e institutos científicos e tecnológicos ganhem força. A lei deve favorecer o investimento de empresas em pesquisa científica e tecnológica no Brasil, sejam elas nacionais ou multinacionais. A União incentivaria as empresas a apoiar e investir em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico por meio da concessão de recursos financeiros, humanos, materiais e de infra-estrutura. Ela “permitirá que o conhecimento acumulado nas instituições de pesquisa seja oferecido à economia brasileira, para melhorar a produtividade e a capacidade de competir com o mercado global” (ETCGROUP, 2005a, p. 167). Outras análises a respeito

² As conferências apresentadas nesse seminário encontram-se disponíveis em: <<http://www.nanotecnologia.iv.fapesp.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007; MARTINS (2005c).

desta mesma lei apontam algumas possíveis conseqüências de sua implementação:

[...] discute-se que a lei de inovação não resolverá os gargalos da inovação tecnológica e submeterá as universidades e institutos de pesquisas públicos aos interesses das empresas e da geração de patentes. As ações do governo estão direcionadas para “desenvolver a capacidade de realizar Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nas empresas e em instituições públicas e privadas, gerar patentes e transferir inovações para produtos e serviços”. A sustentabilidade do conhecimento gerado será garantida pela promoção de “interações institucionais e empresariais e uma articulação fina com os sistemas educacionais e centros de pesquisas, de modo a que seja cultivado um novo ambiente industrial de cooperação”. Sem o menor escrúpulo, será “facilitado o relacionamento entre centros de pesquisas, as empresas e o sistema de comercialização, além de se ajudar nos processos de fixação de marcas, registros de patentes, desenvolvimento de processos de qualidade, desenho industrial, escala eficiente de produção, proteção ambiental, logística e distribuição, além da tradicional ação sobre a criação e aumento de capacidade”. As instituições científicas e tecnológicas, nos termos da lei, terão que estruturar os laboratórios de modo a criar sinergia de P&D, organizar os estágios iniciais de pesquisa empresarial e transferir tecnologias e gestão para o setor produtivo. (ETCGROUP 2005a, p. 167)

Esta lei também induziu alguns estados, como São Paulo, por exemplo, a encaminhar aos respectivos parlamentos as versões estaduais da Lei de Inovação. Algumas das versões pretendem reestruturar seu sistema estadual de ciência e tecnologia, como é o caso novamente do Estado de São Paulo. Neste exemplo, em abril de 2007 o projeto de lei ainda se encontrava em apreciação pelo parlamento paulista.

Dentre os segmentos sociais entrevistados neste trabalho, podemos afirmar que a visão dominante da necessidade de uma lei de inovação nos moldes da que foi aprovada é compartilhada pelos segmentos acadêmicos, políticas públicas e empresas; discordância ou críticas foram realizadas pelos segmentos organizações não-governamentais e sindicatos.

2005

Em continuidade às ações da Renanosoma que não fazem parte da “história oficial” do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil está o seminário organizado durante o Quinto Fórum Social Mundial, realizado em Porto Alegre. No dia 28 de janeiro de 2005, em seis horas de atividades,

estiveram presentes conferencistas nacionais e internacionais discutindo nanotecnologia com um público oriundo de dezenas de países.

Entre os conferencistas internacionais, estiveram presentes: Renzo Tomellini, chefe da Unidade de Nanotecnologia da União Européia; Pat Mooney e Silvia Ribeiro, do ETC Group; Kenneth Gould, da Saint Lawrence University, Estados Unidos; Simone Scholze, da Divisão de Ética em Ciência e Tecnologia da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco).

Os conferencistas nacionais foram: Sedi Hirano, diretor da FFLCH/USP; Silvia Guterres e Petrus Santacruz, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Paulo R. Martins, da Renanosoma; Marise Borba, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Em abril, o MCT/Finep lançou o *Edital MCT/Finep n° 03/2005*, com o objetivo de

[...] selecionar propostas visando o apoio financeiro a projetos de pesquisa aplicada ao desenvolvimento de novos produtos, processos ou prestação de serviços baseados em nanotecnologia, em todo o território nacional, desenvolvidas de forma cooperativa entre empresas brasileiras, grupos de empresas brasileiras ou consórcio de empresas brasileiras formalmente constituído e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), atuantes na área. No âmbito da Chamada Pública, serão apoiados projetos de inovação relacionados às aplicações da nanotecnologia nos seguintes segmentos: cadeia produtiva do agronegócio; saneamento básico e recursos hídricos; siderurgia; vidros e cerâmicos; setores de energia, eletroeletrônico, de pigmentos e tintas, químico e petroquímico, têxtil, de cosméticos e de saúde (humana e animal). (BRASIL, 2005d, p. 2)

Os projetos aprovados neste edital estão expressos no Quadro 4, a seguir. Nele podemos observar que os Estados de SP e MG são responsáveis por 2/3 dos projetos aprovados. Isto é mais um elemento comprobatório da importância destes estados no contexto da produção de nanotecnologia no Brasil, bem como que a concentração destas atividades na Região Sudeste ainda é bastante forte.

No tocante ao apoio a projetos institucionais de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia, o Quadro 4 a seguir demonstra que, dos nove projetos aprovados, cinco vem sendo desenvolvidos por instituições de pesquisa dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, o que significa aproximadamente 55% dos projetos aprovados. Quando a referência passa a ser empresas interessadas neste desenvolvimento tecnológico,

podemos observar que 2/3 delas encontram-se nos Estados de SP (cinco empresas) e MG (uma empresa).

Quadro 4. Projetos aprovados pela ação Fomento a Projetos Institucionais de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanociência e Nanotecnologia, em 2005

Título do projeto	Instituição executora	Instituição co-executora	Instituição interveniente
Desenvolvimento tecnológico de nanocosméticos	UFRGS	-	Biolab Ltda.
Desenvolvimento de biocerâmicas nanoestruturadas, para uso clínico, como material para regeneração óssea	CBPF	Inst. Nac. de Traumatologia-Ortopedia/UFRJ	Óssea Technology Ind. e Com.
Nanocompósitos de borracha natural para adesivos e outros produtos	Unicamp	Centro Tecnol. de Couro, Calçados e Afins	EF Engenharia Ltda.
Desenvolvimento de nanocosméticos de ação antioxidante e antiinflamatória	IPT	-	Natura Ltda.
Desenvolvimento de nanocompósitos de poliestireno contendo argilas modificadas	UFSC	-	Cenpes
Síntese de nanocompósitos de polipropileno por polimerização <i>in situ</i>	Impem	Centro de Tecnologia Mineral	Petrobras S. A.
Desenvolvimento de sistemas nanoestruturados contendo antineoplásticos para tratamento de tumores sólidos e queratoses actínicas	UFMG	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais	Biocancer S. A.
Dispositivos ópticos ultra-rápidos baseados em <i>Quantum dots</i> semicondutores	Unicamp	-	Padtec S. A.
Desenvolvimento de PP com alta força do fundido e extensibilidade por meio da síntese de nanogéis de polipropileno	Ipen	-	Empr. Bras. de Radiações Ltda. (Embrarad)

Fonte: os autores, com base em BRASIL (2006d, p. 14).

Para a infra-estrutura laboratorial, recursos significativos foram reservados pelo MCT, conforme nos mostra o quadro abaixo:

Quadro 5. Recursos destinados a infra-estrutura laboratorial

Encomenda – laboratórios estratégicos	valor (em R\$)
LNLS	12.000.000,00
InMetro	14.000.000,00
Laboratórios nacionais	
LNNA – Embrapa	1.000.000,00
CBPF	4.757.406,88
Cetene	0,00
TOTAL	58.557.406,88

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2006d, p. 11).

É preciso ressaltar que estas dotações foram determinadas pela secretaria do MCT então responsável pela área de nanotecnologia, sem que as instituições contempladas tenham tido de participar de editais para serem aquinhoadas com os recursos. As razões oficiais deste procedimento foram as seguintes:

O objetivo desta ação é dotar o país de uma infra-estrutura laboratorial multiusuários para o domínio da nanotecnologia, por meio da construção e instalação de laboratórios, aquisição de equipamentos e materiais de reposição, de material permanente e *software*.

Em 2005, essa ação sofreu uma restrição quanto a sua estratégia de implementação, prevista para ser operacionalizada via edital. Com o lançamento do edital das redes (Rede BrasilNano), optou-se por esperar a classificação das mesmas para então definir que laboratórios estratégicos apoiar, via encomenda. Como as encomendas são implementadas pelos Fundos Setoriais, os recursos orçamentários (R\$ 3.843.640,00) da ação “Implantação de Laboratórios e Redes de Micro e Nanotecnologia” seriam somados às encomendas. Entretanto, tendo em vista a exigüidade de tempo para execução dos recursos dessa ação no exercício, via edital, e considerando a grande demanda das redes para a aquisição de equipamentos, esses recursos foram investidos na aquisição dos equipamentos das mesmas. Cabe mencionar que os recursos destinados às encomendas, no montante de R\$ 15 milhões, foram internalizados na Finep em 2005 para contratação em 2006.

Os laboratórios atendidos pelas encomendas foram: LNLS e InMetro (laboratórios estratégicos) e os laboratórios nacionais Centro Brasileiro de Pesquisa em Física, Embrapa Instrumentação de São Carlos e Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene) do Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Foram previstos R\$ 5 milhões para cada um desses laboratórios nacionais. (BRASIL, 2006d, p. 16)

Dois destes laboratórios encontram-se no Estado de São Paulo: LNLS (R\$ 12 milhões) e Embrapa Instrumentação de São Carlos (R\$ 1 milhão) (BRASIL, 2006d). Outro Estado bem contemplado foi o do Rio de Janeiro, por meio do Centro Brasileiro de Pesquisa em Física e do Instituto Nacional de Tecnologia. Portanto, em termos de infra-estrutura laboratorial, as instituições contempladas encontram-se concentradas no eixo São Paulo-Rio de Janeiro.

Dois importantes editais foram lançados no ano de 2005: n°s 28 e 29. O primeiro deles foi destinado a jovens doutores com projetos em nanociência, nanotecnologia e nanobiotecnologia. O segundo referia-se à constituição de novas redes de pesquisa em nanotecnologia.

O resultado do *Edital MCT/CNPq n° 28/2005* (BRASIL, 2005a) encontra-se a seguir apresentado:

Quadro 6. Projetos apoiados pela ação Fomento a Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Micro e Nanotecnologia

Título dos projetos	Instituição
Desenvolvimento de novos materiais nanoestruturados para aplicações em células solares orgânicas e híbridas	Unicamp
Efeito magneto-calórico em nanomateriais e nanoestruturas: refrigeração e aquecimento	UFRJ
Sistemas híbridos Nanotubos de Carbono@biomoléculas: propriedades e aplicações	UFC
Produção de nanopartículas de fármacos empregando tecnologia supercrítica	URI
Aplicações da nanobiotecnologia para o estudo de mediadores e mecanismos envolvidos na resposta inflamatória em modelos experimentais de isquemia e reperfusão	UFMG
Compositos poliméricos reforçados com nanopartículas de superfície modificada para aplicação em dentística restauradora	UEM
Estudo do Exchange Bias em sistemas nanométricos com anisotropia arbitrária	LNLS
Nanomateriais a base de cucurbitandos	USP-Ribeirão Preto
Pigmentos nanométricos pelo método dos precursores poliméricos	UFPB
Fabricação e estudo de NanoLEDs brancos de GaN	UFMG
Nanosistemas de microorganismos como modelo para nanobiotecnologia	UFRJ
Acoplamento de emissores nanoscópicos de luz a modos ópticos de microcavidades esféricas com alto fator de qualidade	Ufpe
Desenvolvimento de nanomateriais luminescentes na faixa do infravermelho-próximo para aplicação em imagem e terapia	USP
Avaliação da ação de peptídeos antimicrobianos sobre membranas biológicas por meio de microscopia de força atômica	Embrapa
Apatitas nanocristalinas: síntese de nanocristais e recobrimentos bioativos nanométricos em substratos metálicos	CBPF
Preparação e utilização de nanopartículas de semicondutores para marcação celular e para o desenvolvimento de novas técnicas de diagnósticos	Ufpe
Crescimento de nanotubos de carbono para aplicação em sensores de gás	UFMG
Nanocompositos à base de sílica dopados com íons lananídicos para aplicação em fotônica: preparação e caracterização estrutural	USP-Ribeirão Preto
Confinamento e manipulação de cargas e <i>spins</i> em semicondutores magnéticos diluídos	UFRJ

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2005a).

O *Edital MCT/CNPq n° 28/05* teve 19 projetos selecionados, dos quais 6 (47%) foram oriundos de instituições localizadas no Estado de São Paulo e 3 no Estado de Minas Gerais. Mais uma vez, dois dos estados estudados neste projeto afirmam-se como de intensa participação no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

Mas o grande edital definidor dos rumos da nanotecnologia no Brasil foi o *Edital MCT/CNPq n° 29/05* (BRASIL, 2005b). Os recursos previstos neste edital foram de R\$ 12 milhões. Ao final do processo, foram aprovadas as seguintes redes de pesquisa em nanotecnologia:

Quadro 7. Redes de nanotecnologia atualmente apoiadas pelo Programa Nacional de Nanotecnologia

Coordenador	Projeto	Instituição	UF
Adalberto Fazzio	Simulação e Modelagem de Nanoestruturas	USP	SP
Anderson Stevenson L. Gomes	Rede de Nanofotônica	Ufpe	PE
Eudenilson Lins de Albuquerque	Rede Nacional de Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados (Nanobioestruturas)	UFRN	RN
Fernando Lázaro Freire Júnior	Rede Cooperativa de Pesquisa em Revestimentos Nanoestruturados	PUC	RJ
Gilberto Medeiros Ribeiro	Microscopias de Varreduras de Sondas – <i>Software e Hardware</i> Abertos	LNLS	SP
Marcos Assunção Pimenta	Nanotubos de Carbono: Ciência e Aplicações	UFMG	MG
Maria Rita Sierakowski	Nanoglicobiotecnologia	UFPR	PR
Oscar Manoel Loureiro Malta	Rede de Nanotecnologia Molecular e Interfaces	Ufpe	PE
Paulo César de Moraes	Rede de Nanobiomagnetismo	UnB	DF
Silvia Stanisquaski Guterres	Nanocosméticos: do Conceito às Aplicações Tecnológicas	UFRGS	RS

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2006d, p. 13).

O quadro acima mostra que duas redes estão associadas ao Estado de São Paulo, uma ao Estado de Minas Gerais e uma ao Distrito Federal. Isto significa que 40% das redes aprovadas têm sua coordenação/instituição responsável nos Estados objeto deste estudo. Também é preciso salientar que, entre as dez redes de pesquisa aprovadas, nenhuma delas é da área de ciências humanas, embora a Renanosoma tivesse enviado projeto ao referido edital³.

Estas redes estão sob a gerência do conselho da Rede BrasilNano, constituída mediante *Portaria MCT n° 614*, de 1° de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004e).

Em 1° de dezembro, a Portaria n° 614 do Ministério de Ciência e Tecnologia institui a Rede BrasilNano como um dos elementos do Programa Desenvolvi-

³ Para detalhes do ocorrido no *Edital MCT/CNPq n° 29* e as razões oficiais e reais para a eliminação da Renanosoma do rol das redes aprovadas, consulte: MARTINS (2007).

mento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. A rede é composta por representantes do MCT, Finep, CNPq, Fórum de Secretários Estaduais de Ciência e Tecnologia, Fórum de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, Anpei, ABIPTII Anprotec, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, quatro pesquisadores brasileiros de notória competência, dois pesquisadores estrangeiros de notória competência e dois representantes de empresas ou associações empresariais. (ETCGROUP 2005a, p. 167)

A composição deste conselho deixa explícita a concepção de que nele não deve haver participação da sociedade, indicando que não se admite qualquer tipo de controle/participação social nas deliberações sobre o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

A importância dos estados estudados também pode ser constatada no *Edital MCT/CNPq n° 31/05*, conforme segue:

Quadro 8. Projetos apoiados pelo *Edital MCT/CNPq n° 31/2005*

Título	Coord. brasileiro e instituição	Coordenador estrangeiro	Outras instituições brasileiras	Instituições estrangeiras
Estudo por magneto-óptico do Exchange Bias em sistemas nanométricos com anisotropia arbitrária	Flávio Garcia – Abtlus	Maurizio Sachi	CBPF, USP, UFG	CNRS, Paris VI, LMLN
Estrutura local de líquidos magnéticos: da nanopartícula à dispersão coloidal	Francisco Augusto Tourinho – UnB	Aymeric Robert	LNLS, USP, Ipen	ESRF, Paris VI, CEA-Saclay
Nanocatalisadores alternativos para a reação de Fischer-Tropsch: preparação, caracterização e avaliação	Maria do Carmo Rangel Santos Varela – Ufba	Edmond Payen	UFG, UFRGS, UFRJ, UEM, Uneb, UnB	Paris VII, Lille I, Poitiers
Rede cooperativa Brasil-França em processos de produção de nanopartículas para aplicação em saúde	Silvia Stanisçuaski Guterres – UFRGS	Hatem Fessi	IPT, USP, Faenquill	CNRS, Toulouse III, Lyon I
Organização, ordem magnética e estabilidade do magnetismo em nanoclusters	Waldemar Augusto de Almeida Macedo – CDTN	Dominique Givord	UFPR, UFRGS, UFRJ	LMLN, Soleil, Paris VI

Fonte: os autores, com base em: BRASIL (2005c).

Dos cinco projetos aprovados, somente um deles não tem a presença de instituições de pesquisa oriundas dos estados objeto deste trabalho. Isto significa que, em 80% dos projetos aprovados, instituições dos Estados de

São Paulo – USP, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), IPT, Faculdade de Engenharia Química de Lorena (Faenquil), LNLS – e Distrito Federal – UnB – estão presentes neste edital internacional de pesquisa em nanotecnologia.

De 19 a 21 de outubro de 2005, a Renanosoma realizou no IPT o Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente⁴. Contribuíram neste seminário 9 conferencistas internacionais e 12 nacionais, os quais discutiram as relações entre nanotecnologia, inovação e economia, sociedade, meio ambiente, ética, agricultura e regulação. Os recursos financeiros para a realização deste seminário não vieram do MCT/CNPq (que não aprovou nossas solicitações), mas sim do Ministério do Desenvolvimento Agrário/Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (MDA/Nead).

2006

No início de 2006, a Renanosoma organizou seminário no Sexto Fórum Social Mundial de Caracas, com o objetivo de informar e discutir nanotecnologia com público não-especialista de diversos países. Neste seminário estiveram presentes: Pat Mooney, diretor do Grupo ETC, José Manoel Rodrigues Victoriano, professor do Departamento de Sociologia e Antropologia da Universidade de Valença, Espanha, além do coordenador da Renanosoma, Paulo R. Martins.

Cabe ressaltar a iniciativa governamental referente aos *Editais CNPq n^{os} 42 e 43/06*. São editais diretamente ligados às nanotecnologias; embora seu cronograma indique que seus resultados estariam disponíveis ainda no ano de 2006, até a redação deste relatório (abril de 2007) os resultados não estavam disponíveis na página eletrônica do CNPq. Assim, não será possível avaliar a participação dos Estados de SP, MG e DF em termos de projetos contemplados. De qualquer forma, acreditamos que ela se concretizará em termos semelhantes aos anos anteriores aqui analisados.

Abaixo informações que dão a dimensão exata dos valores aplicados em cada um dos editais a seguir apresentados:

⁴ Disponível em: <<http://nanotecnologia.incubadora.fapesp.br/porta/AUDIO>>. Acesso em: 10 jan. 2007; MARTINS (2006b).

- *Edital MCT/CNPq n° 42/2006*. Apoio a projetos apresentados por jovens pesquisadores, para financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia.

1.6.2 – Para este Edital estão alocados recursos orçamentários da Ação 8.655 “Fomento a Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Micro e Nanotecnologia” do Programa 1.388 “Ciência, Tecnologia e Inovação para a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce)”, no valor global estimado de R\$ 1.830.000,00 (um milhão, oitocentos e trinta mil reais). As propostas aprovadas serão contratadas em 2006, estando prevista a liberação dos recursos ainda neste ano. (BRASIL, 2006b)

- *Edital MCT/CNPq n° 43/2006*. Apoio a projetos de infra-estrutura laboratorial em nanotecnologia.

1.4.2 – Para este Edital estão alocados recursos orçamentários da Ação 7.391 “Implantação de Laboratórios e Redes de Micro e Nanotecnologia”, do Programa 1.388 “Ciência, Tecnologia e Inovação para a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce)”, no valor global estimado de R\$ 3.975.000,00 (três milhões, novecentos e setenta e cinco mil reais). As propostas aprovadas serão contratadas em 2006, estando prevista a liberação dos recursos ainda neste ano. (BRASIL, 2006c)

- *Edital MCT/CNPq n° 12/2006*. Apoio a projetos de difusão e popularização de ciência e tecnologia.

1.5.1 – As propostas aprovadas serão financiadas com recursos no valor global estimado de R\$ 4.190.000,00 (quatro milhões, cento e noventa mil reais) em 2006 e R\$ 4.190.000,00 (quatro milhões, cento e noventa mil reais) em 2007, provenientes de Ação Transversal, a serem liberados de acordo com a disponibilidade orçamentária e financeira do CNPq, recursos oriundos do CT-Hidro, no montante de R\$ 1.700.000,00 (um milhão e setecentos mil reais), e do CT-Infra, no montante de R\$ 6.680.000,00 (seis milhões, seiscentos e oitenta mil reais) pelo CNPq. (BRASIL, 2006a)

Embora este último edital não tenha sido destinado especificamente à nanotecnologia, o coordenador da Renanosoma teve um projeto aprovado, intitulado Engajamento Público em Nanotecnologia, no valor de aproximadamente R\$ 120.000,00. Embora aprovado e contratado em 2006, seu início de fato só se deu no ano de 2007.

Este projeto visa informar e discutir nanotecnologia com os diversos públicos não-especialistas, como, por exemplo, estudantes do ensino médio, profissionalizante e universitário, sindicatos, associações, etc. Estas

atividades vêm sendo realizadas mediante um programa semanal de uma hora de duração transmitido via internet.

Os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal têm papel importante também em relação a este aspecto do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Participam deste projeto inúmeros cientistas das mais diversas redes de pesquisa em nanotecnologia com atividades nestes Estados, os quais têm dado suas contribuições ao debaterem nanotecnologia com o público não-especialista ao longo dos diversos programas que foram e serão realizados em 2007 e 2008.

3 Perspectivas futuras

As perspectivas futuras da nanotecnologia são aqui indicadas segundo a visão dos cinco segmentos sociais entrevistados acerca dos possíveis impactos das nanotecnologias nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal.

1 Qual a importância da nanotecnologia para a economia brasileira?

a) Acadêmicos: consideram a nanotecnologia importante, mas demonstraram existir diferentes visões, graus de importância e de crença em seu desenvolvimento. As nanotecnologias estariam ligadas a inovações da microeletrônica. Este segmento destaca que a indústria caminha para processos e produtos inteligentes automatizados. Alguns consideram que há muita promessa e expectativa, mas que com o tempo acontecerá de forma semelhante ao ocorrido com a internet, e assim as nanotecnologias tornar-se-ão mais comuns.

Parte dos acadêmicos entrevistados considera que o país estaria ainda necessitando dominar algumas tecnologias referentes à década de 1970, pois continua a importá-las. A situação do desenvolvimento atual seria incipiente e com poucos resultados efetivos. Atualmente, a maior utilização seria a busca de melhoria e aperfeiçoamento dos produtos e processos de produção já existentes por meio da incorporação de insumos nanotecnológicos importados. Isto caracteriza a visão incremental da nanotecnologia.

Já existem produtos que estão sendo utilizados no dia-a-dia que incorporam insumos nanotecnológicos. As nanotecnologias constituiriam uma área estratégica, mas que vai demorar ainda para dar retorno; entretanto, ele será extremamente compensador. Os entrevistados consideram importante que o país domine essas tecnologias, desde entender seus fundamentos científicos até começar a fabricar, processar produtos.

b) Políticas públicas: As considerações sobre a importância das nanotecnologias para a economia brasileira feitas pelos entrevistados que estão trabalhando com políticas públicas em nanotecnologia levam-nos a identificar dois tipos de entendimento sobre este tema: no primeiro, os entrevistados atêm-se ao âmbito geral do tema, uma vez que consideram que o país está inserido no mercado global no qual a disputa é pelas tecnologias, sejam elas quais forem. O Brasil não pode ficar alheio ao conhecimento das novas tecnologias e sem identificar quais são os nichos de mercado, pois, caso contrário, eventualmente acabará por perder “o bonde da história” como outros países perderam, pelo menos na área de informática.

Os entrevistados desse primeiro modo de ver consideram que a tecnologia vem-se revolucionando com uma velocidade espantosa, e no mercado a diferença fica por conta exatamente da qualidade e da capacidade para acompanhar essas mudanças tecnológicas que vêm acontecendo. O país deve ter domínio, conhecimento e capacidade de desenvolver essas tecnologias de ponta que possam inserir os produtos e processos no mercado competitivo que temos hoje.

O diferencial sempre foi a capacidade de acompanhar com velocidade as mudanças tecnológicas, e foi isso que fez com que muitos países entrassem para o seleto grupo dos desenvolvidos. É necessário que se tenha dinamismo no desenvolvimento das tecnologias para se ter o domínio sobre elas, mas é igualmente necessário o desenvolvimento dos instrumentos de controle e uso dessas tecnologias para o bem da população, para o bem do meio ambiente.

Tais entrevistados acreditam que em poucos anos estejamos vivendo o momento em que haverá espaço no mercado global para os países que apresentem certificados de que seus produtos vêm sendo desenvolvidos, e que as tecnologias estarão sendo aplicadas com os mais rigorosos instrumentos de controle, prevenção, participação social, transparência e cooperação. Entendem que esses princípios podem significar um diferencial aliado a esta capacidade de mudança tecnológica.

O segundo tipo de entendimento identificado é aquele que consegue apontar a importância das nanotecnologias para a economia brasileira, indicando alguns dos setores em que isto poderá ocorrer. Consideram as nanotecnologias importantes na área de novos materiais que constituem uma tecnologia de fronteira. Como todos os setores produtivos tecnológicos de fronteira, trabalham muito com novos materiais, visando promover ino-

vação em função dessas características das nanotecnologias, como, por exemplo, os polímeros nanoestruturados.

As nanotecnologias apresentam um potencial para mudar radicalmente os produtos e processos. Uma das características das nanotecnologias é que elas já são utilizadas por várias empresas que produzem com base em nanoestrutura, etc., só que não dizem que estão fazendo isso. Para esse segmento entrevistado, no Brasil a maior parte das patentes internacionais é da área de cosméticos e é de nanoencapsulamento. Este grupo considera que o Brasil tem alguma chance com as nanotecnologias mais na área química e materiais, e menos na eletrônica; identifica uma debilidade em nossa indústria eletrônica e que na microeletrônica, como decorrência de uma série de investimentos, o impacto será bem grande entre 10 e 15 anos. Atualmente, referem-se à existência, no mercado de produtos, por exemplo de corantes sem metal pesado para batom (patente da Unicamp), bem como fármacos que foram abandonados porque perderam a eficiência, mas, com a utilização das nanotecnologias, foi possível desenvolver outros, apenas alterando a estrutura cristalina da organização das moléculas. Isso aumenta muito sua absorção, reduzindo a quantidade, a toxicidade e melhorando as características do medicamento, o que abre novas oportunidades.

Entendemos que as diferentes visões apresentadas não são absolutamente díspares, pois, quando indagados sobre a importância dessas novas tecnologias para a economia brasileira, não apresentaram uma análise profunda sobre o tema. Esse fato reflete não só as limitações pessoais dos formuladores de políticas públicas entrevistados, como também – e mais importante – reflete a falta de conhecimentos disponíveis sobre o tema, pois as nanotecnologias não foram objeto de pesquisa e reflexão por parte da produção científica brasileira no que toca à sua importância para a economia brasileira.

c) Empresas: neste segmento, os entrevistados convergem em termos de atribuir grande importância à nanotecnologia, demonstrando conhecimento da matéria, embora de forma genérica e heterogênea quanto a sua objetividade. Apresentam uma concepção majoritária de que ocorrerá uma ruptura tecnológica; entretanto, essa visão é também fragmentada, ou seja, não-articulada.

d) ONGs: para os entrevistados deste segmento social, as respostas convergem para uma visão generalista, indicando que consideram que, em princípio, haverá ganho para a economia brasileira, embora enten-

dam que há um otimismo exagerado em termos da dimensão atribuída aos impactos econômicos decorrentes da adoção da nanotecnologia.

e) Sindicatos: os entrevistados deste segmento avaliaram a importância das nanotecnologias para a economia brasileira apenas em termos genéricos, ou seja, haveria oportunidades de se agregar valor em termos de produto, de melhoria a qualidade dos produtos para o consumidor e de exportar não só *commodities*. Consideram também que isso evitaria o estabelecimento de um *gap* tecnológico em relação aos países desenvolvidos.

2 Quais seriam as aplicações da nanotecnologia nos diversos setores da economia?

a) Acadêmicos: nesta questão das aplicações da nanotecnologia nos diversos setores da economia brasileira, de modo geral os entrevistados deste segmento admitem que elas serão quase infinitas, dadas suas interseções transversais, pela possibilidade de se adicionar “inteligência” e/ou resistência aos mais variados produtos: misturar materiais nanométricos ao material plástico, cerâmico, tecido, etc., reforçando-os, nanocápsulas que liberam drogas, sensores nanométricos de químicos, gases, drogas, biológicos.

No caso específico da agricultura/agronegócio, poderão ser aplicados sensores de umidade, de pH, de contaminação, da presença de transgênicos, nanocápsulas de agroquímicos e no setor de embalagens. A liberação de insulina poderá ser controlada de acordo com a taxa de glicose do sangue. Os entrevistados relacionaram os setores nos quais os impactos decorrentes da nanotecnologia estarão presentes: à eletrônica/nanoeletrônica, têxteis, vidros, painéis, proteção de carros, catalisadores, fertilizantes, tintas, cosméticos, área médica farmacêutica (fármacos), microcomputadores, pastas de dente, revestimentos de materiais, química, especialmente a petroquímica e plásticos.

Na área de energia, os acadêmicos consideram que será possível fabricar transformadores cerca de mil vezes mais eficientes e mais resistentes do que os convencionais. Na área ambiental, seria possível controlar derramamentos de petróleo por meio da utilização de partículas nanométricas que funcionariam como esponjas. Também admitem as aplicações no controle de doenças de pouco interesse para os laboratórios comerciais e *kits* de diagnóstico, atualmente muito caros.

Verifica-se, portanto, que o leque de aplicações citadas indica que o nível de conhecimentos relativos a este tema pode ser considerado como de conhecimento geral, apoiado em resultados de pesquisas realizadas

no Brasil, bem como em relatos de resultados de pesquisas realizadas no exterior.

b) Políticas públicas: os entrevistados deste segmento citaram as seguintes aplicações para as nanotecnologias: microeletrônica, meio ambiente, tratamento de esgoto sanitário, filtro para melhorar a qualidade da água, materiais mais resistentes, computação, nanocatalizadores, redução de emissão de poluição decorrente de uso de combustíveis, transmissão de energia elétrica por condutores com nanomateriais, substituição do cobre por condutores com nanotubos de carbonos, pilhas com maior capacidade de armazenamento de energia. Sensores nanométricos serão usados para detectar qualquer tipo de poluentes, para filtragens de líquidos, e haverá produtos inovadores com componentes nanotecnológicos, tais como: roupas que não mancham, meias que não dão mau cheiro nos pés, pisos autolimpantes, administração de drogas pelos efeitos de nanomagnetismo, novos catalisadores, semicondutores, baterias de celulares. Ainda segundo os entrevistados deste segmento, as aplicações das nanotecnologias poderão ser encontradas nos setores têxteis, automobilísticos, aviação e comunicações via satélite.

Também foi identificada por um dos entrevistados a aplicação em tecidos que bloqueiam a radiação ou soltam produto hidratante, e também foi feita referência às aplicações das nanotecnologias no setor agrícola.

O leque de aplicações citadas indica que o nível de conhecimentos relativos a este tema pode ser considerado como de conhecimento geral do entrevistado, apoiado mais em leituras realizadas sobre nanotecnologia do que em produtos e processos que foram resultado das ações de políticas públicas no Brasil.

c) Empresas: A visão dos entrevistados deste segmento foi heterogênea. Demonstraram conhecimento sobre as aplicações em termos de setores produtivos como químico, plástico, agrícola, eletroeletrônico, etc. Todos corroboram a visão de que a tecnologia traz inovação com ruptura.

d) ONGs: neste segmento, as respostas apresentaram uma visão incipiente, porém todos admitem uma grande amplitude das possibilidades colocadas pela nanotecnologia, pois ela abrange de forma transversal todos os setores da economia.

e) Sindicatos: a maioria absoluta dos entrevistados deste segmento foi capaz de identificar vários setores em que a economia será afetada pelas nanotecnologias, captando, assim, a dimensão de seu impacto na economia e no mundo do trabalho.

3 Em sua opinião, quais seriam as principais motivações para os investimentos em nanotecnologia?

a) Acadêmicos: as motivações para este segmento social colocam-se em diversos campos que vão desde o de cunho pessoal, passando pela busca incessante por conhecimentos científicos e tecnológicos de fronteiras, até aplicações militares, aumentar a *performance* do produto e diminuir o consumo de energia, formação de recursos humanos, controle de doenças sociais, redução dos danos causados ao meio ambiente.

b) Políticas públicas: foram citadas motivações de várias ordens. Uma delas é a motivação econômica direta, tanto para o setor privado quanto para o público. No primeiro caso, no âmbito do mercado, a competitividade, o domínio de tecnologia, visando às ações das empresas em sua luta pela apropriação de mercado e geração de lucros; no segundo, as motivações para investimentos encontram-se relacionadas à competitividade do país, ao aumento da renda nacional e ao processo de dependência tecnológica e conseqüente dispêndio de recursos com pagamento de *royalties*, que poderia ser eliminado.

As outras motivações situam-se nas questões do meio ambiente e da saúde humana. Estas áreas foram citadas enquanto portadoras de motivações para investimentos em nanotecnologia. Por fim, verificou-se a existência da compreensão de que a motivação para investimentos em nanotecnologias é a mesma que sempre houve para que tivéssemos o desenvolvimento científico e tecnológico ao longo da história moderna da humanidade.

c) Empresas: As respostas no segmento das empresas foram heterogêneas e genéricas, indicando que para o setor público é estratégico investir para gerar valor para o país e induzir a uma certa visão de futuro para as indústrias. Em termos de setor privado, seria para antecipar oportunidades, melhorar a *performance* e a aceitação dos produtos. Outra motivação seria conhecer para poder decidir corretamente. As principais motivações citadas foram a existência de uma estratégia das nanotecnologias para a economia, pois isso permitiria o melhoramento de produtos já existentes e o aumento de conhecimento geral.

d) ONGs: As respostas deste segmento convergem no sentido de que as motivações seriam a aquisição e disseminação de conhecimentos sobre nanotecnologias, com diferentes objetivos. Para as ONGs especificamente, o objetivo seria poder cumprir seu papel social.

e) Sindicatos: A maioria absoluta dos entrevistados identificou como principal motivação a necessária intervenção do Estado para assegurar a

competitividade do país e a margem de lucro das empresas e os benefícios sociais. Um dos entrevistados referiu-se à produção de novos conhecimentos e métodos de criar novos produtos como a motivação para investimentos em nanotecnologias.

4 Conclusões

O descrito anteriormente retrata o processo de constituição e desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal e a importância destes estados dentro do contexto do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Podemos afirmar que os estados estudados neste trabalho são de fundamental importância para este desenvolvimento tecnológico brasileiro, dado o conhecimento acumulado, recursos humanos disponíveis, infra-estrutura laboratorial, articulação científica internacional, articulação política nacional⁵, que os fazem estar presentes nas diversas instâncias públicas deliberativas e nas etapas relativas à execução dos diversos editais.

Portanto, não é possível entender o processo de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil sem entender este processo nos estados aqui estudados. É preciso entender a rede sociotécnica que se constituiu neste três estados, suas ações dentro e fora do laboratório, para que se possa compreender de forma integral este processo de desenvolvimento.

Seguindo a tendência nacional, as áreas abrangidas são as áreas das ciências exatas e biológicas. A interdisciplinaridade é entendida como executada entre a química, a física, a biologia e as engenharias, sendo patente a exclusão das ciências humanas no âmbito dos projetos que configuraram este desenvolvimento.

Como parte da história não-oficial do desenvolvimento da nanotecnologia, é preciso registrar que foi neste grupo de estados estudados que se iniciou (outubro de 2004) uma rede de pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente – Renanosoma –, com pesquisadores oriundos das ciências humanas e que estão transformando a nanotecnologia em objeto de estudo das ciências humanas.

Embora esta rede tenha tido a capacidade de se articular nacionalmente, de produzir diversos seminários internacionais e nacionais, e de já es-

⁵ Apenas a título de exemplo, pode-se verificar a composição da diretoria e, em especial, a Presidência da Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao longo do período estudado.

tar produzindo orientações e teses de mestrado, relatórios de pesquisa (como o presente relatório), ainda não foi capaz de inverter a concepção dominante de exclusão das ciências humanas do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil e nos estados estudados, bem como de se articular politicamente para estar presente nas diversas instancias públicas deliberativas e nas etapas relativas à execução dos diversos editais.

As perspectivas futuras da importância das nanotecnologias para a economia brasileira são vistas como promissoras por todos os segmentos entrevistados, embora com diferentes ênfases – mais ou menos otimistas – e em diferentes níveis de análise (incremental *versus* revolucionária e global *versus* local), indicando que estas tecnologias poderão até contribuir para evitar o aumento do *gap* tecnológico entre Brasil e países desenvolvidos. Todos os segmentos entrevistados foram capazes de identificar setores em que as nanotecnologias deverão estar presentes na economia brasileira, e várias indicações de usos específicos foram indicadas. As motivações para os investimentos em nanotecnologia são variadas, abrangendo um grande leque, pelos diversos segmentos entrevistados, que abrange questões gerais, como formação de recursos humanos, aumento da *performance* do produto e diminuição do consumo de energia, aumento da competitividade da indústria e do país.

5 Recomendações

- 1) Realizar projeto de pesquisa cujos objetos a serem pesquisados serão as redes sociotécnicas que se constituíram neste três Estados, suas ações dentro e fora do laboratório, para que se possa compreender de forma integral este processo de desenvolvimento;
- 2) Reconstituir na forma de história oral, junto aos principais protagonistas sociais deste período, o desenvolvimento recente da nanotecnologia nos estados estudados;
- 3) Implementar a real interdisciplinaridade nos estudos de nanotecnologia, envolvendo necessariamente as três áreas da ciência: exatas, humanas e naturais;
- 4) Induzir, via edital público (como já realizado anteriormente), a criação formal de uma rede de pesquisas em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, com recursos oriundos em ações previstas no Plano Plurianual 2008-2011;
- 5) Incorporar pesquisadores oriundos das ciências humanas nos diversos comitês de seleção de projetos dos diversos editais destinados a estudos no campo da nanotecnologia.

NANOTECNOLOGIA, EMPRESAS E MERCADO

1 Introdução

Embora o objetivo deste capítulo seja estudar as questões de mercado em nanotecnologias relativas ao Brasil, mais especificamente a três unidades da federação (SP, MG, DF), a seguir apresentaremos uma rápida visão do mercado relativo à nanotecnologia no contexto mundial. O objetivo é apenas dar uma pincelada para situar o leitor no que tange a este aspecto econômico da nanotecnologia.

Segundo Renzo Tomellini, chefe da unidade de nanotecnologia da Comissão Européia:

A primeira informação importante são os gastos em pesquisa relacionada à nanotecnologia, da ordem de 8 bilhões de dólares ou euros, dependendo da taxa de câmbio, em gastos públicos e privados. Digamos que um dólar tenha o mesmo poder de compra de um euro. Então, a segunda informação importante: em 2004, os gastos privados ultrapassaram pela primeira vez os gastos públicos. E isto é importante no momento em que pensamos sobre a economia. A indústria está investindo cada vez mais e está muito interessada na nanotecnologia. Em termos de distribuição dos investimentos, tendo em conta os países da União Européia mais Suíça, Estados Unidos, Japão e outros, vemos que muito dinheiro público está sendo investido, especialmente na Europa. A Europa gasta mais dinheiro público do que outras áreas. Onde vemos a Europa fraca e outros países fortes é na área do setor privado. Na Europa, as indústrias estão descapitalizadas. E esse é um problema para nosso sistema, que também se reflete na nanotecnologia. (TOMELLINI, 2006)

As dimensões dos investimentos globais em pesquisas, em particular os realizados pelas empresas privadas, indicam que elas entendem que este mercado relativo a produtos, processos e serviços nanotecnológicos é importante. Para demonstrar esta importância, cabe citar o Instituto Inovação em seu trabalho denominado *Nanotecnologia*, produzido em setembro de 2005:

De acordo com estudos recentes, realizados principalmente nos Estados Unidos, fica bastante claro o impacto da nanociência e nanotecnologia através dos benefícios potenciais que são bastante atraentes para diversas áreas. São estas as mais pesquisadas no mundo:

- Materiais e fabricação,
- Transporte,
- Nanoeletrônica e semicondutores,
- Medicina e saúde,
- Aeronáutica e exploração espacial,
- Energia e meio ambiente,
- Biotecnologia agricultura,
- Segurança nacional,
- Educação,
- Competitividade nacional.

A nanotecnologia já gerou produtos e serviços que atualmente movimentam mais de US\$ 100 bilhões ao ano no mundo. A expectativa é que, de 2010 a 2015, o mercado mundial para materiais, produtos e processos industriais baseados em nanotecnologia atinja US\$ 1 trilhão. (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2005, p. 32)

O mercado relativo à nanotecnologia em termos de processos, produtos e serviços no Brasil, e também nos Estados de SP, MG e DF, é um mercado em constituição, ainda na fase inicial, com poucos anos de existência. Entre outras coisas, isto implica que não há estatísticas elaboradas, pesquisas realizadas, fluxos de informações estabelecidos, conhecimentos acumulados em grandes quantidades, publicações setoriais e/ou acadêmicas voltadas ao tema.

Contudo, este não é um trabalho que tem como objetivo realizar análises de microeconomia ao nível de empresas e de produtos, analisando sua viabilidade. Aqui se propõe uma apresentação sintética das empresas, com referência ao produto que já contenha componentes nanotecnológicos, ou a que pesquisa e desenvolvimento a empresa se propõe a fazer em nanotecnologia, razão pela qual ela foi inserida neste rol de companhias. Após esta apresentação, o leitor encontrará uma análise das tendências observadas neste processo, que ainda está no princípio.

Assim, este será um dos primeiros textos a tratar do tema, apresentando uma série de informações coletadas em fontes identificadas (primárias e secundárias), bem como em função da experiência da equipe técnica que vem trabalhando com o tema nanotecnologia já há alguns anos.

2 Empresas e nanotecnologia

A produção acadêmica de nanociência e nanotecnologia realizada pelas quatro redes de pesquisa existentes de 2001 a 2005 é muito mais

numerosa do que a quantidade de empresas identificadas. Isto também pode ser visto pelo pequeno número de patentes depositadas na área de nanotecnologia, já que existe relação direta entre número de patentes registradas e número de empresas em determinado país. De 231 patentes relacionadas à nanotecnologia registradas no Brasil, identificadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi) pelo professor Fernando Galembeck em junho de 2004, apenas 19 patentes foram de autoria de brasileiros; as demais foram de autoria de estrangeiros (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2005). Somente a empresa L'Oreal depositou igual número de patentes às depositadas por brasileiros. A líder de patentes em termos nacionais é a Unicamp.

Segundo o Instituto Inovação,

Acredita-se que empresas que atuam na área química estão mais atentas à nanotecnologia, principalmente no desenvolvimento de catalisadores mais eficientes. Segundo dados recentes do Diário Comércio Indústria e Serviços (DCI), pouco mais de 15 empresas no Brasil incorporaram a nanotecnologia em seus processos, sendo que a maioria com atuação nas áreas petroquímica, química, cerâmicos, metálicos e poliméricos (plásticos e borrachas). A previsão é que até o final de 2007, o número de empresas que utilizam produtos ou processos nanotecnológicos no Brasil deva crescer na ordem de 200%. Para especialistas do setor, as empresas que não acompanharem as inovações terão que se ater aos nichos de mercado e ainda correrem o risco de ficar dependentes tecnologicamente, o que é muito ruim, uma vez que o setor apresenta altos índices de inovação e alto dinamismo. (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2005, p. 34-35)

Um indicador de identificação de empresas atuantes neste campo da nanotecnologia pode ser a Nanotec Expo 2006, Segunda Feira e Congresso Internacional de Nanotecnologia, realizada em São Paulo de 6 a 8 de novembro de 2006. Eis a relação dos expositores e de seus produtos:

1) Orbys

Localização: SP. Mercado: plásticos, embalagens, calçados, saúde, construção civil, brinquedos, autopeças. Patente: sim.

A Orbys nasceu em 2003 com o objetivo de identificar oportunidades inovadoras de alto nível tecnológico. Após inúmeras pesquisas, a nanotecnologia foi o ramo de maior destaque. Por isso, iniciou-se o desenvolvimento de nanocompósitos de látex de borracha natural e argila conforme patente da Unicamp. Em seus dois anos de atividades, a Orbys tornou sua marca reconhecida pelo mercado no setor de nanotecnologia e formou

importante rede de relacionamento em diversas áreas de tecnologia, especialmente centros de P&D, indústrias e agências de fomento. Sua tecnologia atingiu o estágio de testes industriais de protótipos de produtos para diversas aplicações.

O produto desenvolvido pela Orbys é o Imbrik, marca de nanocompósitos poliméricos de argila e látex de borracha natural. Trata-se de um material de tecnologia de ponta, produzido em um convênio com a Unicamp. Sua aplicação prática poderá ser em adesivos, embalagens, calçados, artigos esportivos, elastômeros para saúde, aditivos para concreto, brinquedos e autopeças.

2) Santista Têxtil

Localização: SP e outros estados. Mercado: têxtil e confecções. Patente: sim.

A empresa apresentou dois novos produtos tratados com tecnologia nano, o Technopolo Light e o Image. Empresa com fábricas em vários municípios, mas aqui incluída no rol das empresas paulistas.

Technopolo Light: o tecido é 100% algodão, com maior leveza do que a versão original do Technopolo, apropriado para a confecção de camisas. O acabamento NanoComfort proporciona toque e resistência diferenciados, além do acabamento antimicrobial, que elimina os odores da transpiração.

Image: produto 100% poliéster, com visual, toque e caimento de tecido de lã ou poliéster/lã, utilizado geralmente para confecção de ternos e conjuntos sociais masculinos e femininos. Também absorve rapidamente a transpiração, como uma roupa de fibra natural, tem facilidade na remoção de manchas e mantém as funcionalidades de um produto sintético.

3) Suzano Petroquímica

Localização: SP. Mercado: automotivo, embalagens. Patente: sim.

Líder latino-americana na produção de polipropileno, depositou sua primeira patente em nanotecnologia junto ao Inpi. O registro diz respeito ao uso de nanotecnologia em produtos voltados para o setor automotivo e de embalagens, segmentos com grande representatividade para o mercado de polipropileno, que representam cerca de 55% do *share* que a companhia detém no mercado brasileiro. Embora tendo unidades fabris nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, para efeito deste estudo é aqui também enquadrada como empresa paulista, embora saibamos que iniciou suas atividades em 1974 no Pólo de Camaçari, BA.

Esta empresa foi contemplada no *Edital MCT/Finep n° 1/06*, referente à subvenção econômica. O projeto aprovado refere-se a desenvolvimento de nanocompósitos propileno argila: método e obtenção e validade industrial.

4) Embrapa

Localização: SP. Mercado: indústria de alimentos, bebidas, café, água, comercialização de alimentos. Patentes: sim.

A Embrapa expôs dois produtos: o revolucionário filme protetor comestível e a língua eletrônica. Estes produtos são um trabalho da Embrapa Instrumentação, sediada em São Carlos, SP.

Filme Comestível: é aplicado diretamente sobre os alimentos, como frutas e legumes; garante sua qualidade e aparência, permitindo o consumo imediato sem nenhuma necessidade de tratamentos ou limpezas subsequentes.

Língua Eletrônica: o sensor permite com rapidez, precisão, simplicidade e a baixo custo verificar a qualidade da água, se existem contaminantes, pesticidas, substâncias húmicas e metais pesados. A Língua Eletrônica diferencia sem dificuldade os padrões básicos de paladar, doce, salgado, azedo e amargo, em concentrações abaixo do limite de detecção do ser humano. O sistema também apresenta excelentes resultados na diferenciação de bebidas com o mesmo paladar, sendo possível distinguir diferentes tipos de vinho, café, chá e água mineral.

5) MM Importadora

Localização: SP. Mercado: Importação para mercado têxtil, medicamentos. Patente: não.

A MM, empresa paulista, expôs diversos produtos importados de Cingapura e China, entre eles tecidos, cartões de saúde que agregam princípios ativos de medicamentos para dores de cólica e cabeça; tecidos luminosos, lâmpadas que purificam e destroem bactérias venenosas em ambientes.

A companhia trouxe para o Brasil também tecidos nanotecnológicos desenvolvidos com fibra ótica capazes de brilhar no escuro. "Todos esses materiais já estão disponíveis para a indústria têxtil brasileira", afirma Vidal dos Santos Rodrigues Filho, representante da MM. Outra novidade, desenvolvida pela Santista, é o tecido feito 100% de plástico reciclado de garrafas PET, que é capaz de absorver líquidos graças à nanotecnologia.

6) Nanox

Localização: SP. Mercado: indústria de vidro, cerâmica, plásticos, metalúrgica. Patente: sim.

Focada em soluções para mercados industriais, a Nanox desenvolve produtos com diferencial de mercado utilizando a nanotecnologia como instrumento de vantagem competitiva.

A tecnologia Nanox para síntese de nanomateriais é proveniente do método *bottom-up*, mais especificamente dos métodos de síntese química. A empresa emprega tanto métodos de síntese química hidrolítica quanto de síntese química não-hidrolítica em seus processos produtivos. Por meio de suas tecnologias, a Nanox produz compostos nanométricos com tamanho e distribuição de partículas controladas, elevada homogeneidade, estequiometria controlada, com baixo custo e escala industrial. Ademais, estes processos permitem que materiais com diferentes características sejam compatibilizados, ou seja, materiais polares podem ser transformados quimicamente para serem incorporados ou reagirem com materiais apolares, proporcionando grandes alterações nas propriedades dos materiais. Dessa forma, a Nanox constrói materiais em escala atômica, modelando as propriedades dos materiais e das superfícies, e pode produzir um *range* de materiais amorfos e cristalinos, incluindo óximos metálicos simples e mistos, *coatings*, nanocompósitos e materiais para energia limpa.

Os produtos desta empresa são:

Nanox Barrier: protege superfícies contra processos de corrosão e abrasão, especialmente a altas temperaturas, e pode ser aplicado em superfícies de formas complexas, como metais, cerâmicas e plásticos.

Nanox Clean: *coatings* nanoestruturados aplicados em superfícies que facilitam os processos de limpeza e esterilização, que degradam materiais orgânicos e possuem propriedades biocidas. Aplicado em metais, vidro, cerâmicas e plásticos.

Nanox Hidrocell: possibilita sínteses especiais de nanopartículas com formas complexas e controle das condições de contorno. Baseado nos princípios de geotermia, o equipamento traz avanços para síntese de estruturas especiais e materiais inteligentes.

A Nanox está diretamente ligada a uma segunda razão social, a Science Solution. Com esta razão social, foi contemplada no *Editais MCT/Finep n° 1/2006*, voltado à subvenção econômica a empresas. O título do projeto aprovado é *Design* de Cerâmica Nanoestruturada para Aplicação em Plástico.

7) Audi

Localização: SP. Mercado: automotivo. Patente: sim.

O público pôde ver de perto o novo Audi A3 Sportback, repleto de recursos nanotecnológicos em sua estrutura. O veículo utiliza camadas à

base de nanotecnologia na cobertura do painel de instrumentos para evitar reflexos da luz externa. Na linha de montagem, robôs colocam componentes críticos em um banho de imersão, para revestir com películas ambos os lados dos vidros que cobrem os instrumentos do painel, tornando o *cockpit* completamente anti-refletivo.

Outro destaque do veículo é o retrovisor interno fotocromico, que contém uma camada que escurece quando recebe energias elétricas, evitando com isto a distração ao volante, causada pelos efeitos da luz nos olhos do condutor. Com o retrovisor auto-regulável em função da claridade, isso não ocorre. O espelho, disponível em toda a linha Audi, tem dois sensores – um na frente e outro atrás. Quando o sensor de trás registra aumento de luz e o da frente indica escuridão, a nanopelícula entra em ação. Dependendo das condições de luz, diferentes voltagens são aplicadas para iniciar um processo químico no qual o movimento dos íons de lítio faz com que os átomos se reagrupem em finas camadas. Isso altera a transparência da película, produzindo o efeito desejado.

A Audi ainda oferece como equipamento original para o modelo, um *kit* de tratamento da parte externa do pára-brisa, vidros laterais e traseiros, que forma um filme capaz de evitar a adesão da água, permitindo que a mais de 60 km/h não seja necessário usar o limpador de pára-brisa porque as gotas de água simplesmente escorrem pela superfície, como acontece, por exemplo, na superfície de uma flor de lis. As lâmpadas do A3 Sportback também têm recursos de nanotecnologia, já que são transparentes, mas emitem luz amarela ou azulada quando estão ligadas.

A partir de diversas fontes secundárias de informações, como periódicos e sítios da internet, por exemplo, podemos identificar as seguintes empresas com atividades no campo da nanotecnologia:

8) Nanotex

Localização: DF. Mercado: têxtil. Patente: sim.

A empresa do DF tem a proposta de trabalhar em engenharia molecular em nível nanométrico e submicrométrico da fibra para produzir esses tecidos. Devido a um processo similar ao aplicado no vidro, um tratamento com nanopartículas atribui ao pano a propriedade de repelir líquidos. Pode-se derramar café quente ou Coca-Cola gelada que nada pega. Os avanços das utilizações práticas reforçam as projeções crescentes de investimentos na área de nanotecnologia (RIBEIRO, 2003).

9) Multivácuo

Localização: SP. Mercado: diversos tipos de indústrias. Patente: sim.

Contando com apoio do programa Pipe/Fapesp, a empresa desenvolveu peneiras moleculares a partir de materiais à base de carbono. As PMCs são materiais com estrutura porosa com predomínio de nanoporos, classificadas em função de tamanho e forma. Integram a família dos materiais carbonosos avançados, produtos de baixo peso e alta resistência, e são aplicadas em processos especiais de absorção, como controle e purificação do ar atmosférico, processos de separação de gases, sistemas industriais que empregam vácuo ou ar comprimido, separação de impurezas orgânicas e recuperação de solventes, em cromatografia gasosa, entre outras possibilidades (RIBEIRO, 2003).

10) Brasken

Localização: RS. Mercado: automotivo, eletroeletrônico, utilidades domésticas. Patente: sim.

Gigante da petroquímica brasileira sediada Rio Grande do Sul, mas de propriedade do grupo baiano Odebrecht, a empresa vem trabalhando há alguns anos com nanotecnologia, principalmente em parceria com a UFRGS. Entre seus produtos está o novo polipropileno, um plástico mais rígido e resistente a impactos que em breve deverá estar disponível para compor painéis e pára-choques de automóveis, gabinetes de aparelhos eletrônicos.

Dois outros produtos estão em fase de estudo: a argila nacional e o policloreto de vinila (PVC). Diferencial: possui estrutura nanométrica e resulta em maior resistência a impactos e a quebras. O produto final tem 30% a mais de rigidez e 4 vezes mais resistência a impactos. O primeiro produto a ser testado com a resina nanocomposta foi a estrutura externa de uma garrafa térmica produzida pela empresa Termolar.

A Brasken teve seu projeto Desenvolvimento e Estudos de Nanocompósitos de Policloreto de Vinila aprovado no *Edital MCT/Finep n° 1/2006*, referente à subvenção econômica a empresas (RIBEIRO, 2003).

11) Rhodia

Localização: SP. Mercado: têxtil. Patente: sim.

A subsidiária brasileira do grupo francês está desenvolvendo no país uma segunda geração de emulsões de nanotecnologia de silicone para a indústria têxtil. Essa nova geração difere da primeira por contar com partículas de emulsões menores, o que permite maior interação química dos tecidos com as emulsões e propicia melhores características de conforto,

toque e maciez, de acordo com o diretor da Rhodia Silicones América Latina, Lucas Freire. (GAZETA MERCANTIL, 2006)

12) Natura

Localização: SP. Mercado: cosmético. Patente: sim.

A empresa reafirma sua posição de liderança no setor de cosméticos e produtos de higiene e de perfumaria. Consolida-se, principalmente, como empresa comprometida com a qualidade das relações que estabelece com seus diferentes públicos – que congrega na chamada Comunidade Natura – e com a inovação e o aperfeiçoamento constante de seus produtos e serviços, dentro de um modelo de desenvolvimento sustentável de negócios.

Desde a sua fundação, em 1969, contando com um laboratório e uma pequena loja na cidade de São Paulo, a Natura já era movida por duas paixões fundamentais: pela cosmética como veículo de autoconhecimento e de transformação na vida das pessoas; e pelas relações, cujo encadeamento permite a expressão da vida.

O setor de pesquisa da Natura está dividido em diferentes áreas de atuação, as quais são complementares e trabalham em total sinergia, a fim de gerar continuamente tecnologias inovadoras. As pesquisas em nanotecnologia estão relacionadas a tecnologia de embalagens e a um novo sistema de liberação controlada, também conhecido como Delivery System.

A nova linha de hidratantes da Natura é a primeira a utilizar a nanotecnologia aplicada ao processo de fabricação. O tamanho das partículas é reduzido para, em média, 150nm por meio de um equipamento de alta pressão. Um nanômetro corresponde à divisão do metro em 1 bilhão de partes ou do milímetro em 1 milhão de partes. Devido a essa tecnologia, a linha Brumas de Leite de Natura Ekos combina uma hidratação intensa com uma textura leve, fácil de espalhar, de rápida absorção e secagem.¹

13) O Boticário

Localização: PR. Mercado: cosmético. Patente: sim.

O Boticário uniu-se a laboratório francês, aderiu à nanotecnologia e entrou no bilionário segmento de cremes contra o envelhecimento, como o Nanoserum, um anti-sinais para área dos olhos, testa e contorno dos lábios. A fórmula nanoestruturada permite que os ativos sejam liberados

¹ Informações disponíveis em: < <http://www2.natura.net/Web/Br/ForYou/HotSites/Campus/src/index.asp> > . Acesso em: 1 mar. 2007.

de forma direcionada, em todas as camadas da pele. A novidade levou três anos para ser desenvolvida e consumiu parte dos R\$ 14 milhões destinados ao desenvolvimento e lançamento da linha Active (que substitui a antiga VictActive), da qual faz parte. A nanotecnologia deverá ser empregada em outros produtos de *skin care* da marca.

Ativos do Nanoserum: o Comucel é um complexo antienvelhecimento que atua na comunicação celular, no que o Boticário chama de “ataque”. Ou seja, é empregado em processos que precisam ser acelerados como a produção de elastina e colágeno. O outro complexo exclusivo, PrioX-in, age na “defesa”, livrando a pele das agressões ambientais que liberam radicais livres. Por meio da tecnologia de ativação inteligente, ele modula a ação antioxidante conforme as variações de temperatura e radiação (FINALMENTE..., 2006).

14) Bio-Medicin

Localização: SP. Mercado: cosméticos. Patentes: sim.

A Bio-Medicin vem acompanhando a mudança em sua área de atuação. Ao longo dos anos, a indústria cosmética está evoluindo e vem deixando de produzir efeitos meramente estéticos, passando a gerar produtos com função específica, que atuam quase como medicamentos. Esta nova ciência na área da cosmética é chamada de cosmecêutica ou fármaco-cosmética, e vem ganhando espaço no mercado internacional nos últimos anos.

A Bio-Medicin foi a primeira empresa da América Latina a produzir o lipossoma, um princípio ativo que auxilia a redução de gordura localizada. O desenvolvimento do produto é muito caro – cerca de US\$ 20 mil por lipossoma – para ser comercializado em baixa escala. Segundo Giuseppe Mário Merenna, diretor técnico do Laboratório Bio-Medicin, proprietário da marca, os produtos com nanotecnologia penetram na pele rapidamente, levando até a profundidade desejada os princípios ativos, o que proporciona resultados eficazes e mais rápidos. Desde o ano passado, a empresa está fornecendo o produto para outras empresas brasileiras de cosméticos e exportando para uma gigante do varejo farmacêutico estadunidense, no mercado de marcas próprias. Esta iniciativa aumentou a receita da Bio-Medicin em aproximadamente 10%. Atualmente, há sete empresas no mundo que desenvolvem este tipo de tecnologia em grande escala para as empresas de cosméticos.

15) Nanocore

Localização: SP. Mercado: farmacêutico, veterinária, biotecnológica. Patente: sim.

Empresa de base tecnológica incubada há quase dois anos na Incubadora Supera, em Ribeirão Preto. Seu negócio concentra-se no desenvolvimento e otimização de produtos e processos farmacêuticos e biotecnológicos, agregando valor e ampliando fronteiras do seu produto. Seus principais clientes são empresas das áreas farmacêutica, veterinária e de biotecnologia, e pesquisadores de universidades e centros de pesquisa. Atenta às principais tendências do mercado global, a Nanocore tem como um de seus objetivos transformar conhecimento em produtos nanoestruturados (EVENTO APRESENTA..., 2005).

16) Faber-Castell

Localização: SP. Mercado: material escolar. Patente: sim.

Juntamente com o Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (Liec) da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar), desenvolveu uma grafite de maior resistência, maciez e coloração.

Por meio da nanotecnologia, que procura melhorar a qualidade de materiais a partir de partículas que medem menos de um centésimo de bilionésimo de metro, profissionais trabalharam em conjunto e chegaram no aprimoramento da grafite.²

17) Clariant

Localização: SP. Mercado: têxtil. Patente: sim.

A empresa desenvolveu um polidimetilsiloxano modificado, um produto que, graças a sua química extraordinária (ligação covalente entre agente emulsionante e óleo de silicone), em combinação com água resulta numa nanodispersão. Trata-se do Sandoperm FHL líquido. As vantagens do Sandoperm FHL líquido em comparação com as emulsões convencionais são:

- toque extremamente suave não-oleoso: as partículas auto-orientadoras encontram acesso em todas as regiões do material têxtil, cobrindo, portanto, toda a superfície das fibras têxteis (inclusive das fibrilas). Conseqüentemente, não ocorrem saturações excessivas, ou seja, não haverá contaminação oleosa/sebosa da mão pelo toque (o silicone permanece no substrato têxtil e não passa para a mão).

² Informações disponíveis em: <http://www.faber-castell.com.br/docs/default-ews_asp_id~20015_domid~1010_sp~P_addlastid~0_m1~17466_m2~18240_m3~19592_m4~20015_suma~.htm>. Acesso em: 20 jan. 2007.

- versatilidade de aplicação: as partículas finas encontram-se num estado termodinâmico e estável, resultando numa extraordinária estabilidade ao cisalhamento (equipamentos tipo *jet*) na aplicação.
- efeito *soil-release*: o produto tem propriedades de desprendimento de impurezas.
- alta elasticidade: confere excelentes propriedades elastoméricas (NANOTECNOLOGIA..., 2003).

18) Cedro

Localização: MG. Mercado: têxtil. Patente: sim.

Sediada em Belo Horizonte, a empresa gera cerca de três mil postos de trabalho, em cinco fábricas localizadas nas cidades de Sete Lagoas, Caetanópolis e Pirapora.

Américo Mellagi, gerente de produtos, afirma que os investimentos da empresa na área nanotecnológica são cada vez maiores. Prova disso é linha de tecidos técnicos Cedrotech que, desenvolvida a partir de tecnologia exclusivamente nacional, utiliza a nanociência, uma das técnicas mais avançadas do mercado para a fabricação de tecidos inteligentes.

O gerente acredita que, cada vez mais, os uniformes serão vistos como equipamento de proteção individual, ou seja, equipamentos de proteção que irão conferir segurança ao profissional, mas sem perda de conforto e funcionalidade. “As aplicações desta tecnologia irão exigir das empresas melhor preparo de seus técnicos, mas também irão ampliar significativamente os seus mercados de atuação”, pondera (CEDRO APOSTA..., 2006).

19) Nanum

Localização: MG. Mercado: pós-cerâmicos e filmes finos para vários tipos de indústrias. Patente: sim.

A Nanum é uma empresa especializada em nanotecnologia. Possui dois focos: P&D e produção industrial. Seu foco industrial está no desenvolvimento de materiais nanoestruturados, principalmente pós-cerâmicos e filmes finos.

Filme anti-risco: produção e aplicação de filme fino em diversas superfícies com propriedade antirisco, antioxidante, bactericida, antirefletor, etc.

Cerâmicas especiais: aluminato de lítio (pó ou peça). Pó ultrafino de alumina com zircônia para moldagem. Cerâmicas nanoestruturadas.

Monocristal de antimônio: crescimento de monocristais para produção de sondas e sensores.

Ferritas dopadas: produção de ferritas dopadas especiais (pó fino e seco). Utilização do processo de co-precipitação para produção de ferritas dopadas homogêneas, prontas para serem sinterizadas e prensadas.

Informações prestadas por dirigente do Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec) indicam que empresas encubadas com base nanotecnológicas, além da Orbys (primeira empresa descrita), são as seguintes:

20) Scientia Tecnologia Química (STQ)

Localização: SP. Mercado: aparelhos de ar condicionado. Patente: sim.

Vem empregando tecnologias de liberação controlada de princípios bioativos, para disponibilizar produtos inovadores a fim de solucionar problemas relacionados com a melhoria na qualidade de vida das pessoas. Inicialmente, produzirá um dispositivo químico para tratar água condensada nos sistemas de ar condicionado, objetivando a desinfecção química e biológica do ar realimentado para o ambiente interno.

21) Grupo Eletrocell Células Combustíveis

Localização: SP. Mercado: Geração de energia para setor industrial. Patente: sim.

Grupo de empresários sediados no Cietec, que uniram esforços no desenvolvimento de sistemas associados à tecnologia de células a combustível e baterias especiais.

22) Laboratório Biosíntese

Localização: SP. Mercado: químico e petroquímico. Patente: sim.

Realiza pesquisa, desenvolvimento e inovação de ensaios e testes pré-clínicos, biológicos e toxicológicos, *in vitro* e *in vivo*. Serviços tecnológicos ofertados pela empresa: a) ensaios, testes e análises biológicas e toxicológicas pré-clínicas dos seguintes tipos de produtos: farmacêuticos, fitoterápicos, insumos e correlatos, agroquímicos e afins, veterinários; derivados de OGMs; cosméticos e saneantes. b) biocompatibilidade de biomateriais utilizados como dispositivos médicos e odontológicos protéticos e implantáveis; c) pesquisa, desenvolvimento e inovação de metodologias e protocolos em conformidade com as diretrizes da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e Organização Internacional para Normalização (ISO).

23) Ciallyx

Localização: SP. Mercado: químico, farmacêutico. Patente: sim.

Empresa de base tecnológica dedicada à realização de estudos de efi-

cácia, avaliação de toxicidade e desenvolvimento de ensaios *in vitro* e *in vivo*, para novas moléculas e produtos. Nascida no interior do maior centro incubador de empresas tecnológicas da América Latina, o Cietec, a empresa dedica-se ao estudo e desenvolvimento de produtos químico-farmacêuticos em geral. Utilizando técnicas avançadas aliadas ao conhecimento de seu corpo científico, a Ciallyx faz parcerias no desenvolvimento de produtos no campo da química, química farmacêutica, biotecnologia, cosmetologia e na conquista de novos mercados.

Já o Instituto Inovação (2005) indica a existência das seguintes iniciativas de mercado tomadas por algumas empresas:

24) Dispositivos Semicondutores Discretos (DSD)

Localização: MG. Mercado: semicondutores, comunicação. Patente: sim.

Fundada em 2000, é uma das quatro fábricas de semicondutores do país. Ela é resultado de uma parceria entre o Instituto Euvaldo Lodi/Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (IELFieng) e o Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas da UFMG, por meio do engajamento de alguns de seus cientistas no desenvolvimento e otimização de dispositivos semicondutores a partir de investimentos em nanotecnologia. Um de seus objetivos é criar um satélite brasileiro.

25) Unicamp/Genius Instituto de Tecnologia

Localização: AM. Mercado: eletrônica de consumo, multimídia, terminais móveis, TV digital. Patente: sim.

Uma iniciativa diferente e criativa foi a parceria entre a Unicamp e o Genius Instituto de Tecnologia, criado pelas empresas Gradiente e Nokia. Estas empresas assinaram em Campinas um convênio para desenvolvimento conjunto de inovações tecnológicas na eletrônica de consumo no Brasil. A iniciativa tem o objetivo de criar aditivos ao acordo para o desenvolvimento de tecnologia nas áreas de multimídia, terminais móveis, TV digital e nanotecnologia. O investimento é de R\$ 15 milhões.

26) Ciba

Localização: SP. Mercado: têxtil. Patente: sim.

A empresa suíça é uma das referências no setor têxtil. Ela tem produtos para a indústria têxtil que conferem efeito repelente à água e ao óleo, antiodores, antimicrobianos e proteção contra raios ultravioleta aos tecidos. O produto que confere o efeito repelente à água e ao óleo não impermeabiliza o tecido, que deve deixar passar a transpiração. Uma preocupa-

ção da Ciba ao desenvolver produtos com esses efeitos é garantir sua eficácia após muitas lavagens. Os mais recentes desenvolvimentos da Ciba com nanotecnologia são a proteção antimicrobiana para fibras celulósicas, como algodão, viscose e modal, e o controle de odores com compostos derivados do açúcar, que tem alta resistência a lavagens. Todos os produtos foram desenvolvidos na Suíça.

A próxima fonte de informação a ser utilizada é a *Chamada Pública MCT/Finep n° 01/2006* (BRASIL, 2006e), para subvenção econômica. Os projetos aprovados no tema nanotecnologia indicam as empresas interessadas nesta tecnologia. Talvez ainda não sejam empresas de base tecnológica, nem ainda tenham produtos a serem ofertados no mercado, mas para este tipo de análise devem ser aqui comentadas. Da relação de projetos aprovados, a Brasken já tinha sido referenciada; cabe, então, fazer breves comentários sobre as demais empresas contempladas neste edital.

27) Aegis Semicondutores

Localização: SP. Mercado: diversos tipos de indústrias, como eletroeletrônica. Patente: sim.

Fundada em 1982, iniciou suas atividades com a produção de diodos retificadores tipo rosca. Ao longo dos anos, sua linha de produtos aumentou, contando hoje com diodos, tiristores, módulos, diodos Schottky, diodos *press-fit*, pontes retificadoras compactas, além de retificadores completos, chaves estáticas e outros conjuntos retificadores. Possui também uma linha de acessórios, placas de controle e acionamento de tiristores e dissipadores para as mais diversas aplicações. Contando com uma ampla rede de distribuição em escala mundial, exportando desde *chips* até fontes retificadoras completas de alta potência.

Claro que a fronteira em termos de semicondutores e *chips* está no recurso financeiro e no desenvolvimento da nanotecnologia. Esta é a razão central de esta empresa ter pleiteado e aprovado projeto nesta área de nanotecnologia do referido edital. No caso concreto, o interesse é produzir um *display monocromático poled*.

28) Chemyunion

Localização: SP. Mercado: cosméticos. Patente: sim.

A linha do tempo da empresa começou no ano de 1992, contando com a instalação da fábrica na cidade de Sorocaba, SP. A produção era de agentes de consistência, ésteres emolientes e derivados de lanolina. Foi pioneira

no mercado, instalando em seu escritório comercial, na capital de São Paulo, o Laboratório de Assistência Técnica Chemyunion, voltado a atender às dúvidas sobre os produtos e formulações. Anos depois, ampliaram-se as linhas de produção, criando agentes catiônicos, modificadores sensoriais, aditivos para gel aquoso e géis oleosos.

A empresa também vem trabalhando em pesquisa e desenvolvimento de ativos para os cuidados dos cabelos e da pele, além de aditivos multissensoriais com eficácia comprovada. As pesquisas científicas da empresa avançam com reconhecimento pelo mercado nacional e internacional, tornando-a a maior fabricante nacional de ativos cosméticos.

Esta é mais uma empresa atuante no ramo farmacológico e de cosmético que já está atuando. No caso em questão, o interesse é por dominar uma tecnologia transdérmica via nanotecnologia e, com isso, ampliar seu portfólio de produtos e aumentar sua competitividade no Brasil e no exterior.

29) Clorovale Diamantes

Localização: SP. Mercado: instrumentos odontológicos. Patente: sim.

Sediada em São José dos Campos, SP, recebeu a menção honrosa de produto do Prêmio de Inovação/2003, ao qual concorreu com o CVDentUS, um *kit* de brocas para uso odontológico com uma camada de diamante em suas pontas e movimento vibratório, e não giratório, como acontece com os instrumentos tradicionais. Um dos principais resultados dessas inovações é a precisão dos instrumentos. No tratamento de um dente cariado, por exemplo, as brocas da Clorovale permitem a retirada da cárie com um dano mínimo aos tecidos mais próximos, sem dor e sem sangramento. Além disso, o movimento vibratório elimina o barulho do motor de alta rotação. Outro diferencial é a durabilidade: as novas brocas duram 30 vezes mais que seus similares convencionais.

Certamente, o avanço neste campo está na nanotecnologia, com sua capacidade de manipular o carbono em escala nanométrica, produzindo produtos nanoestruturados, e com isto aprimorar o produto da empresa, assegurando sua competitividade.

30) EMS

Localização: SP. Mercado: farmacêutico, genéricos, higiene pessoal. Patente: sim.

A EMS está no mercado farmacêutico há mais de 40 anos. Com capital 100% nacional, a empresa, que em 2001 ocupava a 13ª posição no *ranking*, hoje é a líder em unidades vendidas, segundo o IMS Health, com um total

de 115,6 milhões de unidades, e a segunda colocação em faturamento, com R\$ 1,3 bilhão em 2006.

Por possuir um moderno complexo industrial e um centro de P&D de última geração em Hortolândia, interior do Estado de São Paulo, a empresa consegue atuar em diversos segmentos, como prescrição médica, genéricos ou medicamentos isentos de prescrição médica e higiene pessoal. Todos esses produtos são comercializados não só no mercado nacional, como no exterior.

Conforme informações de inúmeras fontes, a área dos fármacos é uma das mais ativas em termos de demanda pela nanotecnologia. Este é um exemplo disto: uma empresa brasileira que recorre a edital público para dominar a tecnologia de usar nanopartículas como carreadores fármacos com alta disponibilidade farmacocinética e, assim, assegurar sua consolidação no mercado brasileiro.

31) FGM Produtos Odontológicos

Localização: SC. Mercado: produtos odontológicos. Patente: sim.

Em janeiro de 1996, a FGM foi fundada em Joinville pelo casal Friedrich Georg Mittelstadt e Bianca de Oliveira Luiz Mittelstadt. Hoje, a empresa conta com a mais completa linha de clareadores dentais, para acabamento e polimento de restaurações, condicionadores ácidos, desinfetantes, verniz fluoretado e outros.

Líder nacional em clareadores dentais, a FGM investe na ampliação de suas linhas. Durante o XXV Congresso Internacional de Odontologia (Ciosp), realizado em São Paulo de 27 a 31 de janeiro de 2007, a empresa catarinense lançou mais uma inovação: o Opallis, compósito para dentes anteriores e posteriores, disponível em 33 cores e que tem como diferenciais a fluorescência, a opalescência e o maior tempo de trabalho do mercado. Em evento paralelo ao Ciosp, diante de uma platéia com 300 profissionais, três professores apresentaram as conclusões de pesquisas prévias feitas com o produto, confirmando a qualidade do Opallis.

Certamente, a empresa avalia que a nanotecnologia pode desenvolver materiais dentários que contenham nanopartícula de carga e, em produzindo tais produtos com estas características, estará aumentando sua competitividade e consolidando-se no mercado.

32) FK-Biotecnologia S. A.

Localização: RS. Mercado: produtos biotecnológicos para a medicina humana – medicamentos. Patente: sim.

Fundada em 17 de junho de 1999, a FK está instalada na Incubadora Tecnológica da Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec) na cidade de Porto Alegre. Seu objetivo: pesquisar, desenvolver, produzir e comercializar produtos biotecnológicos, focados na medicina humana. A empresa, pioneira no desenvolvimento de imunoenaios no país, tornou-se a primeira empresa de biotecnologia capitalizada pelo RSTec (fundo composto por investidores como BID/Fomin, BNDespar, entre outros, e administrada pela Companhia Riograndense de Participações – CRP), atraindo R\$ 625.000,00 em capital de risco. A FK oferece a seus clientes *kits* de imunodiagnóstico com tecnologia própria, a preços competitivos e de qualidade internacional.

Os imunoenaios estão presentes na prática médica há mais de 50 anos, mas foi a partir da década de 1970, com o desenvolvimento dos anticorpos monoclonais, que houve um grande avanço na qualidade, especificidade e sensibilidade destes ensaios. Os anticorpos monoclonais são produzidos em cultura celular (*in vitro*) pela fusão de um linfócito B com uma célula de mieloma, que resultará num hibridoma. Uma vez desenvolvidos, estes hibridomas podem produzir quantidade de anticorpos em escala industrial sem que haja variabilidade de lote para lote. O desenvolvimento desta técnica revolucionou a indústria de *kits* de imunoenensaio. O domínio desta tecnologia que envolve a geração de hibridomas, a produção em larga escala e purificação destes anticorpos é um dos pilares tecnológicos da FK-Biotecnologia. O diferencial tecnológico internacional da FK dentro do mercado de imunodiagnóstico é o *know-how* para a produção de anticorpos monoclonais bi-específicos, técnica que elimina a necessidade de conjugação química do traçador com o anticorpo. Além disto, a FK conta com uma forte linha de P&D que inclui uma nova vacina celular anticâncer com tecnologia patenteada pela FK, bem como estudos pré-clínicos avançados com vistas a aplicação *in vivo* de anticorpos monoclonais com fins terapêutico e diagnóstico.

A empresa entende que a consolidação de suas atividades de pesquisa e desenvolvimento e inovação estão diretamente ligadas à nanotecnologia. Esta também foi a compreensão do comitê julgador deste edital, pois acabou por aprovar a proposta desta empresa e, com isto, melhorar suas condições de competitividade no segmento em que atua.

33) Indústria Química Taubaté

Localização: SP. Mercado: indústria de alimentos. Patente: sim.

Empresa cinquentenária sediada no município de Taubaté, SP, e que já tinha uma proximidade com a nanotecnologia dada a política de P&D

implantada na empresa. A nanotecnologia já está presente em produto completamente desenvolvido dentro da empresa e comercializado há anos. Também aparece em dois outros projetos de pesquisa financiados pelo CNPq com contrapartida da empresa. O diferencial que a IQT deseja ter é levar inovação ao mercado.

O produto que a IQT já tem no mercado é o Taubarez T 940, um polímero de barreira usado para armazenar alimentos congelados. O Taubarez T 940 é uma dispersão aquosa aniônica de copolímero de estireno butadieno carboxilado. Agora a empresa está interessada na produção de materiais híbridos nanoestruturados, para dar seqüência à sua meta de inovar constantemente.

34) Itajara Minérios Ltda.

Localização: PR. Mercado: diversos tipos de indústria. Patente: sim.

Empresa sediada em Ponta Grossa, PR, com página eletrônica em construção e fora do grupo estudado por este projeto, não disponibiliza dados, o que é uma lacuna a ser preenchida. O importante a salientar é que foi contemplada na chamada pública de subvenção econômica *MCT/Finep n° 01/2006* (BRASIL, 2006e).

O interesse da empresa está em desenvolver equipamento inovador para síntese de óxidos nanoparticulados como matéria-prima. Ao que parece, esta é a primeira mineradora no Brasil a ter proximidade com a nanotecnologia.

35) Vigodent S. A. Indústria e Comércio

Localização: RJ. Mercado: mercado odontológico. Patente: sim.

Sucessora da Herman Josias S. A., fundada em 1934, vem desde aquela data atendendo ao mercado odontológico brasileiro com o que há de mais moderno e importante no mercado mundial por meio da importação de produtos da mais alta tecnologia. A partir de 1960, passou também a fabricar produtos para atender às necessidades da classe odontológica, permitindo, assim, não só a diminuição de custos com também a melhor oferta de seus produtos.

Em 1982, a então Herman Josias lançou o primeiro aparelho fotopolimerizador de resinas para restaurações dentárias fabricado no Brasil, com tecnologia de sua representada Vivadent Heliomat, hoje com quase 100 mil unidades vendidas somente no mercado brasileiro. Naquele mesmo ano, mudou sua razão social para a atual. Hoje, voltada para a fabricação e o desenvolvimento de produtos de tecnologia de ponta, continua com repre-

sentações de empresas de renome mundial, tais como Coltène AG (Suíça), Walledent (Estados Unidos) e Hannenkratt (Alemanha), entre outras.

A empresa participou do *Editais MCT/Finep n° 01/2006*, dedicado à subvenção econômica a empresas, e teve aprovado seu projeto, em que traça como resultado a ser alcançado sua auto-suficiência na fabricação de nanocompósitos.

Com o intuito de complementar nosso rol de empresas interessadas em nanotecnologia, abordaremos a seguir os projetos apoiados pela ação de fomento a projetos institucionais de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia aprovados em 2004, constantes do Quadro 3 do primeiro capítulo deste relatório.

36) Petróleo Brasileiro S. A.

Localização: RJ. Mercado: petróleo, petroquímica, energia. Patente: sim.

Quanto à Petrobras, empresa de ponta em exploração do petróleo, não é surpresa estar interessada em nanotecnologia. Além de seu próprio órgão de pesquisas – o Centro de Pesquisa da Petrobras (Cenpes) –, utiliza a competência de várias universidades e já possui sua própria rede de nanotecnologia em parceria com diversas universidades. Neste caso, a parceria é com a UFMG e o objetivo é a obtenção de nanocompósitos biodegradáveis derivados da combinação de argilas minerais com blendas polietileno-amido.

37) Valée

Localização: MG. Mercado: medicamentos veterinários, biotecnológicos. Patente: sim.

A empresa, de origem em Minas Gerais e na biotecnologia, também está atenta ao desenvolvimento tecnológico; no caso, seu interesse encontra-se no âmbito da nanobiotecnologia. Prova disto foi seu projeto aprovado, que tem por objetivo desenvolver sistemas micro e nanoestruturados com liberação controlada de vitamina B12 para aplicação veterinária.

38) Cerâmica Sergipe

Localização: SE. Mercado: cerâmica e outros tipos de indústrias. Patente: sim.

Não nos foi possível identificar maiores informações em fontes secundárias. Isto nos faz deduzir que se trata de uma pequena empresa de um pequeno estado, fora do circuito produtor de cerâmicas que domina o setor. Porém, o fato de uma empresa com estas características ter sido con-

templada com um projeto que visa à produção de revestimentos cerâmicos especiais utilizando nanomateriais pode significar que esta tecnologia poderá ser apropriada por empresas de pequeno porte, fora da grande região dominante na produção de cerâmicas.

39) Tecnident Equipamentos Ortodônticos Ltda.

Localização: SP. Mercado: produtos odontológicos. Patente: sim.

Atua no mercado há mais de 15 anos, produzindo uma completa linha de materiais para ortodontia. Localizada em São Carlos, pólo tecnológico, a Tecnident utiliza o que há de mais avançado para análise e desenvolvimento de novos produtos. Em função desta concepção é que esta empresa encaminhou projeto e foi contemplada com recursos para desenvolvimento e implantação de *brackets* cerâmicos de ZRO₂ E AL₂O₃ com adição de pigmentos.

40) Biolab Farmacêutica

Localização: SP. Mercado: fármacos. Patente: sim.

O Grupo Castro Marques destaca-se no segmento farmacêutico brasileiro por suas duas empresas, com características e perfis próprios: Biolab Farmacêutica e União Química Farmacêutica Nacional.

A Biolab vem-se notabilizando por sua destacada atuação no mercado farmacêutico brasileiro desde 1971, quando iniciou suas atividades com a aquisição do Laboratório Prata, fundado em 1936 e um dos mais tradicionais e conceituados fabricantes de produtos farmacêuticos. A empresa, situada no município de Itapecerica da Serra, SP, pretende com a nanotecnologia desenvolver novas formulações utilizando nanodispositivos para tratamento de doenças cardiovasculares.

41) Biosintética Farmacêutica

Localização: SP. Mercado: fármacos. Patente: sim.

Com uma moderna fábrica em São Paulo adquirida em 2002 e os mais avançados equipamentos, a Biosintética está preparada para crescer de forma sustentada, aumentar a produção de acordo com as demandas do mercado e reforçar sua importante participação no segmento de genéricos. O laboratório possui outra fábrica em Ribeiro Preto, no interior do Estado de São Paulo, onde produz exclusivamente produtos hospitalares (soluções parenterais-soros e saneantes). A empresa conta com 830 colaboradores. A Biosintética fabrica fármacos para o combate de diversas doenças; agora está interessada em produzir síntese e nanoestruturação

de uma chalcona ativa para tratamento de leishmaniose, cujo projeto foi contemplado no edital de 2004.

A Biosintética foi incorporada em 2005 pela Aché Laboratórios Farmacêuticos. Com a aquisição da Biosintética Farmacêutica, a Aché consolidou a liderança no mercado brasileiro e na América do Sul. A aquisição é parte do planejamento estratégico da Aché, estabelecido em 2004, que visa, entre outras coisas, ao crescimento sustentado, à liderança do mercado nacional, maior capacidade de investimento em inovação e fortalecimento do portfólio de produtos. A complementaridade deste rol de produtos e a similaridade de culturas entre as duas empresas foram os principais fatores que levaram à aquisição da Biosintética. Com a integração, a Aché passou a contar com 240 opções terapêuticas e marcou a entrada da empresa em novos segmentos, como na área cardiovascular e de genéricos, e expansão de produtos para as áreas do sistema nervoso central, dermatologia, respiratória, oncologia e genéricos.

Novas empresas aparecem no resultado do edital de 2005 destinado a projetos apoiados pela ação Fomento a Projetos Institucionais de Pesquisa e Desenvolvimento em Nanociência e Nanotecnologia, conforme anteriormente identificado no Quadro 4 do primeiro capítulo deste relatório:

42) Biolab Ltda.

Localização: RS. Mercado: cosméticos. Patentes: sim.

Esta empresa gaúcha, que já vinha atuando no campo da biotecnologia, passou também a atuar no campo da nanotecnologia com o objetivo de produzir cosméticos, e por isto encaminhou projeto visando ao desenvolvimento de nanocosméticos.

43) Óssea Medical Technology

Localização: SP. Mercado: implantes cirúrgicos. Patente: sim.

Empresa especializada na fabricação de implantes cirúrgicos para coluna vertebral. Recentemente, a Óssea ampliou sua linha de atuação, passando a produzir produtos para atender a outras áreas da ortopedia e neurocirurgia. Com o foco voltado para a qualidade total, a Óssea está estabelecida com uma ampla e moderna fábrica em Campinas e com escritório de representação em Ribeirão Preto. O desenvolvimento de biocerâmicas nanoestruturadas para uso clínico como material para regeneração óssea passou a ser o objetivo desta empresa, com seu projeto aprovado e conseqüentes recursos captados.

A E. F. Engenharia tornou-se a empresa Orbys, já descrita nesta lista (n° 1). A empresa encaminhou seu projeto ao referido edital com a proposta de desenvolver nanocompósitos de borracha natural para adesivos e outros produtos.

A Natura, que está acompanhando de perto o desenvolvimento da nanotecnologia, já foi descrita nesta lista, sob n° 12. A empresa encaminhou projeto a este edital em parceria com o IPT para desenvolver nanocosmético de ação antioxidante e antiinflamatória.

A Petrobras, empresa já descrita com o n° 37, aparece com dois projetos aprovados neste edital relacionando seu centro de pesquisas a pesquisas que visam desenvolver nanocompósitos de poliestireno contendo argilas modificadas e síntese de nanocompósito de polipropileno por polimerização *in situ*.

44) Biocancer S. A. Centro de Pesquisa e Tratamento do Câncer

Localização: MG. Mercado: indústria farmacêutica, indústria biotecnológica, instituto de pesquisas. Patente: sim

A Biocancer é uma organização de pesquisas clínicas (Clinical research organization – CRO) que valida, aplica e desenvolve protocolos fase I, II, III e IV para drogas e protocolos relacionados ao câncer, sob demanda das grandes empresas farmacêuticas, institutos de pesquisa, empresas de biotecnologia, hospitais e outras CROs. A empresa oferece serviços que incluem recrutamento de pacientes e pesquisadores; planejamento e desenvolvimento de protocolos clínicos; desenvolvimento e verificação de banco de dados; análises bioestatísticas e a geração de relatórios de protocolos clínicos.

Desde o estágio de descoberta à última fase dos protocolos clínicos, a ampla gama de serviços integrados da Biocancer é desenvolvida para ajudar empresas a reduzirem custos, minimizar riscos e acelerar o tempo de entrada do produto no mercado, enquanto otimiza totalmente a qualidade e experiência no processo de desenvolvimento de novas drogas. Biocancer possui uma rede de contatos com hospitais conceituados, laboratórios e institutos de pesquisa no Brasil. O fundamento de estratégias de parceria da empresa é um acordo de colaboração com a UFMG e seu centro médico afiliado, o Hospital das Clínicas (HC/UFMG).

A Biocancer teve seu projeto aprovado para desenvolver sistemas nanoestruturados contendo antineoplásticos para tratamento de tumores sólidos e queratoses actínicas.

45) Padtec

Localização: SP. Mercado: sistemas de comunicação ópticos. Patente: sim

O maior centro de pesquisa da América Latina, o CPqD – antiga Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás, hoje uma fundação –, criou um setor exclusivamente voltado para soluções inovadoras no mercado de sistemas de comunicações ópticas, resultando no que hoje é a Padtec: uma empresa que fabrica equipamentos e desenvolve soluções para Optical Networking.

A Padtec, por meio de um grande esforço de P&D, traz ao mercado novos produtos de qualidade e desempenho segundo padrões internacionais. Em seis meses, foram introduzidos vários produtos novos de forma pioneira no Brasil, dentre os quais o amplificador Raman e DWDM com FEC para enlaces de ultralonga distância.

A área de interesse da Padtec em nanotecnologia é em dispositivos ópticos baseados em *quantuns dots* semicondutores.

46) A Empresa Brasileira de Radiações (Embrarad)

Localização: SP. Mercado: radiação, esterilização. Patente: sim

Sediada em Cotia, SP, a empresa iniciou as atividades em 1980, sendo a pioneira na América do Sul no uso da radiação gama em escala comercial. Opera com dois irradiadores JS 7500 e o moderníssimo JS 9600, de procedência MDS Nordion, Canadá. Na área de esterilização por radiação gama, a Embrarad destaca-se como a maior empresa do setor da América do Sul (instalados atualmente mais de 2.000.000 de Curies de Cobalto-60) e é a primeira empresa brasileira do setor com certificação FDA em todas as etapas do seu processo.

Esta empresa teve seu projeto aprovado para desenvolvimento do PP com alta força do fundido e extensibilidade por meio da síntese de nanogéis de polipropileno.

Por fim, cabe salientar três empresas que não apareceram em nenhuma das fontes anteriormente pesquisadas: Bunge, Ponto Quântico e Incrementa.

47) Bunge

Localização: SP. Mercado: tintas. Patente: sim.

Empresa multinacional que foi licenciada pela Unicamp para a exploração da patente do pigmento branco para tintas Biphor (sigla para Bunge Innovative Products for Hiding Opacity and Refractancy), tornou-se refe-

rência nacional da boa relação entre universidade e empresa, e rendeu ao professor Fernando Galembeck, do Instituto de Química da Unicamp, prêmios de mérito científico.

Além de licenciar, a universidade vendeu metade da titularidade da patente do Biphor para a Bunge, por R\$ 100 mil. De acordo com os cálculos da Inova, o pigmento deverá gerar US\$ 4,5 milhões anuais em *royalties*. A universidade receberá 1,5% do faturamento líquido do produto. Por enquanto, a produção é em escala piloto e destinada ao fornecimento de amostras para os fabricantes de tintas.

48) Ponto Quântico Nanodispositivos

Localização: PE. Mercado: controle, prevenção e diagnóstico de câncer. Patente: sim

Foi a primeira empresa de nanotecnologia a ser criada no Brasil, em 2000, e ainda está incubada na Positiva, a incubadora da Ufpe. O pesquisador responsável pela empresa, Petrus d'Amorim Oliveira Santa Cruz, conta que ela funciona como um "braço tecnológico" do Laboratório Associado de Nanodispositivos Fotônicos (Land-Foton), que ele montou há dez anos no Centro de Ciências Exatas e da Natureza da universidade, e do qual é coordenador A.

Um exemplo de como a nanotecnologia pode-se beneficiar das soluções de tecnologia de informação (TI) é o *software* Espectrolux, criado pela Ponto Quântico Nanodispositivos. Santa Cruz afirma que o *software* foi fundamental para o desenvolvimento das mais novas versões do Dosímetro UV, um produto nanotecnológico que pode ser utilizado no controle, prevenção e diagnóstico do câncer de pele. O *software* é tão bem-sucedido que foi levado para a EuroForum 2005, na Escócia.

A Ponto Quântico Nanodispositivos possui um núcleo interno de desenvolvimento de *software* que pode beneficiar diversas pesquisas na área de nano. Santa Cruz lembra, ainda, que a Rede de Nanotecnologia Molecular e Interfaces (Renami), assim como outras redes de pesquisa e empresas privadas atuantes no mercado de nanotecnologia, também possui seus núcleos de TI.

Como podemos observar, foi fora do grupo de estados objeto deste estudo que se configurou a primeira empresa de base nanotecnológica, pois a Ponto Quântico está sediada em Recife, PE.

49) Incrementtha

Localização: SP. Mercado: fármacos. Patente: sim.

A Incrementha é um bom exemplo da importância da pesquisa e da inovação no setor farmacêutico. A empresa, em que a maior parte dos funcionários tem mestrado ou doutorado, tem 30 projetos de pesquisa em andamento e seis patentes depositadas no Inpi.

Abrigada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec) da USP, a Incrementha investiu cerca de R\$ 4 milhões em projetos em seu primeiro ano (2006) e deve destinar, em 2007, outros R\$ 12 milhões para o desenvolvimento de novas combinações de moléculas e para o custeio dos estudos clínicos de algumas linhas de pesquisa. A empresa é uma parceria dos laboratórios Biolab e Eurofarma.

O primeiro produto da Incrementha que deverá chegar ao mercado é um anestésico de uso tópico para uso em pequenas cirurgias na pele, desenvolvido em parceria com as pesquisadoras Sílvia Guterres e Adriana Pohlmann, da UFRGS.

A inovação está em uma nanocápsula biodegradável que transporta o medicamento para regiões específicas. “Com o veículo nanotecnológico, o anestésico penetra e se concentra apenas nas terminações nervosas da pele, evitando ser absorvido pela circulação sanguínea e diminuindo as chances dos efeitos colaterais. A nanotecnologia está no controle da absorção e da liberação do princípio ativo”, disse Henry Suzuki, diretor técnico da Incrementha.

3 Conclusões

Os dados acima expostos indicam a importância dos Estados de São Paulo e Minas Gerais também no que toca ao número de empresas que se vêm dedicando a lançar produtos nanotecnológicos no mercado brasileiro.

Assim sendo, do total de 49 empresas aqui listadas, 34 delas encontram-se no Estado de São Paulo, 3 em Minas Gerais e uma no Distrito Federal. Portanto, o grupo estudado, comparecendo com 38 empresas, representa aproximadamente 78% das empresas elencadas neste trabalho. Somente o Estado de São Paulo significa cerca de 69%.

Os dados autorizam-nos a indicar que o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil reproduz de forma ampliada o desenvolvimento industrial brasileiro, no qual se verificou uma grande concentração de indústrias no Estado de São Paulo e na Região Sudeste.

Portanto, quer seja via grandes empresas já existentes que acompanham o processo de desenvolvimento tecnológico e passam a trabalhar com a nanotecnologia para inovar, e assim manter/ampliar seus merca-

dos, quer seja com novas empresas incubadas, iniciantes em nanotecnologia, o que temos presenciado é que a nanotecnologia não será um elemento indutor da desconcentração industrial almejada para o desenvolvimento industrial brasileiro; pelo contrario, deverá intensificar sua concentração.

Em termos de mercado a que se destinam os produtos destas empresas, podemos apresentar os mais indicados em grandes blocos:

a) Entre duas a seis indicações – fármacos; cosméticos; automotivos; produtos odontológicos; têxtil/confecções; saúde; petroquímico; químico; alimentos; embalagens; plásticos; eletroeletrônica/eletrônica de consumo; cerâmica; biotecnológico.

b) Uma indicação – calçados; construção civil; brinquedos; bebidas; café; vidro; metalúrgica; medicamentos veterinários; material escolar; ar condicionado; semicondutores; comunicação; implantes cirúrgicos; borracha; radiação e esterilização; tintas.

As 49 empresas elencadas nesta lista (não-exaustiva) e os 30 segmentos de mercado a que se destinam seus produtos indicam que ainda estamos no começo da inserção da nanotecnologia no parque industrial brasileiro e no mercado abrangido pelos produtos deste parque industrial. A comparação aos mais de 3 mil *papers* produzidos pelas redes de nanotecnologia existentes de 2001 a 2005 apontam para o mesmo fato, ou seja, ainda são bem poucas as empresas que estão adotando esta tecnologia no Brasil.

A importância que os estados estudados tiveram para as quatro redes de pesquisa existentes de 2001 a 2004, bem como a concentração das empresas, anteriormente demonstrada, implica que a origem das patentes, seja via empresas ou via redes de pesquisa em nanotecnologia, também acompanha o nível de concentração demonstrado para as empresas dentro de dois Estados estudados neste projeto (SP e MG). Assim, podemos afirmar que a produção científica em nanociência, sua transformação em tecnologia com a conseqüente patente, e a empresa que vai disponibilizar no mercado um produto decorrente dos passos anteriores (conhecimento, tecnologia e patente), tudo isto está localizado de forma concentrada em SP e MG.

Os cinco setores mais promissores, segundo esta lista de empresas, são os fármacos, cosméticos, automotivos, produtos odontológicos e têxtil/confecções. Em termos de importância para a economia brasileira, o setor automotivo tem peso importante, seguido dos fármacos, com menor importância. Cosméticos ainda tem peso pequeno, embora em curva ascen-

dente, ao contrário do setor têxtil, que vem perdendo terreno, dada a concorrência chinesa. A importância dos produtos odontológicos neste contexto de análise é de dimensão marginal.

Do ponto de vista social, poderíamos colocar como mais importantes os setores de fármacos, odontológicos e o têxtil, deixando o automotivo e o cosmético em segundo plano.

Assim sendo, dependendo da orientação ou indução (econômica ou social) que o Estado queira fazer, será possível arregimentar os recursos humanos disponíveis (força de trabalho qualificada), empresas interessadas (capital) e o mercado (consumidores) a que se destinam. Com isto, poderia se estabelecer um processo coordenado de desenvolvimento da nanotecnologia nos Estados aqui objetos de análise e, em decorrência, no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

Segundo o *Jornal da Ciência*, da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência (SBPC):

Atualmente, os principais setores da indústria em que se aplicam as nanotecnologias são a química e a microeletrônica. Os especialistas apontaram a vinculação do desenvolvimento da nanotecnologia com política industrial (semicondutores e eletrônica), políticas públicas (energia, meio ambiente, fármacos, saúde e alimentação) e setores onde o país apresenta alta competitividade, entre eles o setor químico e o petroquímico. Registra-se, ainda, metal-mecânico, agronegócio, telecomunicações, metalurgia, construção civil, aeroespacial, defesa [...] De acordo com os estudos, feitos pelos pesquisadores Oswaldo Luiz Alves e Fernando Galembeck, do Instituto de Química da Unicamp, e Márcia Maria Rippel, do Instituto do Milênio de Materiais Complexos, o país já dispõe de boas condições para sobressair no cenário internacional de nanoproductos, mas precisa, com urgência, considerar alguns aspectos estratégicos: estabelecer marcos regulatórios para a atividade nanotecnológica; maior interação das empresas com os centros de pesquisa; criar, via BNDES, linhas especiais de crédito para empresas cujos centros de pesquisa estejam comprometidos com estudos de nanotecnologia; conectar as ações de fomento a nanotecnologia à realidade industrial. (ESTUDO DA UNICAMP..., 2007)

Na medida em que não tivemos acesso aos recursos investidos pelas empresas elencadas neste rol apresentado, o critério adotado não foi investimento, mas sim o número de empresas que apresentaram produtos para determinado mercado. Nas duas formas de olhar a mesma questão (mercado de nanotecnologia no Brasil), em termos gerais os resultados apresentados pelos dois trabalhos foram semelhantes.

Mas a questão fundamental, em que o estudo supracitado também não toca, é que não registramos uma interação, quer seja das quatro redes de pesquisa então existentes, das empresas listadas ou das ações de fomento realizadas pelo governo federal, que estivesse assentada em três pilares, a saber: 1) foco das pesquisas em nossa biodiversidade, pois, se em alguma coisa somos de “Primeiro Mundo”, é justamente em nossa biodiversidade; 2) acoplar o desenvolvimento da nanotecnologia ao combate às desigualdades sociais presentes no país, segundo diversos indicadores sociais, econômicos, ambientais, de saúde, etc.; 3) controle social sobre o desenvolvimento desta tecnologia. Não há absolutamente nenhuma abertura para que a sociedade, que financia estas pesquisas e, em decorrência, as tecnologias, possa participar do processo de decisão sobre em quais áreas alocar estes recursos.

4 Recomendações

1) A experiência anterior de desenvolvimento econômico que leva a um processo de concentração industrial produziu inúmeros problemas (concentração populacional, poluição, violência, etc.) que não devem ser repetidos. Assim, recomenda-se que a participação dos Estados de Minas Gerais e Distrito Federal seja incrementada em termos do desenvolvimento da nanotecnologia neste grupo estudado. O mesmo princípio se aplica em relação ao Brasil, ou seja, faz-se necessária a indução por parte do Estado para que outros estados que não os estudados neste trabalho tenham maior participação no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

2) O desenvolvimento da nanotecnologia nos estados aqui estudados e no Brasil deve ter por foco a biodiversidade brasileira e, a partir desta biodiversidade, produzir nanotecnologias a serem incorporadas por empresas e mercado. Este será o maior diferencial de competitividade tanto da indústria brasileira como do país.

3) Junto com o foco na biodiversidade, o desenvolvimento da nanotecnologia deve também, de forma concomitante, estar focado no combate às desigualdades sociais brasileiras. O financiamento público à pesquisa não deve servir para ampliar estas desigualdades, medidas por vários indicadores relativos a pobreza, mortalidades, poluição, concentração de renda e da terra, desemprego, etc. O desenvolvimento da nanotecnologia deve contribuir para inverter esta situação, não para aprofundá-la.

4) As decisões tomadas sobre o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil no período de 2001 a 2006 tiveram por princípio a exclusão social.

Somente aqueles que estão no aparelho do Estado, no caso, o governo federal – na maioria das vezes oriundos da academia (ou seja, “quem entende do assunto”) e grupos de pressão articulados politicamente (em geral representações diversas do empresariado) – conseguiram impor seus interesses nas diversas ações realizadas pelo governo federal.

A recomendação aqui é para que esta sistemática seja refeita, no sentido de incorporar a representação da sociedade civil interessada no tema, para que tenhamos um processo democrático de decisões sobre aonde alocar os recursos para esta área, rompendo com a prática de que só quem entende do assunto (pesquisadores e empresários) deve decidir os rumos da nanotecnologia no Brasil. A sociedade que financia estes recursos também deve ser agente ativo no processo decisório.

NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE EM SÃO PAULO, MINAS GERAIS E DISTRITO FEDERAL

1 Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Edital MCT/CNPq Nanotecnologia nº 013/2004, cujo objetivo foi assim expresso: apoio financeiro para estudos que avaliem os impactos sociais, ambientais, econômicos, políticos e ético/legais do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. O projeto pretendeu traçar o desenvolvimento recente e perspectivas da nanotecnologia no Brasil, em especial dos estados estudados, bem como captar qual o entendimento que as atuais lideranças de vários segmentos sociais (científicas, gerenciais de C&T, de meio ambiente, empresariais, trabalhistas e de entidades defensoras de direitos difusos da sociedade) têm sobre as relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, em relação aos vários aspectos abordados quanto a mercado, regulação/participação de atividades na área, impactos, comunicação e questões éticas.

O projeto de pesquisa que foi encaminhado ao CNPq era mais abrangente, pois previa que o levantamento das informações fosse feito na maioria das unidades da Federação; entretanto, foi aprovada a pesquisa somente para a parte referente a esses três estados. Os resultados obtidos revelam, portanto, apenas uma visão parcial e poderiam ser completados por futuras pesquisas semelhantes à realizada, abrangendo outros estados que desenvolvem atividades de pesquisa na área das nanotecnologias.

2 Objetivos

Os objetivos da pesquisa foram: apresentar o desenvolvimento recente e as perspectivas da nanotecnologia nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal, e com isso retratar o processo constituidor das nanotecnologias e a perspectiva futura, segundo os segmentos sociais entrevistados; e identificar a compreensão de cada segmento social pesquisado quanto às relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, em termos dos impactos que ocorrerão quando da adoção dessa tecnologia.

3 Metodologia

3.1 Estabelecimento dos cinco segmentos sociais a serem pesquisados (critérios)

As informações coletadas para esta pesquisa foram captadas junto a lideranças de cinco segmentos sociais envolvidos direta ou indiretamente com a nanotecnologia no Brasil, a saber:

- lideranças de pesquisadores envolvidas na produção de nanociência e nanotecnologia no Brasil, denominados “acadêmicos” (A);
- lideranças gerenciais de ciência e tecnologia, meio ambiente e gestão estratégica no âmbito do aparelho do Estado no Brasil, denominados “políticas públicas” (PP);
- lideranças de empresas de base tecnológica em nanotecnologia existentes e de associações empresarias no Brasil, denominados “empresas” (EM);
- lideranças de entidades não-governamentais que atuam na defesa de interesses difusos da sociedade brasileira, denominados “ONGs” (ONG); e
- lideranças de sindicatos de trabalhadores e/ou centrais sindicais brasileiras e entidades de assessoria, denominados “sindicatos” (S).

O instrumento de coleta de dados utilizado foi entrevista estruturada em cinco macrotópicos:

- 1) mercado; 2) regulação/participação; 3) impactos; 4) comunicação; e 5) ética.

3.2 Contexto e formulação do problema

Foram os seguintes os pressupostos sobre o contexto contidos no projeto de pesquisa, que orientaram a formulação das questões e a definição dos macrotópicos acima: segundo vários documentos do Ministério da Ciência e Tecnologia sobre nanociência e nanotecnologia, existe hoje uma produção científica significativa no Brasil, nos temas de manipulação de nano-objetos, nanoeletrônica, nanomagnetismo, nanoquímica e nanobiotecnologia, incluindo os nanofármacos, a nanocatálise e as estruturas nanopoliméricas. Também há uma produção tecnológica representada por patentes e há projetos sendo executados por empresas, isoladamente ou em cooperação com universidades ou institutos de pesquisa.

Este fato evidencia a existência de um lastro significativo de competências e infra-estruturas, que está sendo mobilizado pelas atividades de nanotecnologia. Todas as diversas áreas disciplinares que contribuem para a nanotecnologia têm um razoável nível de desenvolvimento no país e de

inserção internacional, o que é um dos principais lastros requeridos por um programa de nanotecnologia.

A aplicação de alguns resultados poderá ocorrer dentro de poucos anos; noutros casos será mais remota, como ocorre no cenário internacional.

Apesar de apresentarem grandes perspectivas de geração de produtos e aplicações, algumas atividades como a nanofabricação estão atualmente limitadas ao meio acadêmico, em algumas universidades e centros de pesquisa que realizam pesquisa e desenvolvimento de técnicas de fabricação, análise e aplicações em dispositivos eletrônicos, sensores, peneiras, canais para fluídica e membranas.

Se no campo das ciências exatas e biológicas já temos grandes avanços, o mesmo não podemos dizer no campo das ciências humanas. Nessa área, ainda estamos realizando os primeiros estudos, que visam avaliar os impactos sociais, políticos e ambientais produzidos pela nanotecnologia no país.

Os gestores de C&T ligados a essa área do conhecimento e os pesquisadores envolvidos na produção de nanotecnologia e nanociência são oriundos apenas das ciências exatas e biológicas. Os documentos produzidos por estes profissionais apontam apenas para a produção científica e sua relação com as possíveis aplicações industriais. Estes documentos não contêm nenhuma referência a preocupações relativas às relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. É na sociedade e no meio ambiente que irão se materializar os impactos da adoção desta tecnologia, e é fundamentado nas ciências humanas que estes impactos deverão ser estudados.

Cabe ressaltar que este é um trabalho exploratório – o primeiro realizado sobre este tema com esta perspectiva –, com recursos limitados (R\$ 25.000,00). Por isto a opção de trabalhar com macrotópicos, sem que se fosse em profundidade no que toca às relações entre sociedade, tecnologia e meio ambiente, o que requisitaria um marco teórico mais amplo e uma formulação do problema mais complexa. Isto se faz necessário realizar, mas fica para uma próxima oportunidade.

3.3 Pré-teste do instrumento de coleta de informações

De modo a estabelecer questões a serem formuladas para os entrevistados de cada segmento pesquisado que fossem adequadas ao nível do potencial de conhecimento de cada um sobre o assunto, foi feito um pré-teste que permitiu tornar as questões mais compreensivas e objetivas.

3.4 A seleção dos entrevistados

As pessoas entrevistadas foram selecionadas a partir do conhecimento e contatos que a equipe técnica já possuía em relação aos segmentos sociais selecionados como fonte de informações da pesquisa. Optou-se pelas pessoas que efetivamente estavam trabalhando com as nanotecnologias ou que deveriam ter um mínimo conhecimento sobre sua existência e impactos em função da missão da instituição em que trabalham.

Quadro 1. Segmentos entrevistados e siglas correspondentes

Segmentos	Siglas
Acadêmicos	Nano-A1... Nano-A9
Políticas públicas	Nano-PP1... Nano-PP5
Empresas	Nano-EM1... Nano-EM5
Entidades	Nano-ONG1... Nano-ONG3
Sindicatos	Nano-S1... Nano-S4

Fonte: os autores, com base em dados desta pesquisa (2006).

No segmento lideranças de pesquisadores, denominado acadêmicos, foram entrevistados pesquisadores que trabalham com pesquisas sobre as nanotecnologias em si, denominados Nano-A1, Nano-A2, Nano-A3, Nano-A4, Nano-A5, Nano-A6, Nano-A7, Nano-A8 e Nano-A9.

No segmento lideranças gerenciais de ciência e tecnologia, meio ambiente e gestão estratégica no âmbito do aparelho de Estado no Brasil, denominado políticas públicas, foram entrevistadas pessoas que têm como obrigação promover políticas objetivando o desenvolvimento científico e tecnológico do país, e que foram denominadas Nano-PP1, Nano-PP2, Nano-PP3, Nano-PP4 e Nano-PP5.

No segmento lideranças de empresas de base tecnológica em nanotecnologia, denominado empresários, foram entrevistados profissionais que se destacam por já estarem adentrando essa área do conhecimento. Na pesquisa colaboraram cinco entrevistados, que foram denominados Nano-EM1, Nano-EM2, Nano-EM3, Nano-EM4 e Nano-EM5.

No segmento de organizações não-governamentais que atuam na defesa de interesses difusos da sociedade brasileira, denominado ONGs, foram entrevistados três dirigentes cuja missão institucional é zelar pelos direitos dos consumidores e da preservação do meio ambiente, os quais foram denominados Nano-ONG1, Nano-ONG2 e Nano-ONG3.

No segmento lideranças de trabalhadores e/ou centrais sindicais brasileiras, denominado sindicatos, foram entrevistados quatro dirigentes/assessores que têm a missão institucional e obrigação de zelar pelas condições de trabalho e emprego das diversas categorias, e que foram denominados Nano-S1, Nano-S2, Nano-S3 e Nano-S4.

3.5 O universo da pesquisa

A distribuição dessas entrevistas entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal e por segmento está descrita no Quadro 2, abaixo.

Quadro 2. Distribuição das entrevistas por estado e por segmento (2006)

Estado	Quantidade de entrevistas nos segmentos					Total
	Acadêmicos	Políticas públicas	Empresas	ONGs	Sindicatos	
São Paulo	4	0	4	2	2	12
Minas Gerais	3	1	1	0	0	5
Distrito Federal	2	4	0	1	2	9
TOTAL	9	5	5	3	4	26

Fonte: os autores, com base nos dados desta pesquisa (2006).

3.6 Entrevistas em profundidade

A pesquisa realizada foi de caráter qualitativo, buscando conhecer o pensamento dos entrevistados em relação aos temas apresentados, por meio de perguntas compostas em cinco blocos, nos seguintes períodos:

- Belo Horizonte: de 11 a 14 de dezembro de 2005;
- Brasília: de 3 a 7 de abril de 2006;
- São Paulo: ao longo de toda a pesquisa.

3.7 Transcrições

As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas, de modo a servirem como material para análise e interpretação. A sistemática adotada foi a da leitura e anotação dos pontos considerados mais relevantes nas respostas, tendo em vista os objetivos da pesquisa.

3.8 Limitações do instrumento de coleta e dos entrevistados

O roteiro de entrevista aplicado aos entrevistados foi sempre o mesmo, e o tempo de duração dependeu do conhecimento e da objetividade do entrevistado. Diversos entrevistados eram pessoas extremamente ocupadas e que gentilmente se dispuseram a fornecer as informações.

A qualidade das respostas obtidas nas entrevistas dependeu em grande parte do nível de conhecimento e objetividade dos entrevistados¹. Dessa forma, algumas entrevistas podem ser consideradas muito esclarecedoras, enquanto outras trouxeram menor nível de contribuição para os objetivos da pesquisa.

3.9 Interpretação e análise das informações coletadas

De modo a identificar os aspectos mais importantes e pertinentes das respostas, todas as transcrições das entrevistas foram lidas e cuidadosamente analisadas, tendo como critério extrair das respostas dadas nessa primeira leitura o conteúdo que se considerou pertinente às questões formuladas. Isso porque, durante as entrevistas, ocorre sempre algum tipo de divagação ou considerações colaterais feitas pelo entrevistado, que pouco têm a ver com o perguntado. Adotando-se esse critério de análise, buscou-se sintetizar o conteúdo das respostas para cada segmento. Por exemplo, no que se refere às respostas à questão “Qual a importância da nanotecnologia para a economia brasileira?”, feita para os entrevistados do segmento empresas, foi construído um primeiro conjunto de aspectos considerados mais pertinentes e importantes que estavam contidos nas respostas e que refletiam a visão geral dos entrevistados, expressos em opiniões convergentes e divergentes sobre essa questão específica.

O mesmo procedimento foi adotado para os demais segmentos, para cada bloco de questões formuladas.

4 Apresentação e discussão dos resultados por macrotópicos e blocos de questões

O procedimento para a elaboração da síntese para cada um dos segmentos entrevistados foi o seguinte:

- a) leitura cuidadosa de cada entrevista, compreendendo os cinco macrotópicos e respectivas perguntas;
- b) seleção e registro, em um quadro geral, dos aspectos considerados pela equipe técnica como mais relevantes e importantes nas respostas

¹ Um aspecto que pode parecer secundário, mas que se considerou importante destacar, foi o fato de que, nas perguntas que tratavam da interferência do Estado, na maioria das vezes as respostas não diferenciaram o conceito de Estado (compreendendo os Poderes Legislativo, Executivo e Judiciário) de um governo específico que representa apenas o Poder Executivo.

obtidas em cada segmento social entrevistado, abrangendo as entrevistas por macrotópico (ver anexos);

c) elaboração de breve redação que destaca e sintetiza os aspectos considerados mais importantes e relevantes das respostas dadas pelos entrevistados a cada pergunta por macrotópico (ver anexos);

d) resumo contendo a identificação e comparação do posicionamento do conjunto dos cinco segmentos quanto a cada questão formulada;

e) elaboração de análise comparativa entre a síntese dos conteúdos das respostas de cada segmento social entrevistado por macrotópico.

As citações introduzidas no texto foram obtidas ao longo do processo anteriormente descrito e constituíram-se em elementos fundamentais de referência para as conclusões do presente relatório.

Com base nas informações contidas nesse conjunto de quadros montados para cada segmento por blocos de questões os resultados foram apresentados e discutidos conforme se segue:

4.1 Macrotópico “mercado”

Este macrotópico foi composto de oito questões. A questão central que aparece neste tópico refere-se à importância que os entrevistados atribuíram ao mercado e ao Estado, ao responderem às seguintes perguntas:

- É o “mercado” que deverá decidir quando e como desenvolver nanotecnologia? e
- O Estado deve-se envolver na formulação de uma política de nanotecnologia? Por que? Quais os limites?

Das entrevistas realizadas, foram destacadas algumas frases que permitiram uma interpretação geral do pensamento. Em relação à primeira pergunta, a compreensão geral é que o mercado é um fator importante, mas não deve ser o elemento definidor exclusivo no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil; deve haver uma interação dialética entre as entidades. A ênfase com que esta assertiva é defendida varia segundo o segmento social entrevistado. A intervenção do Estado é considerada mais importante e aceitável para os segmentos de políticas públicas (PP), sindicatos (S), ONGs (ONG) e empresas (EM). Já os acadêmicos (A) estão divididos sobre este tema. Abaixo, trechos de algumas entrevistas:

O mercado é um indicativo importante para a compreensão quanto aos resultados da aplicação da tecnologia e dos resultados mercadológicos. Mas não pode ser apenas o mercado como a função definidora do que fazer e quando fazer. É preciso que os governos funcionem como instrumentos

catalisadores do debate, da promoção da discussão, do incentivo, da promoção, da discussão e do desenvolvimento da tecnologia e das pesquisas, para que os vários aspectos que envolvem uma tecnologia como esta possam ser observados, o que inclui logicamente o mercado. (NANO-PP5)

A manifestação de mercado é rigorosamente o melhor para o país? O melhor para a sociedade? E o melhor para as gerações futuras? Talvez não, porque o mercado trabalha numa lógica muito específica de consumo. Consumo e venda de produtos que necessariamente não se pautam por qualidade. Então, eu avalio que o mercado tem um peso importante, mas ele não pode ser o decisivo num governo que quer tratar a situação de direito de cidadania. (NANO-S4)

Esta não é uma discussão que pode se dar apenas na esfera do mercado. Essa é uma discussão de todos, porque as implicações nós não temos ainda como dimensionar o impacto de todas as novas tecnologias. A nano ainda está muito pouco permeável para incorporar outros olhares. Talvez a discussão da biotecnologia contenha a estratégia para a discussão da nano. A discussão está entre os cientistas e as empresas. E a nano já está fazendo parte de nossas vidas. (NANO-ONG1)

O mercado não tem condições de demandar. A nanotecnologia é uma ruptura e essa ruptura não pode vir do mercado, porque o mercado opera com continuidade. É evolução e não ruptura. A nano não é incremental, é ruptura. Acredita que existindo o produto, a opção, a alternativa tecnológica, o mercado vai incorporar. O mercado não vai inventar a demanda. (NANO-EM2)

O mercado é importante, mas deve-se também pensar em coisas cujo mercado não existe (mercado potencial). Tecnologia deve visar o mercado. Entretanto, não deve ser só o Estado ou só as empresas, deve existir um equilíbrio. (NANO-A1)

O mercado já decidiu pela nanotecnologia. O problema é que o Brasil está atrasado. (NANO-A8)

É uma questão complicada, pois há uma série de dúvidas sobre os aspectos toxicológicos. Essa transição de tecnologia para produto deve ser muito cautelosa. A abordagem européia é um pouquinho mais cautelosa, sempre olhando os diversos públicos para que a transição da tecnologia para produto seja feita de maneira mais suave. (NANO-EM3)

Não é mercado que deve decidir, mas o fato é que ele decide. É assim no mundo todo. Se não seguirmos este modelo, os outros países vão nos invadir com produtos nanotecnológicos. (NANO-EM4)

Na área de nanotecnologia, o governo deveria definir recursos, instrumentos e foco. No sistema brasileiro, em relação ao incentivo à inovação e a P&D

prevalece uma má gestão de recursos escassos para pesquisas. Deveria-se inovar, criando instrumentos fora da gestão tipicamente pública através de conselhos privados para dar mais eficiência na otimização dos recursos. (NANO-EM5)

De modo geral, percebe-se que há consenso entre os segmentos sociais entrevistados de que o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil não deve ser deixado apenas ao “sabor do mercado”, indicando que não se aplica uma visão estritamente neoliberal a esta questão do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Os entrevistados também convergem na opinião de que há que existir uma interação entre Estado e mercado na condução do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Isto deveria estar expresso em políticas públicas como, por exemplo, a política industrial, a política de ciência e tecnologia, etc. A partir deste patamar é que deverão ocorrer discussões entre estes segmentos sociais, para que se possam materializar estas políticas públicas que envolvem a nanotecnologia, em seus diversos componentes e detalhes.

Há também consenso entre todos os segmentos sociais entrevistados de que o Estado deve-se envolver na formulação de uma política de nanotecnologia. Ao responderem por que, todos reconhecem que este é um dos papéis do Estado.

Essas diferentes visões expressaram-se pelas respostas acerca dos limites desse envolvimento do Estado na formulação das políticas para nanotecnologias. As questões a serem objeto de acordo entre estes segmentos entrevistados referem-se a como o processo de construção destas políticas deve ser feito em termos de participação da sociedade, controle social e transparência. O Estado deve atuar como catalisador/indutor ou planejador/interventor? O processo deve envolver todos os órgãos do Estado (dos diversos poderes) ou somente alguns líderes? Portanto, aqui há muito que caminhar para que os segmentos entrevistados possam chegar a um consenso sobre os limites da formulação de uma política para nanotecnologias por parte do Estado. Para materializar o acima exposto, seguem as citações específicas de alguns entrevistados:

Deve ter um componente de financiamento público e privado. O Estado não tem como bancar tudo. (NANO-PP2)

O Estado, certamente. As entidades privadas também, mas no Brasil tem muito pouco. (NANO-PP3)

Acho que deve. Tanto que a Fapemig criou um programa especial neste ano, aprovado pelo Conselho Curador, que começa em 2006, chamado Programa

de Apoio às Redes de Pesquisa. É um programa específico cujo recurso é específico para as redes de pesquisa já credenciadas junto à Fapemig e a rede de nanobiotecnologia é uma das redes já credenciadas. Tem prioridade na obtenção de recursos que são específicos sem competir com toda a comunidade científica. É uma das áreas estratégicas para o Estado de Minas Gerais, que vem se destacando nas pesquisas e nas pequenas empresas na área de biotecnologia, que envolve a nanobiotecnologia também. (NANO-PP4)

Pode e deve, porque não pode ser uma política unicamente de mercado. Tem que ser uma política de Estado que possa levar em consideração todas as variáveis, em todos os aspectos, que inclua saúde, meio ambiente, soberania nacional, interesse econômico, desenvolvimento tecnológico, enfim, todos esses aspectos importantes no desenvolvimento de uma tecnologia. O Brasil deve desenvolver essa tecnologia. Deve também desenvolver as formas de acompanhamento para que o Brasil também possa estar na linha de frente disso. Nós não podemos continuar sendo o quintal para os experimentos do mundo desenvolvido. Nós precisamos aqui estar também na linha de frente, também nas formas de controle, para que a gente possa não só acompanhar aquilo que já vem sendo feito no resto do país, mas mostrar ao resto do mundo como uma tecnologia pode ser desenvolvida para o bem da tecnologia do mercado e da sociedade e do meio ambiente. O Estado deve ter uma obrigação de fazer isso, porque senão os outros vão fazer por ele. E quem vai pagar um preço muito caro é a população. (NANO-PP5)

CNPq; MCT; BNDES; empresas; Fapesp; Fundos Setoriais. Um consórcio que tenha interesse em investir de forma sistemática em nanotecnologia pensando no impacto na sociedade e no mercado. A universidade faz pesquisa, mas falta um elemento que é o empreendedor, a empresa. (NANO-EM1)

Deveria haver uma política mais efetiva em nível federal. Investimentos do governo. Nenhuma empresa nacional tem condições de investir os mesmos recursos que uma IBM. (NANO-EM2)

O BNDES poderia inovar e oferecer à sociedade um programa novo de tecnologia e inovação. Um programa maciço. Ele já tem experiência nessa parte com os programas de empresas de tecnologia nascente, incubadoras... Ele ainda é tímido na área de inovação. Quanto à pesquisa básica é mais o governo, CNPq, universidades, institutos de pesquisa. (NANO-EM5)

O financiamento de pesquisa deve ser uma ação de investimento permanente do Estado. Uma política permanente do Estado. Todo investimento de pesquisa é uma obrigação do Estado. Naturalmente que comparado com cenários internacionais várias instituições privadas também o fazem. Mas o fazem também dentro de uma lógica de mercado, ou o fazem pra se manter

competitivo ou o fazem pra desenvolver novos produtos que venham colocar pra trás a concorrência. (NANO-S4)

É complicado as empresas estarem financiando, porque é uma pesquisa não-isenta. O financiador deve ser desinteressado. É muito complicado as grandes empresas financiando pesquisas dentro de universidades. (NANO-ONG1)

As universidades, porque são as instituições mais comprometidas com os interesses da sociedade. O compromisso da indústria é com o lucro. Isso não quer dizer que não possa ser uma coisa positiva. No Brasil, a gente sabe que as universidades têm poucos recursos. (NANO-ONG2)

Para o segmento dos acadêmicos, o Estado deve-se envolver na formulação de políticas em qualquer área, sem ter de ser necessariamente o executor, mas sim pensar se é ou não bom para o país, em qualquer das áreas.

O Estado deve formular uma política industrial que indique aonde o país quer chegar e priorizar para o futuro. O Estado deve envolver todos os setores nessa tarefa. (NANO-A1)

Sim, o Estado deve-se envolver. Nunca teve uma política industrial que colocasse as palavras pesquisa e inovação. Hoje se coloca a inovação como coisa fundamental. Deveria haver o envolvimento de todos os ministérios [não só o MCT]: Planejamento, Indústria e Comércio, Cultura, e principalmente o da Educação, que está ausente do processo. O MCT e o da Educação têm que conversar e mexer lá embaixo no ensino médio quanto ao ensino da física. (NANO-A3)

Tem que ser de baixo para cima. Não pode o ministro designar uma comissão para falar quais são as nossas prioridades. Isso tem que ser feito na forma de um debate, com um número limitado de pessoas que representassem vários segmentos participantes. Então, poderiam consultar outras pessoas, para ter uma noção. Isso, acho muito importante de ser feito, mas infelizmente a estrutura política brasileira não é muito favorável a este tipo de realização. (NANO-A4)

O Estado deve-se envolver financiando projetos de qualidade que tenham reconhecimento nacional e internacional. Deve fomentar projetos inéditos, mas não deve ser o responsável pela escolha deles, pois senão cai na politicagem. (NANO-A5)

Claro, evidente, com certeza! Acha que está vindo um “boom” da nano e fica preocupado (fala do da Internet). Achar que vai mudar tudo e não muda. O Estado deve ter o papel central definindo áreas estratégicas e política industrial. (NANO-A6)

O Estado tem que se envolver em políticas de qualquer área, definitivamente. Não tem que ser necessariamente o executor, mas tem que pensar se isso é bom ou não para o país; isso em qualquer área, não só na nanotecnologia. A nanotecnologia é uma área de ponta, que pode trazer grandes benefícios ou grandes prejuízos ao país se não for muito bem equacionada. Então, com certeza o Estado deve ser o principal formulador. (NANO-A8)

Sim, pois a indústria brasileira só sabe comprar, e não aplica em pesquisa. Vamos ser eternamente dependentes. O governo tem que criar laboratórios para produzir e depois passar ou pagar para quem estiver produzindo comercializar os produtos criados. O vale do Silício, nos Estados Unidos, começou assim, mas a partir do privado. Aqui tem que ser com a participação e financiamento do governo. (NANO-A9)

Duas outras questões procuraram avaliar junto aos entrevistados qual a importância da nanotecnologia para a economia brasileira e quais suas aplicações nos diversos setores de economia. Embora possuíssem graus de conhecimentos diferenciados (de específicos a gerais), todos os segmentos sociais reconheceram que as nanotecnologias terão importância significativa para a economia brasileira, e foram capazes de identificar suas aplicações em setores da economia.

Claro que o segmento dos acadêmicos, que está produzindo nanotecnologias, foi capaz de identificar estes aspectos com maior profundidade do que o dos sindicatos. Mas estes, embora com uma visão geral sobre o tema, demonstraram que sabem identificar a importância da nanotecnologia para a economia brasileira, bem como possíveis setores que serão impactados por esta nova tecnologia.

Nanotecnologia e microeletrônica são fundamentais para a inovação. É difícil separar a nanotecnologia da microeletrônica. Hoje é difícil existir produto sem “inteligência” e automatização. Se não entrar nesse campo, terá dificuldades para inovar em áreas como medicina, agricultura e outros setores. (NANO-A1)

No momento é incipiente. Há primeiros resultados como origem de nova planta de produção de tintas. Há outros casos, mas não creio que vai haver empresa dedicada especificamente a nano, mas sim as que a usam para aperfeiçoar processo de produção. (NANO-A4)

O Brasil ainda é muito dependente da tecnologia dos países do Primeiro Mundo. O desenvolvimento da ciência de modo geral, e da nanotecnologia em particular, é muito importante. Já há produtos do dia-a-dia que utilizam

produtos nano. Importante dominar, desde entender os fundamentos científicos até começar a fabricar, processar e aplicar. É uma forma de fortalecer a indústria. (NANO-A5)

Nanotecnologia e nanobiotecnologia são áreas estratégicas. Vai demorar um pouco para dar retorno, mas quando der vai ser extremamente grande. Nos fármacos trabalha-se com nanobiotecnologia, e ao diminuir o tamanho das partículas, aumenta a área de biodisponibilidade. No caso dos fármacos, demora mais do que nos nanotubos, pois tem que trabalhar avaliando os riscos e vantagens. (NANO-A6)

A tecnologia vem-se revolucionando com uma velocidade espantosa e a diferença no mercado está exatamente na qualidade, na capacidade para acompanhar essas mudanças tecnológicas que vêm acontecendo. Então, para qualquer país é muito importante ter o domínio e o conhecimento, e desenvolver tecnologias de ponta que possam inserir a partir do país nesse mercado competitivo que nós temos hoje, e a diferença está exatamente na velocidade para acompanhar as mudanças que estão acontecendo. (NANO-PP5)

Na verdade, estamos inseridos no mercado global, e nele a disputa é pela tecnologia, sejam elas quais forem. O Brasil não pode estar alheio ao conhecimento da tecnologia, ao desenvolvimento da tecnologia dentro de determinados padrões, até para identificar quais são os seus nichos e, eventualmente, não perder o bonde da história como outros países perderam, pelo menos na área de informática. (NANO-PP1)

Considero que cada vez mais temos que buscar dentro dos avanços tecnológicos a melhoria na qualidade de vida do povo brasileiro, seja ele enquanto consumidor seja ele enquanto usuário. Ou seja, às vezes você é usuário e não consome o produto diretamente porque não compra, mas você tem que se beneficiar dessa tecnologia. (NANO-S4)

Toda tecnologia nova é uma caixinha de surpresas. Em princípio, você pode pensar em qualquer coisa no momento em que pode mudar a estrutura molecular. Pode entrar em qualquer campo. Não há limite sob este aspecto. O campo natural é a informática, porque nessa área espaço é fundamental. Novos materiais, que também é um sonho do ser humano. A produção mais limpa é outra área. A saúde também: partículas muito pequenas podem causar doenças, vide a asbestose. Este é um perigo real da nanotecnologia. (NANO-ONG2)

A nanotecnologia pode ter um impacto muito diferenciado para a sociedade. Vai permitir produtos mais leves, mais resistentes e funcionais que hoje não existem no mercado. Terá importância no futuro. Hoje não se explora nem 20% do potencial da nanotecnologia aplicada ao consumidor final. No Brasil,

se a indústria não tiver o domínio do uso da nanotecnologia, vai ficar para trás. No Brasil, a consciência de que a inovação é vetor de competitividade das nações e das economias é muito recente. (NANO-EM1)

Toda tecnologia é importante para a economia brasileira. Um aspecto a destacar é que a nanotecnologia é muito peculiar, pois quebra uma série de paradigmas e abre possibilidades que não existiam. Além disso, os outros países, os desenvolvidos e os emergentes, estão investindo em nanotecnologia e há o risco de não acompanharmos essa tendência e ficarmos para trás. (NANO-EM2)

Até onde se sabe, a nanotecnologia promete ser a terceira onda de revolução tecnológica. Teve o transistor e agora está se pensando em nanotecnologia. A nanotecnologia mostra que tem um caminho a seguir... (NANO-EM3)

É um campo de grande importância ou poderá se tornar um campo importante para a economia brasileira se for conduzido de maneira adequada, como qualquer pesquisa, aliás. Redução de custos e contribuições efetivas na área ambiental são possibilidades que podem tornar a indústria brasileira mais competitiva, principalmente em relação aos Estados Unidos e Europa. (NANO-EM4)

A conclusão de um seminário internacional, o Nanotech, com grandes especialistas internacionais e autoridades do Ministério da Ciência e Tecnologia do setor, foi de que as nanotecnologias vão abrir um leque grande de oportunidades e a indústria nacional vai precisar se posicionar, caso contrário pode ficar muito atrasada. Aparentemente, o Brasil tem competências na área das nanotecnologias em termos de formação profissional com condições de acompanhar esse processo, e isso é importante para que se potencialize uma revolução na indústria, abrindo novas fronteiras e uma oportunidade para o país. (NANO-EM5)

Ao responderem sobre quais instituições deveriam estar envolvidas com o financiamento de pesquisas em nanotecnologia, novamente identificou-se um consenso entre os segmentos entrevistados, na medida em que o Estado foi indicado por todos. A diferença nas respostas veio em termos da especificação de quais órgãos deveriam estar envolvidos com esta questão. Neste sentido, nem mesmo entre o segmento políticas públicas há um entendimento único, variando o órgão indicado segundo o entrevistado deste segmento social.

Os órgãos do Estado e o MCT, certamente. Já faz parte das prioridades e foi induzido pela comunidade. O CNPq abriu vários editais, coisa que não ocorria no passado. Ocorreu defasagem entre a realização de estudos para saber as

prioridades de nano e a publicação de editais que não levaram em conta o estudo do [Centro de Gestão de Estudos Estratégico] CGEE. Prioridade foram os nanosensores, mas não houve edital para isso! Cuidado para “não jogar dinheiro fora”! A maior parte das fundações de apoio à pesquisa não funciona sem recursos. Porque a IBM não abre laboratório no Brasil. Um diretor deles ficou bravo quando perguntei. Disse ser melhor levar os pesquisadores daqui, pois é mais barato. IBM, NEC, Xerox investem zero em pesquisa no Brasil. Empresas e universidades só querem levar os recursos humanos. Forma-se com dinheiro do Estado e vão para empresas no exterior. Conclusão: as empresas privadas não investem em pesquisa no Brasil. (NANO-A3)

Agência de fomento certamente, com um papel importante justamente para fazer frente ao mercado, que vai entrar pesadamente nesse setor. Poder Público, para financiar uma linha independente de pesquisas daquela que o mercado vai tomar e estudos sobre a regulação desses progressos. (NANO-A4)

CNPq, Capes, Fundos Setoriais ligados a telecomunicações, petróleo, energia. Em outros países, os militares investem muito. No exterior, grandes empresas estão pesquisando em seus laboratórios. (NANO-A5)

CNPq deveria estar mais comprometido, Findusp, Capes. A indústria também tem que colocar equipamentos e dinheiro. (NANO-A6)

O MCT Finep, CNPq, etc., empresas públicas de grande porte, principalmente nas áreas de energia, gás e petróleo. Dez por cento dos impostos se originam na área de energia, e deve fazer investimentos em nano para não ficar para trás. E investir também nos riscos para o meio ambiente. O (NANO-A8)

O “governo” [Estado] é que deve estimular, pois as empresas não têm interesse. Formam-se doutores e pós-doutores, mas tinha que ter focos de trabalho nessa área, que depois resultariam em produtos para comercializar. (NANO-A9)

O Ministério da Ciência e Tecnologia. Ele até tem aqui uns investimentos e é ele que tem um programa, ele está coordenando tudo isso, o investimento em tecnologia. Só que o ministério não tem nada. Não só não tem recursos como não tem uma linha específica nesse tema. Na verdade, começaram a conversar sobre o assunto. (NANO-PP1)

Deve ter um componente de financiamento público e privado. O Estado não tem como bancar tudo. (NANO-PP2)

O Estado, certamente. As entidades privadas também, mas no Brasil tem muito pouco. (NANO-PP3)

O segmento empresas admite o fomento das pesquisas pelo setor público, inclusive em associação com grandes corporações. O que também

aparece embutido nestas respostas é a questão relativa à quais pesquisas realizar com os recursos públicos. Portanto, a questão de aonde alocar recursos públicos para a consecução de pesquisas, o que se materializa na constituição de prioridades de pesquisas em nanotecnologia, é objeto de diferentes manifestações dos segmentos sociais entrevistados. Aqui se fazem necessárias mais discussões para se chegar a consensos.

Seguem-se algumas opiniões de entrevistados dos diversos segmentos pesquisados:

Devem-se envolver o CNPq; MCT; BNDES; empresas; Fapesp; Fundos Setoriais. Um consórcio que tenha interesse em investir de forma sistemática em nanotecnologia pensando no impacto na sociedade e no mercado. A universidade faz pesquisa, mas falta nela um elemento que é o empreendedor, a empresa. (NANO-EM1)

Hoje quem investe em nanotecnologia são os governos nacionais e as grandes corporações. Em 2004, foram investidos US\$ 8,6 bilhões em P&D em nano. Desse total, metade por governos e metade grandes corporações (Novartis, Exxon, IBM, etc.). Deveria haver uma política mais efetiva em nível federal. Investimentos do governo. Nenhuma empresa nacional tem condições de investir os mesmos recursos que uma IBM. No caso do Brasil, se não houver uma vontade de investimento mais direcionada, dificilmente teremos um programa satisfatório. (NANO-EM3)

O BNDES poderia inovar e oferecer à sociedade um programa novo de tecnologia e inovação. Um programa maciço. Ele já tem experiência nessa parte com os programas de empresas de tecnologia nascente, incubadoras... Ele ainda é tímido na área de inovação. Quanto à pesquisa básica é mais governo, CNPq, universidades, institutos de pesquisa. (NANO-EM5)

Mas são dois segmentos aí que devem ser envolvidos. O segmento privado normalmente investe naquilo que ele tem retorno imediato e o segmento público, do Estado, ele investe na preparação mais de longo prazo, na infraestrutura, tanto de preparação de pessoas quanto na infraestrutura de desenvolvimento de conceitos científicos que darão término a uma ou duas ou várias tecnologias. (NANO-S3)

O Estado entrando como coordenador, vamos dizer assim, dessa política industrial e de onde a gente deveria discutir a aplicação da nanotecnologia com as suas prioridades. Me parece que os Fundos Setoriais, os institutos de pesquisa, as universidades e empresas deveriam ter um papel importante nesse debate a respeito dos investimentos em nanotecnologia. (NANO-S1)

Evidentemente o BNDES está nesta lista, encabeçando, em uma linha de financiamento especial para as áreas de fronteira, como é a nanotecnologia. E, aí, eu estou falando tanto a pesquisa básica quanto, digamos, a área aplicada, da nanotecnologia. E as empresas vão trabalhar com produção em massa de produtos que contenham a nano. Eu acho que são todas as instituições hoje existentes, e mais os bancos de fomento oficial, a começar pelo BNDES. (NANO-S2)

Eu acho que financiamento de pesquisa deve ser uma ação de investimento do Estado, permanente. Uma política permanente do Estado. Todo investimento de pesquisa é uma obrigação do Estado. Naturalmente que, comparado com cenários internacionais, várias instituições privadas também o fazem. Mas o fazem também dentro de uma lógica de mercado, ou o fazem pra se manter competitivo ou o fazem pra desenvolver novos produtos que venham colocar pra trás a concorrência. (NANO-S4)

As instituições de pesquisa; o governo. Tem que ter transparência. É complicado as empresas estarem financiando porque é uma pesquisa não-isenta. O financiador deve ser desinteressado. É muito complicado as grandes empresas financiando pesquisas dentro de universidade. (NANO-ONG1)

Quanto à indagação sobre quais seriam as principais motivações para os investimentos em nanotecnologia, as respostas obtidas podem ser relacionadas ao Estado, à iniciativa privada e à sociedade.

No que tange ao Estado, reafirmando seu papel planejador, interventor na economia, foi indicado que o investimento em nanotecnologia tem como motivação tornar o país mais competitivo, “não perder o bonde da história” (não deixar que o *gap* entre nosso país e os países desenvolvidos aumente), não ampliar o pagamento de *royalties*. As indicações realizadas pelos segmentos acadêmicos, políticas públicas, empresas e sindicatos foram expressivamente no campo do desenvolvimento econômico.

No âmbito da iniciativa privada, há indicação de que as motivações para investimentos em nanotecnologia se dão mais no sentido de assegurar mercados e taxas de lucro, pois quem saísse na frente conseguiria viabilizar isso com novos processos e produtos que incorporassem componentes nanotecnológicos. A isto se referenciaram os segmentos políticas públicas, empresas e sindicatos:

A motivação para avançar na nanotecnologia é a mesma motivação que historicamente fez o ser humano avançar tecnologicamente em todos os campos. Na medida em que descobre uma nova partícula e suas características, vai aprofundar os usos e as potencialidades. Há também motivações de mer-

cado, sem dúvida alguma, de determinados tipos de produção. O tratamento de doenças, no caso da medicina, da saúde, sem dúvida se entra num novo patamar tecnológico. Entretanto, há sempre uma motivação mercadológica e de domínio da tecnologia. (NANO-PP1)

A principal motivação é por ser uma área em que o país pode-se tornar competitivo. Além de resolver problemas de saúde e engenharia, que são os de que pode estar dizendo alguma coisa. O importante é que a tecnologia se desenvolva a ponto de tornar o país competitivo nessa área. Que não seja só produtor de muitos artigos indexados e *papers*, mas também que produza tecnologias que sejam evidentemente disponíveis para o uso na sociedade e que exporte até produtos em determinadas áreas. (NANO-PP4).

Nos Estados Unidos e outros países há a percepção de que o investimento em inovação não gera perda de dinheiro, pois em algum momento esse investimento será recuperado. No Brasil não há essa percepção. (NANO-EM1)

Do ponto de vista do setor público, o que motiva é a visão do futuro da indústria: antecipar-se focalizando, definindo temas que podem ser de interesse da indústria. Do ponto de vista das empresas, é antecipação de oportunidades. (NANO-EM5)

O Estado deve atuar como planejador, preparando a intervenção dos institutos de pesquisa e colocando o país nessa situação de poder não entrar numa “competição internacional” apenas e tão-somente como comprador ou importador de um produto, mas também como aquele que adquiriu conhecimento e pode utilizar esse conhecimento para fabricar, produzir e para ter condições de, inclusive, competir no mercado internacional. (NANO-S1)

É fundamental que se retome o papel do Estado na sociedade brasileira. Retomar esse papel do Estado como um papel de planejar, enxergar as necessidades da sociedade como um todo, de poder fazer, junto com a sociedade, através da representação da sociedade civil, dos trabalhadores, dos empresários e da academia, enxergar a importância da aplicação de recursos também em nanotecnologia, fundamentalmente em ciência e tecnologia e uma política industrial. O país precisa ter uma política industrial de longo prazo que deve ser, para nós, uma política de Estado e não uma política de governo, que de quatro em quatro anos está sofrendo o revés de volta para a estaca zero e começa tudo de novo... É preciso ter uma política de longo prazo, de Estado que, independente de quem esteja no governo, você tenha a garantia de investimento nessas áreas. (NANO-S1)

No que se refere à sociedade, a indicação realizada foi que os motivos para estes investimentos originam-se na melhoria de produtos, novos produtos com menores efeitos colaterais (nanofármacos), redução dos danos

ambientais, recuperação de fontes de recursos naturais e energia. Em suma, a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente, significando aquisição e disseminação de conhecimentos em prol da sociedade. Estes elementos foram indicados pelos segmentos ONGs e acadêmicos. Entre estes, a iniciativa individual de buscar e descobrir coisas novas também foi indicada enquanto motivação para o investimento em nanotecnologia.

Basicamente seriam duas: aumentar a *performance* dos produtos e diminuir o consumo de energia. (NANO-A5)

Para a indústria é o lucro, sair na frente, ter prestígio... Na universidade, além da compreensão do processo, pode haver outros interesses no desenvolvimento. O ego e o prestígio também têm o seu papel. (NANO-EM2)

Quanto à pergunta sobre que problemas identificam na execução de projetos de inovação vinculados a nanotecnologia, as respostas obtidas apontaram para as questões relacionadas a:

- recursos financeiros insuficientes e descontínuos para o alto custo dos investimentos;
- empresas privadas não investem em P&D;
- falta de entrosamento entre os setores produtivo e acadêmico;
- nanotecnologia não está constituída como atividade multidisciplinar (acadêmicos);
- relação área entre experimental e área teórica = 1:1, sendo o ideal uma relação 4:1;
- desconhecimento geral do tema no âmbito do aparelho do Estado nos seus três Poderes;
- falta de transparência, informação e participação da sociedade;
- dificuldades na padronização de produtos;
- identificação de nichos viáveis de comercialização;
- falta de foco e de incentivos gerais à inovação;
- falta de conhecimento sobre os impactos dessa tecnologia sobre a saúde humana e o meio ambiente;
- falta de planejamento/visão de longo prazo;
- instabilidade da economia brasileira e do mercado (sindicatos).

São dois problemas, mas de todos os projetos de pesquisa: o primeiro é falta de recursos em quantidade adequada. Mas isso no mundo inteiro, sempre vai faltar recurso para a pesquisa. Outro é a descontinuidade no financiamento da pesquisa. Essas são as duas dificuldades que precisam ser superadas. (NANO-PP4)

É alto custo de equipamentos. Uma planta piloto custa de US\$ 300 mil a US\$ 400 mil. E há problemas para se passar do processo laboratorial para o industrial (para equipamentos laboratoriais para pequenas quantidades os custos são altíssimos). Não existem muitas empresas fornecedoras de equipamentos e isso constitui um gargalo; em termos gerais, um dos principais problemas da inovação é que as pessoas não estão preparadas para responder a isso. (NANO-EM1)

A maior dificuldade é como acomodar programas mais prospectivos com estruturas que são naturalmente mais operacionais, como são as de P&D das empresas. (NANO-EM2)

A interação entre empresas e universidades constitui um ponto a ser mais trabalhado no Brasil. A academia é um pouco refratária às empresas e as empresas também têm uma visão um pouco deturpada do que é a academia. Acham que as pessoas não vão cumprir prazos, não vão ser objetivas. Esse relacionamento, que nos países desenvolvidos já está bem equacionado, no Brasil ainda persiste. (NANO-EM3)

Há falta de foco, de incentivos gerais para inovação e uma incapacidade da nossa empresa de assumir riscos, em consequência do seu porte financeiro. (NANO-EM5)

Nos outros países há quatro ou cinco instrumentais para cada teórico. No Brasil é 1:1. É fundamental a formação de recursos humanos na área instrumental. O que adianta ter três pesquisadores ótimos, aumentar o número de publicações, ficar colocando os recursos para os mesmos pesquisadores, se não colocam mais gente nesse laboratório? Esse RH tem que vir “pesado” e na parte experimental. (NANO-A3)

É a falta de ligação entre o setor produtivo com o acadêmico. A indústria brasileira, ao invés de investir em pesquisa, prefere copiar o que tem em outros países. Faltam recursos. Basicamente só tem o Estado financiando. Falta mentalidade de criar, inovar, de tentar buscar soluções novas. Há mentalidade de colônia. (NANO-A5)

Necessário maior transparência e algum nível de controle social. A sociedade tem que se preparar, os segmentos precisam se informar mais e, portanto é necessária uma troca. Acesso crítico a informação. (NANO-EM1)

Que problemas? Olha, existem problemas conjunturais, evidentemente. A instabilidade da economia brasileira, a instabilidade de mercado é um fator que é um problema. Precisa de um horizonte de médio e longo prazo para investir. A instabilidade constante é um problema. Eu creio que outro problema meio estrutural que deve acontecer nesse setor é um modelo de relação

entre universidade e empresas que merece um desenvolvimento muito melhor no financeiro. Às vezes, a impressão que passa é que a universidade trabalha lá e a indústria trabalha aqui, os canais, os vasos comunicantes merecem ser mais bem desenvolvidos. É preciso mais apoio a centros de pesquisa, nós temos pouco espaço tecnológico. (NANO-S2)

4.2 Macrotópico “regulação/participação”

Este tópico da pesquisa foi bastante interessante, por apresentar mais discordâncias que consensos entre os segmentos entrevistados. Tais segmentos foram instados a indicar o que há de especial na nanotecnologia para que se discuta sua regulação. Todos os segmentos apontaram aspectos que indicam características especiais da nanotecnologia, entre as quais podemos citar:

- passa a fundir processos químicos com biológicos;
- nanomateriais podem estar na água, no solo ou no ar;
- não se sabe como as nanopartículas podem afetar a saúde humana e o meio ambiente;
- alta potencialidade em termos de riscos e benefícios;
- antes da nanotecnologia, o que a humanidade fazia era modelar a matéria. Com a nanotecnologia supera-se isto, porque se pode fundir a matéria (animada e inanimada);
- a nanotecnologia aponta para possibilidades infinitas;
- o tamanho das partículas e sua possível inalação pelos trabalhadores;
- falta de conhecimento dos aspectos toxicológicos e exposição ambiental decorrentes das nanopartículas;
- desconhecimento sobre os impactos das nanopartículas no organismo humano;
- pode afetar as liberdades individuais;
- impacta insumos e produtos.

Quanto a algum aspecto das nanotecnologias que recomende atenção especial para discussão da regulação, as posturas podem ser percebidas a partir de algumas citações. Embora todos os segmentos tenham indicado aspectos específicos da nanotecnologia, o segmento social dos acadêmicos aproveitou para indicar sua oposição a se constituir um órgão específico para a regulação da nanotecnologia. Procuraram explicitar que aceitam a regulação de produtos nanotecnológicos, mas não da produção científica.

Justamente a perspectiva de que vá mudar o mundo, na medida em que ela passa a fundir os processos químicos com os biológicos. Tem que ficar atento, porque vai envolver questões éticas e de riscos que não são brincadeira. (NANO-A4)

Há muita ficção em torno da nanotecnologia e dos problemas que vai gerar. Muito disso se deve ao nanorrobô e à possibilidade dele se autoreplicar, essa mistura de animados e inanimados. (NANO-A5)

A única coisa que tem de especial é a regulação dos produtos, mas não das pesquisas. Essa não deve ter regulação. O produto pelo tamanho das partículas, ninguém trabalha nessa escala e sabe o que pode trazer para a saúde humana e meio ambiente. (NANO-A8)

O segmento das empresas majoritariamente conhece e está bem informado, mas tem uma visão genérica e não muito articulada com o debate internacional sobre regulação em nanotecnologia.

Deve-se tomar cuidado com a nano nos produtos que já são perigosos em escala maior e que vão ser produzidos em escala nano. (NANO-EM1)

Não se pode “queimar” uma tecnologia como foi feito com os transgênicos. Não se pode correr este risco com a nano. Há um balanço complicado entre lançar um produto, ser o primeiro, mas não correr risco. É importante que se aumente o conhecimento sobre a nano. (NANO-EM3)

Quando se chega a um determinado nível de tamanho, as propriedades mecânicas, eletromagnéticas, óticas mudam. E sobre essas mudanças não se tem controle. Os nanopós, por exemplo, têm possibilidade de ser absorvidos pelo organismo. (NANO-EM2)

Nós sempre manipulamos átomos e moléculas, sempre foi assim, e manipulamos para o bem, para o mal, manipulamos de tudo quanto é jeito. E não há como evitar. (NANO-EM4)

Não se deve parar a pesquisa porque é perigoso, pois outros países não vão parar e vamos ficar para trás. É preciso saber dominar e lidar com o risco e com o que é novo, evitando o medo. (NANO-EM5)

As respostas do segmento das ONGs convergem, mas com uma visão superficial e genérica:

Sim. Com a bio e nanotecnologia, as possibilidades são infinitas. Só a dimensão nano implica um pensar diferente na regulamentação, é assustadoramente sério o potencial que essa tecnologia tem. Para o bem e para o mal. (NANO-ONG1)

O especial é que vai até a essência da matéria, ao nível molecular, e com isso é possível recriar matéria. É uma revolução. Criar matéria sem ser matéria. Esse sempre foi o sonho do alquimista: produzir ouro, fazer do carvão, diamante... Entra-se nessa área. Se vai conseguir ou não, é outra questão. O importante é não repetir os erros dos transgênicos, por exemplo. A grande discussão na Inglaterra, Estados Unidos, Alemanha, etc. é não repetir os erros. (NANO-ONG2)

Sim, com certeza. Pelo que eu pude ver dos potenciais positivos e negativos, tem que ter com tranquilidade e certeza algum órgão regulador. Acho que o especial é a capacidade que ela tem de gerar produtos, substâncias, tecidos – multiplicidade de bens, produtos, enfim, tudo o que ela pode gerar. Nesse sentido é algo que merece uma atenção especial, principalmente pelos riscos que envolvem esse tipo de manipulação. (NANO-ONG3)

A maioria absoluta dos entrevistados do segmento dos sindicatos foi capaz de identificar o que há de especial nas nanotecnologias para que se discuta sua regulação, compreendendo:

- a) a capacidade de interferir nas liberdades individuais;
- b) o fato de que perpassa todo o sistema produtivo pouco estudado/rearranjos atômicos que se podem traduzir em moléculas desconhecidas.

Se você pensar que a nanotecnologia pode, por exemplo, chegar a produzir uma ferramenta, um *microchip* que possa controlar a saúde de um indivíduo, ou controlar uma determinada situação individual de uma pessoa que tenha uma certa doença, você começa a ter uma utilização da ciência e da tecnologia que perpassa, vamos dizer assim, aquilo que nós chamamos as liberdades individuais, as questões de até aonde você pode utilizar determinados procedimentos, determinadas técnicas, ferindo a liberdade individual das pessoas. (NANO-S1)

Eu tenho insistido: o que há de especial é o papo de ela permitir uma aplicação como insumo e como produto final, [...] ela permite que você perpassasse todo o tecido produtivo. Então, o que ela tem de especial é exatamente isso, porque ela vai ter impactos em termos de insumo, enquanto insumo e enquanto produto final. (NANO-S2)

O que tem de especial nela é exatamente o desconhecido, ela trabalha com rearranjos atômicos, que podem se traduzir em moléculas desconhecidas. E a ciência, por mais que ela tenha método, ela trabalha no sistema do erro e acerto. Os erros seriam descartados, os acertos utilizados, só que o tamanho do erro é que pode complicar a situação. (NANO-S3)

Independente desse cenário, o processo regulatório e a capacidade de intervenção de Estado com políticas públicas claras são uma necessidade. Agora,

o Estado tem que ser forte; se o Estado for fraco ele vai ser dominado, como é o que acontece hoje nas telecomunicações. (NANO-S4)

Ao responderem sobre o que existe de especial nas nanotecnologias para que se discuta sua regulação, vários dos entrevistados do segmento políticas públicas indicaram que todo desenvolvimento tecnológico implica riscos e benefícios. Foi dito que, quanto mais cedo for regulado, melhor será, porque com isso pode-se até orientar os investimentos privados. O que há de específico na nanotecnologia é sua grande potencialidade tanto quanto aos riscos como quanto aos benefícios. Foi ressaltado que os impactos poderão ser diferentes quando voltados para os nanomateriais ou para a nanotecnologia aplicada à saúde. Em consequência, a regulação deveria também ser diferente para cada caso. De maneira geral, pode-se afirmar que antes da nanotecnologia o que a humanidade fazia era modelar a matéria. Com a nanotecnologia, supera-se isso, porque se pode fundir a matéria animada com a inanimada. Segundo os entrevistados, essas são algumas das especificidades da nanotecnologia indicadas pelos que induzem à necessidade de se ter um órgão regulador para esse tipo de nova tecnologia. Características desse órgão foram explicitadas na questão anterior.

São exatamente os riscos que estão envolvidos. Aliás, vamos começar pelo positivo, sem deslumbramento. O que há de especial é que, se é uma tecnologia tão boa, que pode substituir o uso intensivo de determinados recursos naturais, pode trazer resultados positivos para a saúde, por exemplo, e aí não só com tratamento de saúde, mas aí eu estou pegando pelo meu lado sanitarista. Enfim, toda essa potencialidade que eu acho que tem que ser pensada realmente de maneira estratégica, porque aí você passa a ter fatores competitivos de países, sociedades, etc. Então, por esse aspecto positivo já faz sentido. (NANO-PP1)

Todo o produto que possa trazer algum complicador como, por exemplo, a energia nuclear, se não tiver regulamentação, como é que você vai propor um projeto? Então, se é uma tecnologia que pode ter implicações outras, você tem que ter regulamentação. Basta ver, até aqui você pode, daqui para frente não pode porque a regulamentação não permite, senão você vai entrar num ambiente nocivo para o meio-ambiente ou para o ser humano, enfim. Eu acho que é intuitiva essa parte da regulamentação. Muito recentemente, estão surgindo as primeiras regulamentações sobre a nano. O ministério tem apoiado o [Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial] Inmetro, para se estruturar na área de nanotecnologia, com

a criação de um laboratório de química de materiais, para caracterização de materiais. (NANO-PP2).

O que tem de especial é que mexe com a estrutura da matéria, provoca um impacto em tudo isso. Acho que nano é menos sensível do que bio, assim, no debate público, a bio tem aquele negócio de transgênico. É um debate muito emocional em cima disso. Há os que são contra a regulação, não por causa da transgenia, mas por causa da Monsanto. Aí estamos botando a carroça na frente dos bois. Então a Embrapa pode e a Monsanto não? Nesse debate, as coisas mais substantivas acabam ficando em segundo plano. A impressão que me dá é que o debate de nano tende a ser um pouco menos ideológico. Nada contra ideologia, mas no sentido negativo de ideológico. Não tenho dúvida que nano vai ter impactos, bons e ruins, e que tem que regular. (NANO-PP3)

Toda tecnologia nova e todo conhecimento novo corre esse risco, ele pode ser aplicado para o bem e para o mal... Não podemos parar a ciência pensando que alguém vai fazer mau uso dela. Isso você pode fazer com qualquer coisa. Você pode pegar um equipamento deste aqui e jogar na cabeça de um sujeito, pegar a eletricidade e dar choque num sujeito, mas nós hoje vivemos sem eletricidade? Nós hoje vivemos sem o avião? Nós hoje vivemos sem a tecnologia atômica? Fizeram a bomba atômica e jogaram a bomba atômica lá no Japão, agora por isso vamos deixar de desenvolver a ciência e a tecnologia? Eu acho que toda fronteira do conhecimento, toda tecnologia nova corre esse risco. Então, é importante que você tenha um cuidado ao lidar com isso aí, deixando e apoiando o avanço da ciência, e cuidando para que as fronteiras éticas, econômicas e de uso adequado daquela tecnologia sejam garantidas. (NANO-PP4)

Eu acho que muda todo o conceito da tecnologia desenvolvida até hoje no mundo. Nós trabalhamos transformando a matéria, modelando a matéria. A nano vai além disso, a nano mexe na base de tudo e de todos e tudo é possível, e na verdade descortina o fantástico mundo que ninguém sabe onde irá chegar. Mas, ao mesmo tempo em que é fantástico e encantador, ao mesmo tempo aterroriza, amedronta sobre as possibilidades de uso da nano. Infelizmente, nem todo mundo nesse mundo e nem todos os governos trabalham para o bem da humanidade. Nem todas as descobertas e tecnologias que a humanidade teve conhecimento foram utilizadas apenas para o bem da humanidade, é o caso da descoberta do nuclear, da energia e da força do nuclear, utilizada logo de início em uma bomba que causou aquela tragédia toda, um dos momentos tristes da nossa história. (NANO-PP5)

Quando a questão apresentada para reflexão foi se o entrevistado considera que pesquisas relacionadas a novas tecnologias necessitam de um

órgão regulador, as respostas obtidas foram as descritas a seguir. Para o segmento dos acadêmicos, não deve haver regulação; não é necessário, portanto não há que criar órgão para tanto. No limite, admitem discussão ampla sobre o tema e preferem a construção de um órgão de fomento à pesquisa em vez de um órgão regulador.

Eventualmente, sim. É um pouco cedo para isso, porque não sei se qualquer pessoa que fosse nomeada saberia o que fazer, nesse momento em que as coisas estão muito indefinidas, principalmente aqui no Brasil. Até mesmo no exterior haveria esse problema. No Brasil, acho que é prematuro isso, acho que estamos mais na fase de discussão do que de ações executivas. Mais adiante, sem dúvida, acho que isso aí será necessário. (NANO-A4)

Não gosto de órgão regulador. Prefiro órgão fomentador. Vai regular o que? Nada. Vira burocrático. Tem que ter outro enfoque para produzir e ir adiante, fomentar. (NANO-A9)

Os demais segmentos admitem a regulação, consideram-na necessária. Este é o ponto comum. A partir daqui, dividem-se entre aqueles que entendem que a regulação deve ser feita por um órgão específico para tal (políticas públicas e ONGs) ou sem a instituição de um órgão específico para isto (empresas e sindicatos).

Sou radicalmente contra órgão regulador porque o objetivo é diminuir a burocracia. O governo deve reunir/procurar pessoas que entendam do assunto nos mais variados campos e coordenar. (NANO-EM4)

Sou a favor porque é necessário dar racionalidade à pesquisa tecnológica e esta sempre deve ter um conteúdo de regulação, em função de seu aproveitamento ser em benefício da sociedade. (NANO-EM5)

Um órgão regulador aí não quer dizer ser um órgão repressor. O órgão regulador teria por objetivo, exatamente, traçar linhas ou espaços, onde podem e devem ser desenvolvidos os novos produtos, envolvendo aspectos de segurança utilizando o conceito da precaução, e não deixar que seja de forma aleatoriamente difundida. (NANO-S3)

Sim, por conta da abrangência e pelo tipo de impacto que essa tecnologia vai trazer. Embora a ciência não comporte muitas rédeas e regras, precisa haver nem que seja uma regra, que comporte a flexibilidade e liberdade de pensar. Precisa da regra relacionada a como o trabalho da ciência vai ser disponibilizado. (NANO-ONG1)

Para regulamentar é necessário ter conhecimento sobre a tecnologia. Como se vai regulamentar um negócio que não se conhece? O que nós conhece-

mos hoje desta tecnologia? Nada. Pelo menos não o suficiente para fazer algumas regras. A questão é: em que momento nós temos a capacidade de botar algumas regras razoáveis na mesa? Acredito que o problema é massificação do uso da tecnologia, com facilidade, sem precisar pensar. Os primeiros pesquisadores, cientistas se preocupam com o que estão criando, produzindo. Continuam porque acreditam, etc. O problema é a geração seguinte, num ambiente de massificação da tecnologia. Perdem a consciência do que estão fazendo. Talvez os pesquisadores mais velhos, os inovadores fossem os mais apropriados para fazer a regulamentação porque conhecem os riscos, os perigos. (NANO-ONG2)

Sim, eu acho que a instância é o Estado, compreendendo o Executivo, o Judiciário e o Legislativo. Eu acho que a função básica do Estado é essa. (NANO-ONG3)

Mesmo entre os segmentos de políticas públicas e ONGs há diferenciações no que toca ao órgão regulador em termos de sua abrangência, estrutura, forma de atuação, competência e composição. Tudo isto porque a idéia que predomina é que a regulação é necessária, mas não deve se constituir em um entrave ao desenvolvimento científico. Esta parece ser a grande conclusão e referência que deve ser levada em conta.

Deve haver regulação da nanotecnologia, mas não a criação de uma estrutura para regular a questão. (NANO-PP3)

Eu não saberia, teria que refletir um pouco mais, mas poderia ter uma composição mista. Pessoas da área governamental, cientistas que estariam ali para poderem fazer um contraponto, talvez alguns especialistas na área de legislação, na questão do direito ético e tal, alguma coisa desse tipo é o que me vem na cabeça. Não poderia ser apenas uma agência burocrática, este é um cuidado que tem que ter porque, quando se fala em regulamentação, normalmente se pensa em uma agência que vai ficar editando normas para que as pessoas possam cumprir aquelas normas. Seria uma agência não-burocrática que tenha uma composição equilibrada, com a participação dos cientistas também e especialistas na área. (NANO-PP4)

É claro que sim, mas não penso num órgão regulador que possa engessar a pesquisa, que possa engessar o desenvolvimento da tecnologia. É preciso um órgão regulador que possa ter o papel semelhante ao da CTNbio para o caso dos transgênicos. É necessário um órgão regulador, sem estabelecer formas de controle que possam burocratizar e dificultar a pesquisa, mas com instrumentos que garantam que a legislação e regras estarão sendo respeitadas e obedecidas. (NANO-PP5)

A seguir, indagou-se sobre qual deveria ser a composição de um órgão regulador. Esta pergunta abriu espaço para que fosse reafirmada a posição contrária de vários segmentos entrevistados à constituição de um órgão regulador específico para a nanotecnologia (acadêmicos, empresas); outros segmentos encontram-se divididos sobre este tema.

Eventualmente, sim. É um pouco cedo para isso, porque não sei se qualquer pessoa que fosse nomeada saberia o que fazer, nesse momento em que as coisas estão muito indefinidas, principalmente aqui no Brasil. Até mesmo no exterior haveria esse problema. No Brasil, acho que é prematuro isso, acho que estamos mais na fase de discussão do que de ações executivas. Mais adiante, sem dúvida, acho que isso aí será necessário. (NANO-A4)

Não gosto de órgão regulador. Prefiro órgão fomentador. Vai regular o que? Nada. Vira burocrático. Tem que ter outro enfoque para produzir e ir adiante, fomentar. (NANO-A9)

As pesquisas precisam de um órgão regulador, mas não de um órgão regulador específico. Não deveria ser criado um órgão só para regular a nanotecnologia. Os já existentes já dão conta. (NANO-EM2)

Sou radicalmente contra órgão regulador porque o objetivo é diminuir a burocracia. O governo deve reunir/procurar pessoas que entendam do assunto nos mais variados campos e coordenar. (NANO-EM4)

Sou a favor porque é necessário dar racionalidade à pesquisa tecnológica e esta sempre deve ter um conteúdo de regulação, em função do seu aproveitamento ser em benefício da sociedade. (NANO-EM5)

Embora com a restrição acima apontada, a indicação da composição deste órgão pode ser apresentada, em termos gerais, com a participação do setor público, setor privado, governo, trabalhadores e sociedade civil. Questionamentos são apontados no que respeita à indicação de membros destes segmentos, do funcionamento deste órgão.

Isto aponta para que, caso seja criada uma instituição responsável pela regulação da nanotecnologia, sua composição, funcionamento, abrangência de decisões, etc. serão um problema de profundas discussões, refletindo a complexidade do problema da regulação e os diversos interesses econômicos e sociais presentes no desenvolvimento desta tecnologia.

Todos os segmentos interessados. Tem-se muito presente a importância da participação da sociedade civil organizada. Uma discussão é: até que ponto as agências reguladoras do governo comportam a participação da socieda-

de civil? Na discussão que foi feita sobre essa participação em relação aos organismos do governo, verificou que deixa muito a desejar. (NANO-ONG1)

É uma questão muito complicada. Não sei responder. Teoricamente, poderia se responder que o cientista que conhece a nanotecnologia deveria estar neste órgão. Agora, como um cientista que trabalhou anos com um tema, nano, por exemplo, vai poder julgar, ser imparcial? Como fazer escolha de pessoas do Terceiro Setor? Ela deve entender para opinar. E um pesquisador que entende de nano e faz um discurso maravilhoso dourando a pílula, como é que alguém da sociedade civil vai se contrapor? (NANO-ONG2)

Eu acho que o Poder Legislativo deveria estar envolvido. A academia e as suas instâncias científicas mais as corporações. E também entidades da sociedade civil que tenham conhecimento específico sobre o tema – também os seus possíveis impactos no uso externo, o ambiente, a sociedade, etc., etc. Esses três setores, no mínimo, deveriam estar envolvidos. O Legislativo, pela questão de geração de legislações, normas e regulamentos para uso disso. A academia, pelo próprio envolvimento científico e a ética científica, que seria importante estar envolvida. E essas instituições da chamada sociedade civil, pela sua relação com os movimentos, a sua preocupação um pouco mais ampla com direitos sociais, direito ambientais, etc. (NANO-ONG3)

O papel de um órgão regulador deveria ter representação da sociedade civil, dos trabalhadores, dos empresários, aqui eu estou fazendo essa diferenciação mais por conta da relação capital-trabalho. Então, evidente que, usando o exemplo do sistema único de saúde, usuários do sistema de saúde enxergam a necessidade de participar de determinadas decisões do sistema de saúde [em relação às quais] o empresário, ou mesmo os trabalhadores, podem ter uma visão diferenciada. Então, é preciso, na nossa opinião, ter uma participação de representação da sociedade civil, do setor privado, empresários, dos trabalhadores, do próprio governo, do papel do Estado na política pública e da comunidade científica, aí entendido como representação não sei se da academia ou se da comunidade científica como um todo. Pelo menos esses atores deveriam estar compondo um órgão regulador desse nível. (NANO-S1)

Nosso conceito é de que todo o órgão deve ter a participação da sociedade. E a participação da sociedade não é só unicamente vinculada àquele segmento em que ele está mais afim, eu quero dizer com isso que o órgão regulador não deve ser constituído unicamente com representantes da comunidade científica. É importante os representantes da comunidade científica, porque a eles caberia estar orientando ou elucidando os potenciais problemas ou as potenciais vantagens, da ótica tecnológica. Mas os demais repre-

sentantes da sociedade, eles têm uma outra ótica, uma outra forma de enxergar e poderiam estar aí preservando as relações sociais, as relações econômicas, as relações ambientais, ecológicas, dando legitimidade sobre um processo que assim venha a ser colocado em uso pela sociedade. (NANO-S3)

A composição deve trabalhar sobre os três pilares: o Estado, o investidor e a cidadania – através de seus representantes constituídos nos segmentos do setor; não pode ser uma fraude como acontece hoje em algumas agências, em que representantes e usuários são, na verdade, representantes de empresas camufladas em entidades e que não têm essa capacidade, que falam unilateralmente pelo interesse comercial e não pelo interesse do usuário. Resolvida essa etapa, eu entendo que deve ter o outro lado também, que é o investidor. (NANO-S4)

Por fim, foi perguntado aos segmentos entrevistados sobre quem deveria ser chamado a opinar e deliberar sobre o desenvolvimento da nanotecnologia. As respostas obtidas colocaram em oposição os acadêmicos e as ONGs. Enquanto os acadêmicos defendem a idéia de que deve decidir apenas quem tenha educação científica e que o processo de decisão deve ser realizado por pessoas que sejam representativas da sociedade, já para as ONGs todos têm de ser chamados a participar. Também aqui é questionada a representatividade do cientista que decide e sua possível isenção.

Só deve ser chamado o Congresso, pois é o responsável para nos representar. Mas é importante a educação científica. (NANO-A3)

Todos os segmentos interessados. Tem-se muito presente a importância da participação da sociedade civil organizada. Uma discussão é até que ponto as agências reguladoras do governo comportam a participação da sociedade civil? Na discussão que foi feita sobre essa participação em relação aos organismos do governo, verificou que deixa muito a desejar. (NANO-ONG1)

O Poder Legislativo deveria estar envolvido. A academia e as suas instâncias científicas mais as corporações, e também entidades da sociedade civil que tenham conhecimento específico sobre o tema – também os seus possíveis impactos no uso externo, o ambiente, a sociedade, etc., etc. Esses três setores, no mínimo, deveriam estar envolvidos. O Legislativo pela questão de geração de legislações, normas e regulamentos para uso disso. A academia pelo próprio envolvimento científico e a ética científica, que seria importante estar envolvida. E essas instituições da chamada sociedade civil, pela sua relação com os movimentos, a sua preocupação um pouco mais ampla com direitos sociais, direito ambiental, etc. (NANO-ONG3)

Já o segmento de políticas públicas indica a CTN-Bio como referência de quem deve opinar e deliberar sobre nanotecnologia. Esta comissão é objeto de crítica por parte do segmento ONGs, que entende que muita coisa não pode ser da forma como a CTN-Bio atuou na questão recente dos transgênicos.

Em termos dessa composição, vai ter que ser de uma forma muito semelhante, composição semelhante à da CTN-Bio. Você vai ter que ter especialistas da área tomando assento nesta comissão. (NANO-PP2)

Há um projeto de lei que prevê uma composição com 26 membros, com representantes de todos os setores que trabalham com nano, seja farmacêutica, agrícola, medicina, cosméticos, enfim, todas as áreas, representação dos ministérios, indústrias que trabalham defesa do consumidor. Deve ter representação do governo, da sociedade, para que venha representar o interesse do Estado brasileiro e não só o da sociedade ou só do governo. Ao representante do Estado brasileiro caberia a função de compatibilizar os vários interesses. E uma ligação direta com a representação de quem atua na área de pesquisa, na área comercial e aqueles que defendem o meio ambiente e que defendem o consumidor. (NANO-PP5)

Já para o segmento empresas, deveria opinar um grupo formado de instituições e notáveis da nanotecnologia, órgãos de defesa do consumidor, congresso e sociedade civil como um todo. Este segmento ressalta também a questão da representatividade dos segmentos da sociedade.

Não deveria ter um órgão novo. No máximo um comitê de quem já regula. (NANO-EM1)

Representantes da comunidade, ONGs, setor público, comunidade científica, empresários e a classe política, mas não está claro para mim o que fazer nem o que seria essa revolução da nanotecnologia. (NANO-EM5)

Em relação ao segmento dos sindicatos, suas opiniões estão expressas nas respostas da questão anterior. Fica claro, portanto, que o tema regulação e a possível constituição de um órgão regulador vão requerer muita discussão entre os segmentos entrevistados.

4.3 Macrotópico “impactos”

Neste bloco, as questões referem-se aos impactos da nanotecnologia. Os segmentos entrevistados foram instados a dizer quais setores produtivos sofrerão os maiores impactos com a introdução da nanotecnologia e que setores imporão os maiores impactos. Em seguida, foi perguntado aos

entrevistados quais as conseqüências destes impactos em relação a emprego, obsolescência de processos e produtos, preços e toxicidade.

Todos os segmentos entrevistados foram capazes de identificar ramos industriais que sofrerão impactos com a introdução da nanotecnologia no Brasil. Portanto, o setor mais citado foi o industrial. Diretamente, não foi indicado o setor de comércio ou o agrícola, embora impactos em ramos industriais devam ter conseqüências nestes setores. A lista dos ramos industriais identificados é grande: informática, medicina, fármacos, cosméticos, mineração, alimentos, eletrônica, óptica, tecidos, vidros, painéis, proteção de carros, catalisadores, fertilizantes, tintas, produtos odontológicos e construção civil, entre outros.

As possibilidades são todas. A nossa preocupação maior são as áreas de saúde e meio ambiente. Maiores impactos na informática, medicina, fármacos, eletrônicos e agricultura. Conseqüências: redução de custos, número de empregos vai diminuir, detecção de doenças e maior longevidade. (NANO-A1)

Num primeiro momento, a indústria de informática. Um outro setor é o de materiais. Produção limpa e energia renovável. Todo esse empenho de computadores, celulares está tendo um impacto – lixo tóxico. É uma tecnologia revolucionária. Trabalha com outras leis. Entre você conhecer uma tecnologia nova, dominar a tecnologia, conhecer as leis que regem, etc. e ter os resultados revolucionários, é sempre um longo tempo. Não tenho dúvidas de que a engenharia genética ainda vai ter resultados fantásticos. A nano, se vier a vingar, vai ter resultados práticos no longo prazo. A eletricidade demorou uns 200 anos até ficar totalmente usável em todo o seu potencial. [...] Toda nova tecnologia tira emprego de um lado e absorve de outro. Toda nova tecnologia barateia com o tempo. Não vai ter impacto no emprego e no preço. Na área de tecidos, há os à prova d'água, que não enrugam, impermeáveis, que não precisa lavar ou passar. Entra na área de vidros, painéis, proteção de carros, catalisadores, fertilizantes, tintas. Entram em tudo, todos os setores. Não vai mudar nada. E isso porque foi dado um rótulo a uma coisa que já acontecia. Exemplo é a evolução da indústria de gravação magnética, que é rapidíssima. A inclusão de computadores nos produtos só ocorrerá daqui a 20/25 anos. (NANO-A2)

No momento, os maiores impactos aqui no Brasil são no setor químico, de um lado, e outro da agricultura, mas com o correr do tempo, construção civil, certamente, vai sofrer impacto forte em tudo que tem a ver com materiais, automóveis, produtos odontológicos, tudo isso daí vai acabar sofrendo, num prazo mais longo, é difícil prever qual terá maior impacto, todos os setores vão ser influenciados por isso. (NANO-A4)

[...] para mim isso é modismo, então eu não acho que isso aí é uma revolução, simplesmente alguns setores da indústria vão incorporar em seus produtos alguns nanomateriais, algumas técnicas. [...] Em termos de avanço tecnológico, [...] é a participação cada vez menor do homem, diminui o número de empregos, você vê claramente, em qualquer linha de montagem de uma fábrica, [...] agora tem um robzinho para tudo. (NANO-A5)

Agora é só novidade, mas em larga escala causará impactos em relação a preços dos produtos. O Brasil é um grande mercado consumidor e de produtos estrangeiros, fato que pode gerar uma crise econômica, comercial e industrial nas empresas nacionais. (NANO-PP5)

A nanotecnologia pode ser incremental ou revolucionária. É incremental quando se configura como um processo evolutivo. É radical quando em algumas situações pode impactar a ponto de mudar a configuração por completo. Em escala nano, o céu é o limite. (NANO-EM1)

Os setores impactados serão os de eletrônicos, medicina, cosméticos e medicamentos. (NANO-EM3)

A questão é que nesse campo vai tudo acabar nas mãos de meia dúzia de grandes laboratórios que dispõem de recursos humanos e dinheiro para investimentos. O Brasil não tem assento nessa mesa e a disparidade é muito grande. (NANO-EM4)

As possibilidades são todas. A nossa preocupação maior são as áreas de saúde e meio ambiente. (NANO-ONG1)

Num primeiro momento, a indústria de informática. Um outro setor é o de materiais. Produção limpa e energia renovável. Todo esse empenho de computadores, celulares está tendo um impacto – lixo tóxico. É uma tecnologia revolucionária. Trabalha com outras leis. Entre você conhecer uma tecnologia nova, dominar a tecnologia, conhecer as leis que regem etc. e ter os resultados revolucionários, é sempre um longo tempo. A nano, se vier a vingar, vai ter resultados práticos no longo prazo. A eletricidade demorou uns 200 anos até ficar totalmente usável em todo o seu potencial. Toda nova tecnologia tira emprego de um lado e absorve de outro. Toda nova tecnologia barateia com o tempo. (NANO-ONG2)

Os setores que mais teriam impactos seriam esses: setor industrial, setor farmacêutico, de saúde, de química e de microeletrônica. Com certeza terá impacto no emprego, não saberia quantificar, mas com certeza vamos ter que nos preparar com antecedência para tentar minimizar ao máximo os impactos do desemprego. É lógico que, do mesmo jeito que você pode ter uma nova tecnologia sendo implementada e causa desemprego, ela causa

um aumento de emprego em outras áreas também. Sempre fazer esse olhar, atentar para isso, é papel da central enxergar essa questão com mais antecedência. (NANO-S1)

O setor que vai sofrer o maior impacto será o setor envolvendo os produtos biológicos, a medicina, a alimentação ou produtos para desenvolvimento de alimentação, porque não vislumbro produtos alimentares com rearranjo atômico, no sentido de redução de tamanho, se esse é o conceito. Mas, produtos a serem utilizados no processo de produção de alimentos, então haveria aí alguns impactos potencialmente grandes. (NANO-S2)

Embora ainda não se tenha conhecimento consolidado sobre os impactos da nanotecnologia em termos de geração e/ou extinção de postos de trabalho, obsolescência de produtos e processos, preços de produtos com componentes nanotecnológicos e a toxicidade destes produtos, verificou-se que todos os segmentos sociais entrevistados foram capazes de emitir suas opiniões sobre estes itens.

Não explicitado pela maioria, mas por alguns dos entrevistados, as respostas aos itens acima descritos estão relacionadas às duas possíveis formas com que a nanotecnologia possa ser implantada, ou seja, a nanotecnologia incremental (produtos e processos já conhecidos que serão realizados com componentes e processos nanotecnológicos, acarretando baixos impactos) ou nanotecnologia disruptiva (produtos ou processos até então desconhecidos, que, ao serem implantados, acarretam grandes impactos). Exemplo de disruptivos: vidros que, por conterem um filme de nanocompostos que impedem a aderência de qualquer coisa, são denominados de vidros autolimpantes; quando colocados em automóveis, eliminam a necessidade de limpadores de pára-brisa. Aqui a consequência será a total desestruturação desta indústria fornecedora de limpadores de pára-brisa, pertencente à chamada indústria de autopeças. Neste caso, o impacto nos postos de trabalho será imenso.

Portanto, quanto ao emprego a constatação geral é que haverá ramos industriais em que ocorrerá perda de postos de trabalho. Na indústria petroquímica, por exemplo, o entrevistado Nano-A8 lembrou que a Petrobras projeta para 2015 uma plataforma quase sem funcionários, totalmente automatizada. Claro está que a nanotecnologia terá forte presença neste evento, devido à sua utilização em catalisadores e outros insumos. Mas, nesta mesma indústria, certamente irão se abrir postos de trabalho que exigem qualificações em nanotecnologia. Assim, há duas assertivas que po-

dem ser feitas, decorrentes das informações geradas pelas entrevistas dos vários segmentos entrevistados: vão ocorrer impactos significativos em termos de postos de trabalho em vários ramos industriais. O que não se tem condições de precisar é o balanço em termos de postos gerados e postos de trabalhos suprimidos. Não se tem este número, nem por ramos ou setores industriais, mas se tem claro que serão os postos menos qualificados que irão desaparecer, sendo substituídos por postos mais qualificados.

Os impactos que possam existir não decorrem da nanotecnologia em si, mas da evolução tecnológica como um todo. A nano vai contribuir muito para que alguns setores desapareçam e outros apareçam. Mas o setor que mais impacto vai sofrer é o do trabalho. Em um seminário da Petrobras, esta anunciou que projetam plataforma para 2015 sem nenhum funcionário, sendo todo o trabalho feito com controle remoto. (NANO-A8)

A obsolescência foi referência não só em relação ao produto que passa a conter nanotecnologia, mas também ao processo educacional do engenheiro, que poucos anos depois de formado poderá tornar-se um profissional obsoleto. Esta foi uma preocupação apontada pelo segmento de políticas públicas. A obsolescência em termos de produtos advindos da nanotecnologia incremental não deve alterar significativamente o ritmo já estabelecido nos produtos conhecidos.

A obsolescência de produtos vai acelerar, mas já há empresas que trabalham com as tecnologias do seu tempo, 3M, Siemens. Quem trabalha com cimento, por exemplo, logo estará na onda de renovação. (NANO-A4)

A obsolescência também é difícil de prever, mas o que está ocorrendo mais é a incorporação de nanotecnologia para baratear os produtos. Camisa com nanofibra mais durável, resistente e de menor custo. O mesmo com as tintas. Os preços dos produtos vão diminuir rápido. (NANO-A8)

No que concerne aos custos dos produtos, embora os entrevistados de vários segmentos sociais acreditem que no início os preços sejam aumentados e que ao longo do tempo venham a diminuir, é preciso registrar que houve divergência quanto a esta assertiva. A busca do monopólio e do lucro foram motivos aventados por componentes dos segmentos sociais políticas públicas e ONGs para acreditarem que os preços não irão diminuir.

Quanto à redução de preços, é a história da humanidade capitalista. Acho que a nano não é muito diferente, não. O que nano pode fazer para algumas coisas é baratear custos e, se for mercado mais disputado, é baratear preços. Entretanto, não dá para alterar o custo de um monopólio de fato, que faz o

que quiser com o preço. Isso não mudou, e não vai ser a nano que vai mudar o mundo. Em todo caso, isso faz parte do jogo, a empresa conseguir o monopólio de fato, com algo nanotecnológico, que reduza o custo frente ao que era antes, e então vai ganhar. A Sony ganhou com *walkman*, como a Phillips ganha com os padrões DVD, CD, VHS, etc. Quando lançaram o CD, o preço era o dobro do de um LP, mas foi porque estava começando, uma vez que o custo de produção de um CD é muito menor que o custo de produção físico de um LP. (NANO-PP3)

Não vai ter impacto no emprego e no preço. (NANO-ONG2)

Quanto à toxicidade de produtos, as manifestações mais concretas vieram apenas dos segmentos dos acadêmicos e ONGs. Ambos apresentam preocupações sobre isto. Para os acadêmicos, é preciso que se façam duas coisas ao mesmo tempo: desenvolver processos e produtos e preocupar-se com os riscos e impactos destes processos e produtos nanotecnológicos. Para os segmentos das ONGs, é preciso preocupar-se com todo o “lixo tóxico” decorrente da produção e consumo destes produtos.

As possibilidades são todas. A nossa preocupação maior são as áreas de saúde e meio ambiente. (NANO-A1)

Em termos de toxicidade temos muito que fazer e aprender. Ter cuidado e fazer duas coisas: desenvolver e se preocupar com os riscos. Mas não pode ficar para trás e ter que importar pela obsolescência. (NANO-A6)

O setor que vai sofrer o maior impacto será o que envolve os produtos biológicos, a medicina, a alimentação ou produtos para desenvolvimento de alimentação, porque não vislumbro produtos alimentares com rearranjo atômico, no sentido de redução de tamanho, se esse é o conceito. Mas, produtos nano a serem utilizados no processo de produção de alimentos provocarão alguns impactos potencialmente grandes. (NANO-S3)

Em síntese, pode-se afirmar que os vários segmentos sociais entrevistados estão atentos aos impactos da nanotecnologia em termos de emprego, obsolescência, preços e toxicidade (com maior dificuldade). Este “estar atento” se dá de maneira heterogênea, bem como, em termos de profundidade, em cada um dos itens analisados. Permeia esta discussão a característica da nanotecnologia (incremental ou disruptiva). Acredita-se que aqui seja possível construir uma base de entendimento comum aos diversos segmentos sociais entrevistados, que sirva para deslançar ações consensuadas.

Interessantes foram as respostas dadas pelos segmentos sociais entrevistados à questão de que riscos estariam associados à nanotecnologia. As

respostas foram interessantes por apontarem duas compreensões distintas da questão do risco. Em primeiro lugar, apresenta-se o entendimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico sempre implicou riscos. Portanto, segundo esta visão, manifestada pelos segmentos acadêmicos, políticas públicas e empresas, a nanotecnologia é apenas uma continuação desta lei universal. O risco é aqui entendido também como risco de ficar fora deste desenvolvimento da ciência e tecnologia e, em decorrência, mais uma vez “perder o bonde da história”, como no caso da informática, e com isto a economia não avançar e o país não progredir.

Não muda nada em essência. Em muitos casos, não é revolucionária, é incremental. Uma nanopartícula pode curar um câncer, e isso é revolucionário, mas em outras áreas, não. Revolução mesmo, só em 50 anos.

Riscos são imprevisíveis. Exemplos: raios-X do pé, cigarro, remédios, microondas, mostrador fluorescente de relógio, tubo de TV e atropelamentos. O risco da nano não é diferente das demais tecnologias. Nada de diferente do que há na natureza. Na química atual há nano e perigos de explosão. Não há risco algum. (NANO-A2)

Não vejo risco algum, mas acho que deve haver controle externo. (NANO-A9)

Vai causar um impacto na sociedade e mudanças de paradigma muito sérios. Dá certa insegurança quando se pensa nos filhos e em que sociedade viverão. Terão que se preparar, e há risco psicológico mesmo com a capacidade da sociedade se adaptar. Que tipo de emprego terão, e como vão viver com essa nova tecnologia ou nova era? Qual controle vamos ter sobre a vida dessas partículas? A pergunta é como vamos controlar a reação delas, porque elas são reativas, têm uma capacidade de penetração muito grande, por serem pequenas. Quais serão os riscos que nós vamos ter que enfrentar? (NANO-PP1)

O risco é o agente regulador, no momento em que você for colocar o produto na rua, dizer “não” e inviabilizar a inovação. Esta vem sempre ao lado das oportunidades. É a fronteira do conhecimento que está avançando e é preciso saber lidar com isso de forma benéfica para a sociedade. (NANO-EM1)

Um risco é a sua má-introdução no mercado. Deve haver um trabalho junto à mídia para esclarecimentos do público. (NANO-EM3)

Já para os segmentos das ONGs e sindicatos, o risco é entendido enquanto risco para a saúde humana, o meio ambiente, para as liberdades individuais, para o desemprego, para a alteração do poder militar. Portanto, o referencial não é economia e progresso – conceitos de múltiplos entendimentos –, mas sim saúde humana, meio ambiente, liberdades indivi-

duais, desemprego, poder militar, conceitos também de múltiplos entendimentos, mas que se colocam em campos ideológicos e metodológicos distintos dos anteriores.

Risco na saúde de forma genérica; comprometimento do meio ambiente. Como ignorante no assunto, isso assusta. A sensação em termos de percepção do risco é muito grande. (NANO-ONG1)

Posso dizer que estamos mexendo em matéria. Mexendo em matéria não tem como dizer que não vai ter impacto na outra matéria. Os dois maiores riscos são na saúde e meio ambiente. (NANO-ONG2)

Acho que é o risco do uso ou até do descontrole dessas tecnologias. Essas tecnologias, que podem ter um grande impacto pelo descontrole ou pelo mau uso, de repente cair na mão de alguém, de alguma pessoa ou de um grupo organizado que por questões ideológicas, políticas, pode fazer mau uso disso. O risco é muito grande, pela capacidade de manipulação e de gerar substâncias, animais, você pode gerar algumas coisas; manipulação genética e gerar alguma coisa. (NANO-ONG3)

Toda inovação tecnológica tem esses dois lados da balança, tem o lado das oportunidades, de se estar construindo, descobrindo e aplicando coisas novas, mas sempre tem também o outro lado, dos riscos, seja militar, de utilização dessa tecnologia para fins bélicos, para fins de destruição e não de progresso, acho que este é um risco que está sempre presente, e o outro é aquele que eu falei da, não é entrada, mas de tolher a liberdade individual das pessoas, poder ser controlado de alguma forma, e o risco do desemprego. (NANO-S1)

É preciso ressaltar que os acadêmicos, embora tenham como base a visão de risco aliado à economia e ao progresso, reconhecem que processos e produtos nanotecnológicos desenvolvidos em escala não-industrial (“fundo de quintal”) podem apresentar riscos relativos a poluição, meio ambiente, saúde humana e toxicidade, dado o tamanho das partículas nano. Como exemplo, foi citado o protetor solar, cujo efeito das nanopartículas de óxido de tungstênio na saúde humana é ainda desconhecido. Também citaram possíveis problemas decorrentes das aplicações militares da nanotecnologia. No longo prazo, as preocupações com os riscos estão associadas às possíveis replicações de células:

O risco mais sério é o que está ligado à replicação, pois será difícil de prever em que tempo isso ocorrerá, mas vai ocorrer. De repente, uma molécula pode começar a se replicar. Cuidados devem ser semelhantes ao que se tem com a

energia nuclear [...] Não tanto com a escala industrial, mas com as pesquisas e atividades de fundo de quintal, que não dá para controlar. (NANO-A4)

O maior medo é com as aplicações militares. Nos demais setores não há receio, mas devem ser feitos estudos sérios sobre se faz mal ou não à saúde e meio ambiente. Se não fizer assim, vai ser igual aos transgênicos. Risco pode existir. Principalmente para a saúde humana e meio ambiente. O militar é o risco mais sério. Qualquer medicamento implica em risco, mas pode minimizar, e o militar não dá. A questão é saber aonde se quer ir como país. A nano não é a salvação do mundo ou a tecnologia do demônio. (NANO-A8)

Em síntese, esta pergunta revelou pressupostos distintos ou referenciais diferentes entre os segmentos entrevistados acerca da indicação de riscos associados à nanotecnologia. Assim sendo, faz-se necessária uma profunda discussão sobre este tema, para que todos os segmentos possam adotar os mesmos princípios ou pressupostos, a fim de encaminharem ações coletivas sobre a questão dos riscos advindos da nanotecnologia.

A seguir, os diversos entrevistados manifestaram-se a respeito do “princípio da precaução” enquanto regra a ser aplicada a situações de incerteza relacionadas aos riscos associados à nanotecnologia.

Entre os acadêmicos, as respostas indicaram uma clara observação de que, enquanto não se tratar de seres vivos, não existem problemas que levem à aplicação deste princípio. Com os seres vivos, sim, pois estes se podem auto-reproduzir. Mesmo quando não se trata de seres vivos, admite-se a possibilidade do uso do referido princípio após uma avaliação de que os resíduos descartados implicam sua aplicação. Mas é preciso deixar claro que toda esta concepção está subordinada ao entendimento de que a aplicação deste princípio não pode significar não fazer pesquisa, não deve ser um elemento de entrave à pesquisa. É por esta combinação de entendimentos que se pautam os acadêmicos.

Quanto ao princípio da precaução, enquanto não se tratar de seres vivos não há problema. Com vivos, sim. Vírus, por exemplo, e outros que se auto-reproduzem. Com a parte viva agregada, deve entrar no órgão regulador. (NANO-A1)

O pesquisador é motivado pela curiosidade, pela vontade de fazer, pela ambição, e só vai parar quando ficar demonstrado que fez mal a alguém. O homem só vai parar quando ficar em contato com situação de risco. (NANO-A5)

Muitas vezes, não se vêem os riscos, e estes estão escondidos e não se consegue prever. Mas, assim que surjam problemas, a sociedade deve opinar. É importante que a sociedade esteja alerta para o que está acontecendo. (NANO-A9)

Seguem esta mesma linha os entrevistados oriundos das políticas públicas, na medida em que todos se manifestam a favor da aplicação deste princípio, mas logo a seguir passam a qualificar o que seja. Ele não deve ser um entrave ao desenvolvimento da ciência e tecnologia, portanto deve regular apenas aquilo que for realmente importante, e nestes casos deve haver controle social desta regulação e da aplicação do princípio da precaução.

Essa é a nossa linha de preocupação. É imprescindível. Por um lado, não estamos aqui querendo embarrear o progresso científico, pesquisa, porque ela pode estar, como em tudo, estar trazendo benefícios para temas que nós estamos tendo que enfrentar neste momento. (NANO-PP1)

Claro, se você não tem certeza, é preciso se aprofundar, buscar essa certeza, nossa idéia é buscar essa certeza. E provavelmente não é uma coisa tão trivial, e que isso vai exigir pesquisas. (NANO-PP2)

Acho que é uma questão essencial. Resumiria dizendo que tem que se tomar cuidados, mas sem impedir o desenvolvimento dos processos. (NANO-PP4)

Devem ser observados, mas não só como um princípio a ser instituído pelo nosso país, porque, se apenas um país se fecha e garante princípios, como o princípio da precaução, e lava as mãos quanto ao contexto internacional, ele se isola e não tem como se sustentar, e se sustentar pode criar uma situação de dificuldade competitiva e comercial do seu país lá fora. É preciso que isso seja eleito como instrumento na sua política internacional. Deve haver limites, mas estes não podem ser impostos por uma nação, devem ser impostos pelo mundo, como um conceito e um acordo internacional entre as nações e entre os povos. (NANO-PP5)

O segmento das empresas também se enquadra nesta dimensão de aceitar o princípio da precaução, mas com a qualificação de que não pode limitar o avanço do conhecimento científico.

Não há na história da evolução humana alguém que evoluiu por precaução, pois a evolução só acontece por ação, não por precaução. É necessário evoluir e ir monitorando. (NANO-EM1)

O princípio da precaução sempre deve ser considerado, mas depende muito da dinâmica dos outros países e de uma orientação estratégica em nível nacional. (NANO-EM2)

Deve-se ser cauteloso, mas não tanto que demore dez anos para se lançar um produto quando o concorrente demora. Deve haver uma justa medida e

avaliar adequadamente o risco, de modo que se possa lançar um produto com o mínimo de problemas. (NANO-EM3)

Eu não sei bem o que é o princípio da precaução. Depois que ele é explicado, parece que vale para qualquer coisa, risco econômico, risco de uma má-utilização para a sociedade, risco à saúde, ao ambiente. (NANO-EM5)

Já para os segmentos sociais ONGs e sindicatos, o princípio da precaução não é visto como entrave ao desenvolvimento científico e tecnológico e não deve estar subordinado à visão de que se possa transformar em entrave ao desenvolvimento. Para estes segmentos, o entendimento é o oposto: o desenvolvimento científico e tecnológico é que deve estar subordinado ao princípio da precaução.

O princípio da precaução é sempre válido e tem que ser considerado. Aí vem a questão seguinte: quanto de risco você está disposto a aceitar? Porque você não está aceitando o risco como indivíduo, mas como sociedade. Se a sociedade quiser nenhum risco, fica imóvel. Não tem progresso nenhum. (NANO-ONG2)

Sim, pois, se com a manipulação genética – os OGMs – já havia essa preocupação, com a nanotecnologia será possível chegar ao nível de molécula (e reconstruir ou construir outras coisas a partir da combinação), mais ainda tem que estar preocupado com os riscos – os possíveis riscos da utilização e do desenvolvimento dessa tecnologia e, principalmente, da utilização sem o mínimo de controle e transparência para esse uso. (NANO-ONG3)

Toda inovação tecnológica tem esses dois lados da balança, tem o lado das oportunidades, de se estar construindo, descobrindo e aplicando coisas novas, mas sempre tem também o outro lado dos riscos, seja militar, de utilização dessa tecnologia para fins bélicos, para fins de destruição e não de progresso. Acho que este é um risco que está sempre presente, e o outro é aquele que eu falei da, não entrada, mas de tolher a liberdade individual das pessoas, de poder ser “controlado” de alguma forma, e o risco do desemprego. (NANO-S1)

A nanotecnologia como potencialidade futura, talvez devesse já ser regulada pelos organismos que venham a ser criados na regulação, para que ela seja responsabilizada pelos danos ambientais que ocasiona. Então, isso aí, vamos dizer assim, não reduziria tantos os custos, mas distribuiria melhor os lucros. (NANO-S2)

Em síntese, embora verificada uma concordância geral de que o princípio da precaução deva ser aplicado a situações de incerteza relacionadas à

nanotecnologia, existe uma divergência conceitual entre, de um lado, acadêmicos, políticas públicas e empresas – que subordinam a aplicação deste princípio a que o mesmo não seja um entrave ao desenvolvimento da C&T –, e, do outro lado, ONGs e sindicatos – para os quais o desenvolvimento da C&T deve estar subordinado à aplicação do princípio da precaução.

A última questão relativa ao bloco dos impactos da nanotecnologia refere-se à possibilidade de maximizar benefícios e minimizar riscos. Todos os segmentos entrevistados entendem que isto é possível, mas os acadêmicos ressaltam que toda tecnologia carrega consigo riscos, e que no caso da nanotecnologia há um imenso desconhecimento dos riscos em relação à saúde humana e ao meio ambiente. É preciso realizar estudos e a partir dos resultados destes estudos é que se deve decidir se vale a pena ou não continuar.

Sim. É isso que uma agência reguladora tem que fazer, estudando os problemas e incentivando estudos com relação aos impactos na natureza, no ser humano. Dá para minimizar os riscos. Não há protocolo, nem informações, de modo que qualquer coisa que traga informações sobre os riscos já está fazendo coisa positiva. (NANO-A5)

Sim. Fazendo estudos sérios dos benefícios e malefícios para saúde humana e meio ambiente. A partir desses resultados e dos custos envolvidos, se vale ou não a pena. Nenhuma tecnologia deixa de trazer custos para a sociedade e a humanidade. (NANO-A8)

Já para o segmento políticas públicas, o risco está associado à regulação e esta deve abordar o essencial, regulando de forma inteligente, com princípios éticos que devem ser observados pela produção científica.

A ciência sempre caminha com essa disciplina, e deve sempre buscar otimizar os benefícios e minimizar os riscos. Isso aí é a ética da ciência. É claro que uma coisa desenvolvida para o bem pode cair em mãos erradas e ser desenvolvida para o mal. Isso aí não é nenhuma novidade. Mas a preocupação dos riscos, a ciência tem que estar sempre atenta a isso. Na minha vida toda de laboratório eu nunca vi um acidente. A gente se precavia com tudo ali por perto, é coisa de incêndio. Nunca tive nenhum acidente nos meus oito anos de pesquisa de laboratório. (NANO-PP2).

Sim. Basta fazer investimentos corretos no processo da nanotecnologia, usar recursos e associar a esses recursos o comprometimento do pesquisador e das empresas que vão desenvolver isso com a questão ética e a questão do uso adequado desse processo. É ter legislação e regulamentação. Se alguém vai quebrar essas leis, que às vezes são boas, mas as pessoas nem sempre

cumprem... Pode-se criar um aparato legal, de normas, de comprometimento, que possa evitar que o uso seja inadequado. Mas vai depender da consciência das pessoas que tiverem acesso e tiverem como usar. (NANO-PP4)

O princípio da precaução ajuda a entender como se minimizam os riscos. Quanto a maximizar os benefícios, aí depende do outro lado, de ter uma política bem definida e de realmente acompanhar a tendência mundial. (NANO-EM2)

Já para as ONGs e sindicatos, maximizar benefícios e minimizar riscos está associado a uma forte regulação do Estado, com participação social, com um suporte de infra-estrutura e constituição de equipes de avaliação de riscos. A isto se deve somar o papel da responsabilidade social que os agentes produtivos devem ter em relação ao desenvolvimento da nanotecnologia.

Acho que, havendo disposição política, social, transparência, o mínimo de instâncias de controle sobre a tecnologia, aplicação, financiamento, é possível minimizar os possíveis danos e maximizar os benefícios; o lado bom da tecnologia sendo acessível ao maior número possível da população. Não é que a nanotecnologia é um mal, dadas essas visões um pouco apocalípticas, mas ela pode gerar benefícios. Na medida em que for o mais acessível possível, acho que é possível maximizar esses bens, os benefícios que ela pode trazer. (NANO-ONG3)

É possível maximizar benefícios e minimizar riscos? Por meio de uma forte regulação do Estado, é possível. É possível, por meio de um acompanhamento, de um monitoramento constante de um grupo de trabalho, que seja por meio do fórum, por meio de câmara ou por meio de órgão regulador, que monitore isso. Aí, você minimiza os riscos. Se você não tiver um espaço permanentemente acompanhando, que tenha representações da sociedade, os riscos são grandes. (NANO-S2)

Talvez caiba mais ao Estado, a infra-estrutura das equipes de avaliação de riscos do que à própria iniciativa privada. (NANO-S3)

Em síntese, os entrevistados entendem que os riscos podem ser minimizados, porém por rotas diferenciadas que não se colocam como excludentes, mas que certamente requerem mais discussões entre os segmentos, para que ações coletivas possam ser encaminhadas.

O entendimento do que sejam riscos e se o princípio da precaução deve subordinar-se ou não ao desenvolvimento da ciência e tecnologia serão dois aspectos cruciais a serem exaustivamente discutidos, para que

todos os segmentos possam chegar a algum acordo no que respeita ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

4.4 Macrotópico “comunicação”

Quanto aos esforços relacionados à comunicação com o grande público acerca das nanotecnologias e sobre como essa questão poderá ser encaminhada, o segmento das políticas públicas considerou de grande importância que a sociedade receba informações que permitam entender o que é nanotecnologia. Esse repasse de informações foi considerado um grande desafio. Deve haver formas de comunicação que favoreçam o entendimento desta tecnologia por parte do público leigo. A população deve ser informada dos seus benefícios e riscos, sem apelos sensacionalistas que tendem a aproximar nanotecnologia da ficção. Obstáculos foram apontados, como: i) o baixo nível de instrução da população, que impõe sérias dificuldades ao entendimento desta tecnologia e do papel da ciência e das inovações tecnológicas no desenvolvimento econômico e social do país. A ciência está muito distante do cotidiano do público leigo. Esforços devem ser empreendidos para mostrar que nenhum país avança sem uma plataforma científica e tecnológica robusta, voltada para a inovação; e ii) devido à concentração dos meios de comunicação nas mãos de grandes grupos privados, entre o interesse da sociedade e o interesse do capital e dos resultados econômicos da empresa prevalece o interesse econômico.

A mídia foi considerada fundamental na divulgação de informações sobre as nanotecnologias. As universidades, organizações da sociedade civil, movimentos de defesa do consumidor, ambientalistas também foram arrolados como formas de divulgar e discutir com profundidade o significado das nanotecnologias.

A informação vai ter um papel muito importante, mas não deve ser sensacionalista, mas esclarecendo que os benefícios são tais, mas os riscos são tais, de modo sério e não como ficção científica. Falar de coisas sérias, mas sem alarde para a população. (NANO-PP1)

Entender nano para quem não fez colegial é difícil. Nano é a estrutura da matéria. E o que é estrutura da matéria? Ai nós temos um problema sério com a nossa escolaridade básica. (NANO-PP3)

A ciência, para o público leigo, está muito longe da realidade dele. Ele acha que cientista é aquele cara que vai para o laboratório de avental branco, os cabelos tipo o estereótipo do Einstein. Nós temos feito um trabalho exata-

mente para mostrar que não é isso, que a ciência, a tecnologia e a inovação estão muito mais próximas de nós. (NANO-PP4)

A comunicação está muito associada a interesses privados. A grande comunicação é feita, num país como o Brasil, através de grandes veículos de comunicação que estão nas mãos de setores privados e que sobrevivem graças a incentivos, a investimentos feitos por outros setores privados em forma de publicidade. E na troca de favores que ocorre entre os compadres que atuam ganhando dinheiro, falam mais forte então os interesses do capital frente aos da sociedade. (NANO-PP5)

Houve um consenso entre todos os segmentos entrevistados quanto à divulgação. Para os entrevistados vinculados à academia, a divulgação do conhecimento existente sobre as nanotecnologias foi considerado de fundamental importância pelas seguintes razões: i) explicita para a população os benefícios desta inovação tecnológica e como ela pode afetar a vida dos cidadãos; ii) desperta o interesse e a curiosidade dos jovens para o trabalho nesta área e difunde para os setores empresariais as possibilidades de aplicação da nanotecnologia. Foi enfatizada a organização de fóruns diversos com a participação da comunidade e projetos de divulgação e esclarecimento junto a escolas para crianças e adolescentes. Em relação aos adolescentes, na entrevista de Nano-A2 foi citado o Projeto Nanoaventura, que está em funcionamento na Unicamp e tem como público-alvo crianças entre 7 e 12 anos. Segundo o responsável pelo projeto, “É uma espécie de ‘circo’ para as crianças se divertirem e para despertar nelas a curiosidade sobre o tema nanotecnologia, difundindo para os pais este conhecimento” (NANO-A2). Utiliza vídeos e jogos eletrônicos de computador.

Considero fundamental. Esse tema ainda tem que ser despertado, atingindo o setor empresarial e as crianças. Necessidade de pessoas capacitadas que saibam o que há anos está acontecendo para vê-las com outros olhos. (NANO-A2)

A boa comunicação é fundamental. Mas é difícil, é muito difícil. Deveria ser encaminhada através das escolas, desde a base para que a juventude se acostume à nano como se acostumou com o computador. (NANO-A8)

É interessante. Mostrar a importância da nanotecnologia para a sociedade, e de conservar os cérebros no país em toda a ciência para preservar os futuros benefícios e aplicações na própria sociedade. (NANO-A9)

Para os entrevistados ligados aos sindicatos, a divulgação de informações sobre as nanotecnologias para o grande público é de fundamental

importância para que as pessoas possam saber o que são as nanotecnologias, suas potencialidades de aplicação, riscos envolvidos, aspectos positivos e negativos. Para um dos entrevistados (NANO-S1), “é importante que as pessoas saibam que esta tecnologia vai revolucionar o seu cotidiano, pois o espectro de aplicações é muito grande. Para a divulgação de informações sobre as nanotecnologias e sobre a pesquisa científica de modo geral, deveriam ser utilizados os meios de comunicação de massa – TV e rádio principalmente”, citando o fato de que esses veículos são concessões públicas; debates devem ser promovidos nas instituições científicas, nas entidades representativas da população, nas instituições de representação pública e outras, para que as lideranças possam formar opiniões sobre o uso e aplicação das novas tecnologias.

Essa pergunta, é evidente que precisa. Hoje, a comunicação é central, ela ganhou uma dimensão monumental, com a tal de globalização no relacionamento entre os homens. Constituir um setor, investir no setor, trabalhar no setor, significa que o setor precisa que as pessoas saibam o que é, minimamente. Bom, mas que setor é esse? Produz o quê? Como é que nós vamos ganhar dinheiro aí? Então, que as pessoas saibam que nanotecnologia é um setor de risco, que precisa de algum tempo para dar rentabilidade, mas que a sua aplicação é muito grande e vai revolucionar o nosso dia-a-dia. Os termos são complicados, muitas vezes, quando você mexe com tecnologia. (NANO-S2)

Bom, preparar a sociedade para o uso de novas tecnologias ou esclarecê-la sobre as potencialidades de risco é uma responsabilidade que deve ser atribuída a quem está desenvolvendo a tecnologia. O esclarecimento público é sempre necessário. Eu separaria, aí, a questão de esclarecimento de publicidade. A publicidade tem como objeto dar relevância aos aspectos positivos de um produto. Poderíamos ter também a publicidade demonstrando os aspectos negativos. Mas a publicidade, ela é sempre parcial. Aí nós temos que trabalhar com o conceito de esclarecimento público, o debate que deveria ser promovido nas instituições acadêmicas, nas instituições representativas, nas instituições de representação política, para que as lideranças ou formadores de opinião, tivessem ou desenvolvessem uma opinião sobre o uso e aplicação das novas tecnologias. (NANO-S3)

Para os empresários consultados, os esforços de informação para o grande público são considerados importantes. Colocam como condicionantes: i) que as pessoas que forem informar conheçam o assunto, porque a maioria dos programas que falam das nanotecnologias, os artigos e estudos em revistas contêm erros grosseiros. A mídia reflete esses conteúdos;

ii) identificar os grupos que oporão resistência e buscar esclarecê-los sobre o assunto.

É preciso ter cuidado para não criar um monstro maior do que já é. É importante informar de uma forma bem consciente, controlada e inserida dentro de um contexto. Deve haver uma linha, uma diretriz que possa até ser criticada, mas pelo menos existe uma linha, uma opção que é pública e transparente. (NANO-EM2)

Deve-se envolver e dar explicações ao grande público que não lida com esse assunto para que ele possa fazer um julgamento adequado. Essa informação, por sua vez, vai depender dos avanços científicos na área. É importante que o público tenha conhecimento para poder opinar. Se for muita ignorância, não vai contribuir em nada. (NANO-EM4)

Os entrevistados das ONGs consideram que é fundamental a divulgação de informações sobre as nanotecnologias para a sociedade. Isso para que o desenvolvimento tecnológico não se dê excluindo parcelas significativas da sociedade, como ocorreu com outras tecnologias. O desafio é traduzir as tecnologias nano para leigos. Consideram que esse papel foi atribuído à academia e aos pesquisadores.

O cientista tem que saber traduzir para todos o que é nanotecnologia. Isto é o que estamos precisando, porque vai mexer com a vida de todos. (NANO-ONG1)

A comunicação é fundamental, porque senão faz-se o desenvolvimento à margem da sociedade, como aconteceu com todas as tecnologias anteriores: engenharia genética, transgênicos, nuclear, etc. Foram desenvolvidas nas universidades, indústrias e só quando os produtos se tornaram populares é que a população começou a saber destes produtos. Isso foi um erro e agora temos a possibilidade de fazer diferente. O desafio: encontrar pessoas que entendem da tecnologia e consigam traduzir para leigos. É mandatório: obrigar as universidades que fazem tecnologia a fazer divulgação pública dessas coisas. (NANO-ONG2)

A preocupação expressa por este segmento social está sendo executada pelo projeto Engajamento Público em Nanotecnologia, já em andamento, que busca contribuir para que se alcancem os cinco objetivos estipulados no *Edital CNPq n° 12/06*, que são:

- 1) aumentar a apreciação coletiva da importância da C&T no mundo moderno;
- 2) contribuir para a ampliação do conhecimento científico-tecnológico da população em geral;

- 3) estimular a curiosidade, criatividade e capacidade de inovação, especialmente entre os jovens;
- 4) contribuir para a melhoria e modernização do ensino das ciências, com ênfase na criatividade, experimentação e interdisciplinaridade;
- 5) estimular jovens de todas as camadas sociais para carreiras científicas e tecnológicas.

Quanto à possibilidade de ocorrerem polêmicas sobre as nanotecnologias semelhantes às que ocorreram com a biotecnologia, as respostas do segmento políticas públicas indicam três possibilidades: 1) as polêmicas serão similares às ocorridas em relação aos transgênicos. Podem ser profícuas pelo debate de soluções sobre possíveis impactos e pela possibilidade de acompanhamento da evolução desta tecnologia, debate que deve ser feito olhando também para o que acontece fora do país; 2) os debates serão mais qualificados e menos emocionais, ou serão menores, porque as nanotecnologias, na visão do público leigo, vinculam-se mais à questão de tecnologia *hard* (eletrônica) e não aos seres vivos (plantas, animais ou seres humanos); 3) a estratégia adotada no caso dos transgênicos, do fato consumado, pode-se repetir, o que não seria bom, pois seria legislar em cima do que já aconteceu. Então, só quando as nanotecnologias já tiverem dominado o mercado é que se vai pensar no que fazer.

Seria importante que ocorresse um debate. Essa polêmica vai existir e será profícuas. Do debate saem coisas boas. (NANO-PP1)

Principalmente no Brasil, é muito importante o debate, porque tanto o cientista, o tecnólogo, como o sociólogo, devem somar esforços no sentido de buscar o melhor para o país. Num cenário global, não adianta só ficar olhando para o umbigo da gente e esquecer o mundo lá fora, porque corre um risco muito grande de ficar para trás. (NANO-PP2)

O debate deve ser mais qualificado, pois o dos transgênicos é muito ruim. Um dos problemas é que já havia um monte de plantação irregular. (NANO-PP3)

Na nanotecnologia haverá menos discórdia, pois, na visão do público leigo que a gente às vezes conversa, é muito vinculado à questão de tecnologia *hard*, ligada com eletrônica, e com essas coisas o pessoal não se preocupa muito. Quando são coisas que lidam com seres vivos, plantas ou seres humanos, aí a sociedade tem mais precaução, até por preconceitos que a própria sociedade cria através da igreja, através do Congresso e grupos de interesse. (NANO-PP4)

A estratégia dos transgênicos foi a do fato consumado. Já é uma realidade, então não podemos fazer nada. Está posto, já está aí, já está liberado, agora só

cabe legislar em cima do que já aconteceu, do que já está aí, sem implicações, porque pode significar na retirada de um determinado produto que já está no mercado, que gera tantos empregos, que gera tanta divisa. (NANO-PP5)

Para o segmento acadêmico, essa possibilidade de polêmica existe pelas seguintes razões: i) há dúvidas sobre se os produtos nano podem fazer mal ou não. Nos Estados Unidos, já existem grupos sociais contra; ii) quando o tema começar a ser debatido, a polêmica será inevitável; iii) as nanotecnologias constituem um risco, e todo risco tem custo e benefício, que devem ser mostrados para que o público possa opinar. Foi citada em entrevista a importância do esclarecimento à população para que a questão das nanotecnologias não seja mal colocada e se aproxime da ficção científica, como a construção de nanorrobôs. Também foi citada a importância de as pessoas se prepararem para esta discussão e de estarem presentes em congressos, nos ministérios e junto à comunidade científica.

Pode ocorrer. Os transgênicos entraram muito rápido, e afeta o que você come. A nano tem produtos como remédios e cosméticos que, se não for comprovada a segurança, fica a dúvida se pode fazer mal ou não. Mas esses produtos não são tão necessários como a comida. Os remédios normalmente são testados. (NANO-A1)

O segmento empresas considerou que deverá ocorrer debate semelhante ao que ocorreu com os transgênicos. As nanotecnologias apresentam potencial para gerar polêmicas porque as suas conseqüências são desconhecidas (não se sabe o que vai ocorrer com o ser humano; toxicidade dos produtos). Os entrevistados recomendam que se evitem polêmicas vazias, ampliando a divulgação deste conhecimento. E, apesar dessas possíveis polêmicas, consideram que caso as vantagens forem grandes (lucratividade, competitividade, etc.) vai ser difícil segurar as nanotecnologias.

Vai ocorrer essa polêmica, pois são situações parecidas e as conseqüências não são totalmente dominadas. O desconhecimento gera insegurança, que é o que está na raiz da polêmica dos transgênicos. No caso da nanotecnologia, os interesses são mais pulverizados. O universo é mais pulverizado, um público maior, mais diversificado. Na polêmica dos transgênicos, eram macrogrupos. (NANO-EM2)

Haverá polêmica, mas deve-se impedir que sejam vazias através da divulgação do conhecimento. Podem ocorrer polêmicas chegando ao ponto de avaliar vantagens e desvantagens, mas se as vantagens forem grandes (lucratividade, competitividade, etc.), não se consegue segurar. (NANO-EM4)

Para os representantes dos sindicatos, é possível acontecer essa polêmica. Consideram que as questões ligadas a riscos no processo de trabalho ou produtos com componentes nano que demonstrarem ser perigosas podem gerar celeumas profundas. A questão da manipulação – pelo mercado e pela intelectualidade – dos riscos e benefícios de novas tecnologias também foi citada como geradora de polêmicas.

Mas também no caso da nanotecnologia isso pode acontecer. Acho que pode ter um debate que enverede por esse caminho, da mesma forma que foi com os transgênicos. (NANO-S1)

De qualquer modo, o debate vem, sim. Pode vir, talvez, com força, pela área de processo de trabalho. Se acontece alguma coisa no processo produtivo, que nem o césio... Pode chamar toda uma atenção. Então, há esse risco, na área de processo de trabalho, se não tiver muito controle, muito cuidado, precaução. (NANO-S2)

Tem grandes chances, já que nós temos presentes já no uso habitual da sociedade, produtos desenvolvidos pelo conceito da nanotecnologia. E ainda é totalmente despercebido. As pessoas não sabem daquilo, que aquilo é um produto oriundo da nanotecnologia. No momento em que alguns desses produtos demonstrarem ser perigosos, poderão causar uma celeuma muito profunda. (NANO-S3)

Acho que, se não se agregar na introdução de novas tecnologias a questão da bula, das precauções, do conhecimento e da inclusão de todo o segmento nos benefícios ou nos males provocados por esse ou por aquele novo produto, vai-se permitir ser manipulado. Consideram que só quem manipula é o mercado. A intelectualidade também, disfarçada de interesses sociais, às vezes manipula muito mais do que um produto que pode trazer benefício e que às vezes não devemos utilizar. Vamos criar um termo intermediário para a questão dos transgênicos, vai-se usar o transgênico somente pra determinados fins e o produto ainda na sua característica original pra alimentação. (NANO-S4)

O segmento das ONGs considera que essas polêmicas deverão ocorrer pela importância das nanotecnologias, suas necessidades e os riscos embutidos, que não estão claros. Existem semelhanças com o caso dos OGMs.

Sim. Ainda precisa ficar claro para a sociedade por que a tecnologia é importante e necessária. No caso dos transgênicos não está claro, e na nano nem está em discussão. A outra questão é quanto de risco existe na utilização desta tecnologia. A quem a tecnologia interessa? A todos? A alguns? Sempre que se fala de novas tecnologias tem polêmicas. (NANO-A1)

Na medida em que se disseminar a informação sobre o que é a nanotecnologia e os seus riscos potenciais, o que está sendo feito. Inclusive, muitas das entidades que discutem hoje a questão da transgenia com certeza vão ampliar o seu leque de temas pra incluir. É um pouco acima do desenvolvimento da transgenia, num nível mais micro, e muitas vezes o uso vai ser muito semelhante, os objetivos são muito semelhantes. Com certeza vai haver essa preocupação, esse interesse e entusiasmo no debate sobre a aplicação desses produtos, sobre qual a importância do controle social sobre a pesquisa. Que é um outro debate, controlar as pesquisas – o setor acadêmico já fica um pouco preocupado. Não é essa a discussão, o controle social pra aplicação disso tudo, onde que está indo, quem está se beneficiando efetivamente disso. (NANO-A3)

Quanto à possibilidade de que as decisões sobre o desenvolvimento das nanotecnologias possam ser tomadas “de baixo para cima”, para os entrevistados do segmento políticas públicas o mais importante é que as decisões sejam tomadas por quem tem o conhecimento. As dificuldades para que as decisões sejam tomadas de baixo para cima foram resumidamente as seguintes: i) há falta de informação e massa crítica; ii) pela tradição brasileira, as decisões são tomadas “de cima para baixo”; iii) as decisões tomadas via sociedade organizada podem ocorrer dependendo do tipo de regulação estabelecida, que precisa ser inteligente.

A primeira coisa é que o que está em baixo tem que estar muito bem embasado, senão a opinião dele não vale nada, assim como a do de cima, se não tiver uma opinião formada e um conhecimento, também não vale nada, então tanto faz, de cima para baixo, de baixo para cima, se você não tiver embasado um conhecimento. É uma questão de bom senso, de ética. Não adianta estar em baixo e não ter conhecimento ou estar em cima e não ter conhecimento da coisa, para definir política não ter dúvidas. (NANO-PP2)

É complicado porque, para tomar decisão, tem que ser quem conhece. As decisões devem caber a quem realmente entende. O sujeito está numa posição de tomada de posição, mas ele não conhece o problema e diz: “eu acho que deve ser assim” e acaba fazendo uma besteira. (NANO-PP4)

De modo geral, os entrevistados do segmento academia consideram esta possibilidade muito difícil de acontecer em relação à população em geral. Não por se tratar das nanotecnologias, mas sim pela maneira como a sociedade brasileira está organizada. “Decisões de baixo para cima” poderia ser traduzido por: i) uma política de desenvolvimento e inovação via pesquisa ou empresas que vejam as oportunidades; ii) uma atuação

da comunidade científica por meio de reuniões, elaboração de documentos contendo sugestões de políticas, esforços para a atualização dos currículos e integração de disciplinas. Nesse último aspecto, tais entrevistados referem-se ao fato de que no Brasil ainda não foi introduzida a disciplina de mecânica quântica nos cursos de engenharia, enquanto nos Estados Unidos um terço do PIB está baseado no conhecimento da mecanização quântica; iii) esforços para a produção de documentos que possam ser entendidos por leigos; iv) uma contraposição aos burocratas de Brasília por meio de alianças entre pesquisadores, sociedade científica e sociedade civil; e v) promover a melhoria do mercado de trabalho para os pesquisadores que estão “abandonados”, disputando bolsas de estudo, participando de concursos com pouquíssimas vagas.

Há muito poucas possibilidades. Não vi na história da ciência coisa muito parecida, em que a decisão da vinda de nova tecnologia foi tomada de baixo para cima. Não é porque é a nano; é porque é da própria forma como a sociedade é montada. Uma empresa como a SYN, que está investindo 1 bilhão e meio de euros em pesquisa, vai querer colocar o produto dela de qualquer maneira. E uma empresa que tem capacidade de colocar US\$ 6 bilhões em pesquisa, ela é capaz de fazer um estrago em qualquer país. Então a sociedade, nesse aspecto, é completamente indefesa. (NANO-A8)

Os entrevistados do segmento sindicatos avaliam que existem possibilidades para que as decisões sobre o desenvolvimento das nanotecnologias sejam tomadas de baixo para cima. Indicam para tal os seguintes caminhos: i) o estabelecimento de uma política industrial formulada com a participação da sociedade nos debates. Isso poderia evitar os efeitos de decisões unilaterais ou autoritárias e o benefício apenas para determinados grupos, e não à maioria; ii) a construção de espaços de discussão multipartite, representativos e com igual direito de decisão, sob a coordenação do Estado; iii) definir o meio acadêmico como o incentivador das discussões sobre os prós e contras desta tecnologia, auxiliando a tomada de decisões do executivo-político; iv) melhorar a capacidade da sociedade de se organizar e se antecipar aos fatos.

Existem várias possibilidades. Se tiver uma política industrial, com uma participação, seja através de um órgão regulador, políticas públicas que envolvam o controle social, de uma forma onde a sociedade com seus instrumentos, seus mecanismos, possa participar dos debates, das decisões... Envolve inclusive essa questão da comunicação vista anteriormente, isso pode minimizar os efeitos de decisões unilaterais, ou autoritárias, ou mesmo em

benefício de grupos de interesses, de alguns grupos e não de interesses da maioria da sociedade. (NANO-S1)

A possibilidade que existe é, primeiro, você constituir um espaço multipartite, com igual direito, com a coordenação do Estado, mas um espaço onde as partes se valham de representação. E também consideram nano e outras áreas de fronteira como áreas do futuro que têm que entrar na educação das crianças, e a gente têm que saber muito bem o que aprender sobre a nanotecnologia. Entrar em educação básica é trazer novos pesquisadores e trazer consumidores mais conscientes. (NANO-S2)

E é o meio acadêmico que tem a condição de fazer um balanço dos prós e contras. Então, este deveria ser o mobilizador, o propulsor da discussão, porque decisões tomadas em nível de executivo-político, elas acontecem apenas quando já existe inserido dentro da sociedade um amplo uso, uma ampla gama de produtos e que ocasione impactos econômicos de monta. (NANO-S3)

As respostas a esta questão pelo segmento dos empresários assumiram contornos diferentes e relativamente vagos, conforme se segue: i) consideram que as boas decisões são fruto de mobilização, discussão, gerando políticas públicas e regulação; ii) a academia deve gerar e transmitir esse conhecimento de maneira adequada. Os cientistas é que têm condições de conhecer e avaliar os riscos, vantagens e desvantagens; iii) que não existe possibilidade de ocorrerem decisões de baixo para cima, pois quem dispõe de condições para fazer pesquisa efetiva e estruturada é o grande capital. Os governos podem apresentar diretrizes gerais, mas a implementação sempre será do grande capital; iv) as nanotecnologias constituem uma fronteira de conhecimento, e por isso mesmo não pode haver decisões de baixo para cima.

Hoje a pesquisa em nanotecnologia está na mão do grande capital. Quem tem condições de fazer pesquisa efetiva, estruturada, é o grande capital. Não há decisão de baixo para cima. O contraponto é a possibilidade dos governos nacionais terem uma diretriz estruturada. Isso não garante nada, porque a implementação sempre vai ser do grande capital. (NANO-EM2)

De baixo para cima, imagino que seja da sociedade para o Poder Público, para as empresas. Eu acho que deve vir de cima para baixo. Para quem olha mais a economia, é muito claro. É uma fronteira e, como tal, tem que correr atrás. Então é mais de cima para baixo. (NANO-EM5)

Para o segmento das ONGs, há duas posições: 1) a que considera que existem possibilidades de tomada de decisões de baixo para cima desde

que haja engajamento de profissionais comprometidos com a transparência desta discussão e com um bom fluxo de informação; 2) a de que a melhor política é promover informação, divulgação dos riscos. Não sabem, entretanto, opinar se o público em geral constitui a instância correta para a tomada de decisões.

Todas as instituições públicas teriam que trazer essa discussão à tona. Jornadas e eventos não são suficientes, porque fica restrito a pesquisadores e cientistas. É preciso abrir essa discussão. Só a sociedade informada pode-se mobilizar. É possível, desde que hajam profissionais comprometidos em tornar esta discussão mais transparente. (NANO-ONG1)

Os grandes entendidos, tanto na questão científica como ética da época eram contra que se divulgasse isso [a descoberta de Galileu de que a Terra era redonda]. Para mostrar como essas questões de divulgação são complicadas. Eu não quero soar antidemocrata aqui, mas eu não sei se o público em geral é a instância correta de tomar decisões. Acho que existe uma diferença absoluta de você votar nas lideranças que vão governar o seu país ou tomar uma decisão se podem fazer esta ou aquela pesquisa em nanotecnologia. E alerta particularmente para esse democratismo, porque venho de um país com uma cultura de democratismo, onde você vota até se vai construir uma igreja ou um convento. (NANO-ONG2)

É algo que tem que ser trabalhado para ampliar o conhecimento, a consciência dos riscos dessa tecnologia. Mas é possível. Tem que se tentar fazer alguma coisa, tentar gerar alguma mobilização debaixo, tentar sensibilizar os pesquisadores das universidades. Claro que aí teria que ver o que é o de baixo pra cima. Mas enfim, o corpo dos pesquisadores, dos estudantes... Poder sensibilizar estudantes que estão entrando agora nas faculdades, nos cursos de física, biologia, química, ciências sociais. Você fazer esse trabalho de formação agora, na formação desses futuros pesquisadores e até burocratas das instituições, de ministérios, etc., que tiveram uma formação universitária e que não foram para laboratório, mas que foram trabalhar em processos de decisão de políticas públicas, etc., que seria importante você fazer esse trabalho de baixo agora, informando e formando a cabeça deles para eles tomarem a decisão daqui a cinco, dez anos, quando estiverem em algum posto de técnico, de assessor ou até com maior nível de decisão. (NANO-ONG3)

Segundo todos os entrevistados do segmento políticas públicas, o envolvimento da sociedade com temas ligados a ciência e tecnologia foi considerado muito importante. Destacaram a importância da qualificação dos interlocutores e, nesse sentido, os fatores educação e informação foram ressaltados. As razões da importância desse envolvimento foram as se-

guintes: i) a possibilidade de ampliação dos benefícios; ii) a socialização do processo de definição de prioridades e de ações no estabelecimento de políticas públicas.

É muito importante a participação, pois quem tem informação tem poder, mas seria necessário investir muito em educação, pois indiretamente está investindo em saúde. Informadas, as pessoas terão visão diferente do mundo e capacidade melhor e autoestima para poder interferir na sociedade. (NANO-PP1)

Certamente que é. Porque, no fundo, o que se quer é exatamente o benefício amplo da sociedade, e sem a participação é muito difícil que isso aconteça. Agora, volta à questão, a participação consciente, é preciso que as pessoas que falem em nome da sociedade, a questão seja bem entendida. Essa questão do desarmamento, por exemplo, foi típica. Quem entendia daquilo? (NANO-PP4)

É fundamental a discussão de temas que envolvam ciência e tecnologia. Estas ficaram sempre restritas a uma minoria privilegiada, os pesquisadores dentro dos centros de pesquisa ou autoridades que estão dentro da área de ciência e tecnologia. Nunca foi um tema socializado e discutido amplamente. Deve haver amplos debates em consultas públicas, em conferências nacionais, definindo prioridades, definindo ações e a forma como essas ações devam acontecer pelo país. Tudo isso tem que ser socializado, nada terá sentido, por mais importante que seja, se não for para o bem da população e pelo interesse da população e pelo conjunto da população e, eu diria, do Estado brasileiro. (NANO-PP5)

Para os entrevistados do segmento da academia, o envolvimento da sociedade e de seus representantes com temas ligados à ciência e tecnologia foi considerado importante, e as principais razões apontadas foram as seguintes: i) a ciência constitui um dos pilares de sociedades democráticas, justas e com crescimento econômico. Contrapõe-se à pseudo-ciência, ao curandeirismo e ao charlatanismo; ii) deve haver sustentação de políticas sérias em ciência e tecnologia. Se representantes da sociedade entenderem como é o processo e confiarem no processo, haverá maior capacidade de avaliação; iii) é a sociedade que tem de barrar ou dar autonomia para os pesquisadores, ou seja, os limites.

A questão da educação é importante. Se perguntarem à população de qualquer país do mundo porque há as estações do ano, é surpreendente a quantidade dos que não sabem responder. Na nossa comunidade universitária, poucos são os capazes de responder convincentemente. (NANO-A4)

É de onde pode surgir algo realmente consistente e importante. Políticas devem sair de pessoas que realmente estejam trabalhando com a nano e envolvidas, de uma discussão entre vários setores. Mesmo os que pensam diferente devem sentar juntos e chegar a alguma conclusão. (NANO-A5)

Não só para a sustentação da sociedade democrática, mas principalmente para a sustentação das políticas sérias de ciência e tecnologia. Porque, se a sociedade entender como é que é o processo e confiar no processo, terá capacidade para avaliar melhor. (NANO-A8)

Foi destacada a importância da educação para que se tenha uma participação qualificada. Referendos, palestras, produção de textos para leigos foram algumas das alternativas levantadas para possibilitar este envolvimento.

A resposta dos entrevistados do segmento dos sindicatos sobre a questão do envolvimento da sociedade e de seus representantes em temas sobre ciência e tecnologia foi positiva, e as razões apontadas foram as seguintes: i) esse envolvimento auxilia na conformação de uma sociedade mais democrática; ii) a tecnologia nunca é neutra. Pode ser benéfica ou não dependendo de como a sociedade lida com ela. Vale para qualquer inovação tecnológica. É importante, portanto, democratizar a utilização das inovações; iii) numa sociedade democrática, todos os assuntos importantes devem ser debatidos; iv) quando o diálogo acontece, mudanças podem ser feitas levando em conta a opinião da sociedade.

As dificuldades apontadas para que isso seja possível foram: i) o envolvimento com assuntos do dia-a-dia acaba não privilegiando os debates sobre ciência e tecnologia. A introdução desse assunto constitui um processo lento; ii) a mídia busca dar relevância a determinados debates em detrimento de outros; iii) depende da educação da população e inclusão da cidadania brasileira.

Acho que é fundamental que tenhamos, como eu já disse, a participação dos representantes da sociedade civil, dos trabalhadores, dos empregadores, porque acho que isso vai conformando uma sociedade civil mais democrática. O que me parece é que, às vezes, nós – aí é uma autocrítica –, a gente está tão envolvida com o dia-a-dia que acaba tendo pouca ou dando pouca importância para esses elementos, esses temas e debates que não estão colocados no dia-a-dia. Se você colocar hoje dentro da nossa organização: vamos fazer um debate sobre nanotecnologia e meio ambiente, tudo bem, deverão vir alguns curiosos, alguns que sabem do que nós estamos falando,

alguns sindicatos evidentemente mais voltados, SINTPq, sindicato de pesquisadores e tal, mas o envolvimento da direção da CUT, por exemplo, do nosso sindicato, com um assunto como esse é um processo difícil e um processo lento. (NANO-S1)

A tecnologia não é neutra. Nenhuma tecnologia é neutra. Ela pode ser boa, pode ser ruim. Ela vai depender, se é boa ou se é ruim, de como a sociedade lida com ela. Isso vale para qualquer processo de inovação. Eu vou te dar um exemplo, muito concreto: catraca eletrônica em ônibus, é boa ou é ruim? Pode ser ruim, se você meramente introduzir catraca eletrônica sem uma destinação para aqueles que estavam lá empregados antes; sem uma conscientização de como lidar para o consumidor, para o usuário, certo? Então, a tecnologia nunca é neutra, ela sempre vai ser utilizada, aplicada e aproveitada de acordo com determinadas formas de ver da sociedade. Então, por isso, a aplicação da nanotecnologia em áreas importantes. Por exemplo, medicina: a nanotecnologia não pode entrar só no hospital privado, por exemplo. Tem que entrar no Suds também. Por isso eu estou falando: a democratização, desde a raiz da formulação da política até sua utilização e aplicação, tem que estar presente em todos os segmentos da sociedade. É fundamental. (NANO-S2)

Numa sociedade democrática, todos os assuntos importantes devem ser debatidos. Esconder ou não debater determinados assuntos é antidemocrático, porque a democracia prevê a liberdade, a autonomia, do conhecimento e do uso do conhecimento. Não se debater determinados aspectos do conhecimento, omiti-lo da sociedade é causar um desequilíbrio. Então, é preciso que isso seja sempre trazido à tona. Temos dificuldades em alguns debates serem mais aceitos pela sociedade, aí vem a questão da mídia, da mídia impressa ou de modo geral da publicidade, que busca dar relevância a determinados debates em detrimento de outros, que não são muito atrativos e as pessoas se dispersam para o debate, quando elas são de alguma forma afetadas, ou afetadas de forma positiva ou afetadas de forma negativa. Então, aí se dispersa para a realização do debate. (NANO-S3)

Claro, hoje no Brasil você consegue dialogar, impactar isso aí, e a opinião pública consegue mudar o pensamento do Congresso Nacional, como aconteceu em vários casos recentes. Mas qual a densidade de inclusão da cidadania brasileira hoje comparado à Coréia, por exemplo? A Coréia tem quase 90% da população tecnologicamente incluída, digitalmente incluída. Esse processo, mais uma vez, é política pública. (NANO-S4)

As respostas do segmento das empresas foram afirmativas dentro de um contexto que aponta: i) que os atores envolvidos, que detêm as infor-

mações, são os que têm de organizar a informação. Não dá para fugir dessa discussão; ii) que o debate é importante para que se possa seguir adiante; iii) que as pessoas têm o direito de saber o que está ocorrendo no campo do conhecimento, e quem trabalha com nano tem o dever de informar; iv) que as discussões devem estar baseadas em dados científicos; v) quando é necessária uma decisão rápida, a sociedade não dispõe de informações suficientes.

Se alguém considerar que a nano é maléfica, tem que colocar na mesa pra discussão. Os atores que estão envolvidos, que tem informação, as empresas etc. são os que têm que organizar a informação. Se acharem que tem que regular, tem que regular. Não dá pra fugir da discussão. (NANO-EM1)

Tem que ter o debate, a crítica, para que se encontre um denominador comum e para que as coisas possam ir para frente. (NANO-EM2)

As pessoas têm o direito de saber, e quem trabalha com nano tem a obrigação de informar. (NANO-EM3)

Sim, mas com base nos conhecimentos que podem ser demonstrados cientificamente. Com base nas pesquisas feitas. (NANO-EM4)

Isso é fundamental. A tecnologia é o futuro, é uma parte fundamental do desenvolvimento. A comunidade devia participar de todas essas decisões. Quando a gente acha que não, é porque a gente acha que ainda não chegou na sociedade e precisa decidir rápido. Se a gente fosse esperar que a questão da nanotecnologia a sociedade decidisse, tivesse informação suficiente, isso iria demorar quanto tempo? (NANO-EM5)

Para os entrevistados do segmento das ONGs, a informação e a participação são os elementos fundamentais da democracia.

Informação e participação são os fundamentos da democracia. (NANO-ONG1)

Sim. Deve-se dizer para o que se quer as inovações. (NANO-ONG2)

Sim, pois é um pouco o que a gente falou antes. Na medida em que você envolver o mais amplamente possível, criar instituições, mecanismos legais e procedimentos administrativos, institucionais, que flua essas informações, os recursos, o processo decisório – em tese você vai ter uma sociedade, no mínimo, um pouco mais transparente. E nos processos decisórios se criar algumas câmaras técnicas, conselhos, etc., que dêem um pouco de controle ao processo de pesquisa e aplicação. Nesse sentido, eu acho que se caminha para uma sociedade um pouco mais democrática, um pouco mais transparente. (NANO-ONG3)

4.5 Macrotópico “princípios éticos”

Para analisarmos as concepções e idéias expressas pelos entrevistados sobre o tema da ética, recorreremos às contribuições dadas pelo professor Jean Pierre Dupuy (2006b) durante o Terceiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Ressalta o referido professor os dois principais erros constantemente verificados sobre este tema da ética: o primeiro deles se refere a confundir ética com prudência e prudência com gestão racional dos riscos. Isto significa entender a ética como um cálculo de custo *versus* benefício. O segundo erro consiste em incidir a avaliação ética na própria técnica e não na tecnologia.

Em relação à questão de quais princípios éticos são fundamentais para orientar as pesquisas em nanotecnologia e por que, os entrevistados do segmento acadêmicos de modo geral manifestaram-se afirmando que eles são necessários a qualquer pesquisa e não há nada de específico quanto às nanotecnologias; entretanto, não devem impedir o livre desenvolvimento das pesquisas. Consideram que riscos há em relação ao meio ambiente e saúde. Os princípios éticos são considerados centrais, pois a ética permeia toda a atuação como profissionais. Ela deve estar presente todos os dias, sobretudo quando se trabalha com coisas que os outros não conhecem, mas sem exagero. Contudo, de modo geral o entendimento dessa ética mostrou-se confundida com legislação, respeito ao próximo e, no máximo, com a moral.

O conflito fica limitado à necessidade ou dever de informar à população sobre os aspectos positivos e negativos das nanotecnologias, à exigências de testes, como os que são feitos em relação aos fármacos, e considerações gerais sobre o conflito entre não impedir o avanço da ciência e ter uma certa “garantia” de que não provocarão impactos catastróficos.

Pode-se notar também uma tendência de que, quando se fala dos avanços das nanotecnologias no plano do não-vivo, as considerações ou receios são bem menos preocupantes para os entrevistados do que quando se trata da aplicação dessas tecnologias em seres vivos. Há evidentes receios quanto a seus efeitos sobre os seres humanos desta geração e de seus descendentes.

Essa é uma questão que não sei responder ainda nesse momento, saberei responder talvez daqui a 15 anos, pois vai depender das implicações e consequências que forem aparecendo, mas no momento posso propor apenas o seguinte: que qualquer coisa que estiver envolvida com produtos nanotecnológicos deveria passar por um processo semelhante ao que passam os

remédios hoje em dia. Talvez numa escala maior, passaria por uma triagem para ver se ele tem que ter uma análise semelhante ao que se faz com as drogas. (NANO-A4)

Os princípios éticos são centrais. A ética permeia toda a nossa atuação como profissionais. Temos que tê-la todos os dias, sobretudo quando se trabalha com coisas que os outros não conhecem. (NANO-A6)

Com relação à questão de quais princípios éticos são fundamentais para orientar as pesquisas em nanotecnologia e por quê, os entrevistados do segmento políticas públicas, de modo geral, concordaram quanto à necessidade de sua adoção. E os principais argumentos citados que justificam essa posição foram:

Para introduzir coisas novas, tem que mostrar lado positivo e negativo. É a ética da informação e do poder de decisão das pessoas. (NANO-PP1)

Na democracia, todos têm que ser ouvidos. Deve-se utilizar o princípio da precaução, que é extremamente importante. (NANO-PP1)

Uma área difícil para mim, eu sigo a intuição, isso não está escrito, é o respeito ao próximo, é o direito do próximo, isso aí entra numa área de direito. Ou que eu acho que tem que ser seguido, a ética em todos os aspectos. Para mim é ponto pacífico. Agora as regras e os teoremas eu não conheço todos, o bom senso contribui para você agir certo nas coisas. (NANO-PP2)

A questão ética está envolvida em todo movimento que você faz e é importante que isso seja considerado. (NANO-PP4)

Na cabeça do pesquisador, às vezes essa questão ética não existe. Quando é da área humana, biológica, há mais cuidado, mas talvez nas outras áreas, nem tanto. Na área de engenharia, pouco se pensa sobre questão ética, mas existe a questão ética e é importante que isso seja considerado. (NANO-PP4)

Os princípios éticos talvez sejam os mais importantes no caso de nano, pelas implicações que essa tecnologia pode trazer. Não se pode estar sendo guiado apenas por interesse comercial, pois então tudo poderá acontecer. Nada terá limites, então nós precisamos de regras muito rígidas, especialmente na área da ética. (NANO-PP5)

Um dos entrevistados mostrou desconhecer o fato de que a nanotecnologia pode passar pela parte biológica por intermédio da nanobiotecnologia.

Em nano não há o problema da biotecnologia, que é ligada à vida e tudo o mais. Há uma coisa mais moral e menos ética. Tendo a achar que as pesquisas deve-

riam ser as mais livres possíveis. Mas não vamos ser ingênuos de dizer que a pesquisa é livre e tal, mas se você descobre um princípio qualquer, que se dá em escala nanométrica, com ele você pode fazer milhões de produtos. A ciência em si tem essa aura meio mística que nos faz bem. (NANO-PP3)

Existem diferenças entre acadêmicos e políticas públicas na compreensão do que sejam as questões éticas. Os entrevistados de políticas públicas estão mais próximos da compreensão de ética da tecnologia.

Entrevistados no segmento das ONGs consideraram que a ética deve permear toda a discussão na área das nanotecnologias. Entretanto, suas falas indicam que vêem a questão ética enquanto um cálculo custo *versus* benefício relacionado a vários aspectos (ambiental, saúde, etc.).

A ética tem que permear toda a discussão na área de nanotecnologia. O compromisso com o outro, com a vida, onde a transparência está imbricada. Relação de responsabilidade do cientista com o outro. (NANO-ONG1)

O mais elementar e lógico é que não faça mal à saúde nem ao meio ambiente, porque se acredita que nós temos a obrigação de minimizar a pegada ambiental que a gente deixa para as próximas gerações. Duas razões: primeiro porque as nossas pegadas estão cada vez mais fundas e, segundo, porque temos conhecimento do que a gente está deixando para as próximas gerações o que os nossos avós e bisavós não tinham. Este é o primeiro princípio ético. O segundo é ver se os benefícios serão maiores que os malefícios. Não sei como medir isso. (NANO-EM2)

O básico são os possíveis cuidados com os possíveis usos, possíveis impactos negativos que se possa ter. Acho que deve ser a grande preocupação, centrado em questões voltadas para maior saúde, bem estar da população em geral. Essas preocupações mais gerais deveriam estar orientando o processo de decisão do que financiar, como, quem, em que medida a nanotecnologia vai efetivamente beneficiar setores mais amplos da sociedade, vai gerar bem-estar, saúde ambiental, roupa, alimentação – efetivamente para população –, medicamentos mais acessíveis, menos contra-indicações, efeitos colaterais. Se houver um pouco essa preocupação, é possível que se caminhe para uma coisa mais positiva. (NANO-ONG3)

Já o segmento das empresas considera não existir um jeito certo de fazer a coisa errada. Deve haver o respeito às pessoas, ao ambiente e à sociedade, que estão acima do dinheiro e do lucro; esse princípio vale para tudo, não só para a nanotecnologia. Deve-se ter uma visão muito clara dos efeitos das nanotecnologias ao longo do tempo, sobre o que essas nanopartículas poderão fazer. Há o caso dos nanopós e o nível de ex-

posição que terão os trabalhadores: como eles afetarão o meio ambiente e como isso vai se refletir na saúde humana quando estiver incorporado em algum produto? Os princípios éticos de qualquer programa de P&D devem estar atrelados à questão da informação como uma obrigação para com a sociedade. Deve-se sempre buscar e informar a verdade, pois as más informações têm vida curta e os empecilhos de qualquer natureza religiosa ou de convicção política não deveriam influir para não impedir o desenvolvimento. A idéia que deve prevalecer é a de que o meio ambiente e a vida das pessoas devem ser preservadas de alguma forma.

É preciso ter uma visão muito clara dos efeitos ao longo do tempo, do que essas nanopartículas vão fazer. (NANO-EM3)

Os princípios éticos de qualquer programa de P&D, atrelado à questão da informação. A obrigação de informar à sociedade. (NANO-EM2)

Para o segmento dos sindicatos, não há uma compreensão clara do que sejam princípios éticos. Os entrevistados declaram apoiar os princípios da liberdade e da democracia, pois consideram muito complicado falar de princípios éticos. As afirmações deste segmento entrevistado, à similitude dos demais, encontram-se mais próximas do senso comum.

Considero muito complicada essa coisa de falar de princípios éticos, porque às vezes você pode cair num fundamentalismo meio perigoso. [...] Aquela coisa de você não faz pesquisa com célula-tronco porque pode chegar a fazer clone, mas também não utiliza... Acho isso um debate absurdo, quer dizer, a partir de uma pesquisa científica pode-se utilizar para melhorar a situação, para resolver um problema, para salvar vidas, não utiliza porque ela pode ser utilizada para uma outra coisa... Me parece que essa é uma volta ao processo que a gente já disse, que é preciso ter, evidentemente, a capacidade de enxergar o que é o bem comum, tentar enxergar pelo menos aquilo que é mais favorável para o conjunto da sociedade e não para um setor. Acho que essas questões são princípios éticos que devem nortear qualquer pesquisa científica. (NANO-S1)

Eu não sei, a impressão que eu tenho é que princípio ético deve ser utilizado em prol do ser humano, da dignidade do ser humano e não na sua destruição. O princípio ético de que você vai fazer pesquisas, você não vai colocar em risco seres humanos. Estamos cansados de ver, aí, os seres humanos serem utilizados como cobaias. O princípio ético que você mesmo falou, aí, o da precaução. Tem que ser cauteloso. (NANO-S2)

Princípios éticos são comportamentos sociais, então, eu acho que alguns princípios éticos como a preservação do ambiente deveria ser um dos princí-

pios éticos que deveriam ser observados. A ampla utilização do produto por todos os grupos sociais, então são alguns nessa linha aí que deve ser feito. Não se pode trabalhar com produtos que causem degradação ambiental, ou trazer produtos que causem degradação ambiental, sob a ótica de ganho econômico a um grupo restrito. (NANO-S3)

O processo do conhecimento, a bula (que nós usamos aqui de certa forma metafórica para ilustrar), a intervenção do princípio da política pública, o processo regulatório vão estabelecer parâmetros éticos entre a necessidade do Estado de se manter presente para preservar o interesse social, contra a ganância do mercado querendo impor apenas os produtos comercialmente rentáveis para as suas indústrias. Isso só vai acontecer se efetivamente tivermos uma presença de ação social. (NANO-S4)

Em relação ao tema do princípio da precaução – ao contrário da questão da ética –, apresentamos aos entrevistados o conceito abaixo explicitado e solicitamos a sua apreciação.

O princípio da precaução diz que, diante da ausência de evidências científicas que atestem não existirem riscos, é obrigação do Poder Público tomar as medidas cabíveis para evitar os riscos ou para mitigá-los. Com relação à questão de se este princípio se aplica no caso das pesquisas em nanotecnologias e por quê, o segmento dos acadêmicos considera que a ciência não trabalha com certeza. Sempre há probabilidade de conquistas e riscos, deve haver um controle adequado, mas sem excessos, o que é fundamental. No conjunto dos acadêmicos entrevistados, podemos afirmar que de forma majoritária manifestam-se a favor da observância deste princípio, que, porém, deve ser aplicado sem excessos. Isto significa que aceitam o princípio em questão, mas sua aplicação passa a ser adjetivada (sem excesso, com cautela, de forma prudente), denotando uma falta de consenso sobre o que significaria a aplicação deste conceito.

Um dos entrevistados considera a questão semelhante à da energia nuclear, que foi controlada pelo homem. A nano vai trazer desenvolvimento, mas há riscos. Entretanto, tudo deve ser feito para minimizá-los, a população deve estar inteirada deles e deve ser feito um processo para minimizar os riscos. Não se podem esconder os riscos.

Não dá para provar que não existem riscos com as nanotecnologias, mas em muitos casos parece provável que não existam riscos. Se o Estado proibir, estimula-se a pirataria sem controle algum. O Estado não deve ser cauteloso demais, pois cautela demais implica risco como a política econômica atual. Melhor deixar o barco correr. (NANO-A4)

Se o princípio da precaução for levado ao pé da letra, o conhecimento do homem nunca iria evoluir. De certa forma, todo o avanço do conhecimento é feito meio às cegas, meio no escuro, mas é claro que alguns poucos vão pagar com a vida, como Curie pagou. Entretanto, precaução não significa não fazer ou ficar discutindo muito, e enquanto não faz outros vão e fazem. Prudência há que ter, não se vai fazer uma coisa que vai prejudicar os nossos filhos e netos. (NANO-A5)

O princípio da precaução se aplica em pesquisa, pois esta pode trazer benefícios e riscos. E os riscos devem ser devidamente monitorados pelo Estado, pois é sua obrigação. Sua função não é produzir nanotecnologia, mas sim nos proteger como cidadãos. Então, tem que fazer isso, seja em nanotecnologia, seja em transgênicos, seja em macrotecnologia. (NANO-A8)

A ciência não trabalha com certeza, mas sempre probabilidade de conquistas e riscos, mas tem que ter um controle adequado sem excessos, o que é fundamental. (NANO-A2)

Os entrevistados do segmento das políticas públicas, de modo geral, manifestaram-se unanimemente a favor da sua adoção, principalmente porque pode influir no dia-a-dia e na saúde das pessoas. Qualificaram, entretanto, essa adoção, uma vez que ela não deve de forma alguma obstaculizar o desenvolvimento de pesquisas. Consideram ser uma questão difícil o estabelecimento do limite entre o não-impedimento e o cuidado. Consideram que a mentalidade do pesquisador é linear, muito focada nos resultados. Empolgado, tende a não levar muito em conta as possíveis conseqüências sociais e econômicas do que faz. Entretanto, no desenvolver do seu trabalho, observa o princípio da precaução. O pesquisador deve buscar cientificamente as informações e as contestações. A ciência é uma ferramenta poderosíssima e consegue, na maioria das vezes, provar que aquilo é pertinente, é perigoso, não é perigoso, e o que causa isso ou aquilo. Um aspecto que consideram diferenciar a nano é que se sabe onde começa, mas não se tem nenhuma idéia de aonde vai parar, pois não se tem um perfeito conhecimento e controle dela. A adoção do princípio da precaução pode ser considerada relativa, pois uma coisa cujo uso faz mal num prazo de dez anos é diferente de uma cujo uso faz mal em cem anos e que tem grande utilidade.

Como não se sabe se para quem se está pesquisando, há a preocupação de saber se há condições de colocar um produto no mercado, os efeitos dele a médio e longo prazo e suas ramificações, muitas das quais só irão aparecer depois de muitos anos e talvez décadas. Por isso deve haver garantias e instrumentos para se precaver. (NANO-PP5)

O princípio em si está certo, desde que se tenha uma compreensão razoável do que é conseguir provar. Porque você não prova nada nunca. [...] tenho absoluta certeza de que a teoria da relatividade cai. Absoluta. Absoluta certeza que aquilo está errado. Mas só no dia em que cair, mudou. O que é certeza científica? Isso é um mito também. (NANO-PP3)

É importante na medida em que ela pode influir aí na vida das pessoas diretamente, ou na saúde das pessoas. (NANO-PP4)

O princípio da precaução deve ser aplicado porque é uma tecnologia que se sabe por onde começa, mas não se sabe onde vai dar e nem as ramificações, as milhares, milhões de ramificações que cada trilha pode vir a ser. A precaução está aí, não basta saber por onde começa, mas especialmente onde termina. Como é tecnologia nova, não se tem o perfeito conhecimento e domínio. Para quem está pesquisando, há a preocupação de saber se tem condições de colocar o produto no mercado, e seus efeitos a médio e longo prazo. Muitas das ramificações das pesquisas só poderão aparecer depois de muitos anos e talvez décadas. Por isso deve haver garantias e instrumentos para se precaver. (NANO-PP5)

O segmento das ONGs manifestou-se de modo favorável, pois até o presente não temos evidências da ausência de riscos. Esse princípio deve ser aplicado integralmente como, aliás, se aplica a qualquer pesquisa.

Sim, porque até agora nós não temos evidências da ausência de riscos. Esse princípio se aplica integralmente. (NANO-ONG1)

Claro, se aplica a qualquer pesquisa. (NANO-ONG2)

Com certeza. Eu acho que esse princípio, ele se mantém pelos riscos da apropriação e pelo uso da tecnologia, e denuncia os impactos sociais e ambientais que ela tem. Eu acho que o princípio ele se mantém, com certeza. (NANO-ONG3)

Junto ao segmento das empresas, a idéia é de que o meio ambiente e a vida das pessoas devam ser preservados de várias maneiras. Consideram que há uma grande preocupação mundial em relação ao impacto das substâncias químicas de modo geral, mas pouca quanto às nanotecnologias, e que no futuro surgirá uma série de “nanocoisas”, mas parece que as pessoas estão olhando ainda para o passado.

Consideram que existe desconhecimento em relação às nanotecnologias. O princípio da precaução em nanotecnologias significaria a aceitação do princípio da moratória. Esta moratória deveria ser discutida em um contexto mais amplo; se limitada ao local, significaria um atraso conscien-

te, que resultaria na necessidade posterior de comprar a tecnologia a um custo muito alto, inclusive social. Não se deve aceitar o princípio da precaução como moratória em um contexto local.

O princípio da precaução aplica-se a todos os campos e deve ser usado de forma adequada, de modo a não inibir os avanços científicos, andando em paralelo com o avanço da ciência.

Em nanotecnologia existe desconhecimento. O princípio da precaução em nanotecnologia significa o princípio da moratória. Essa “moratória” deveria ser discutida em um contexto mais amplo. Não pode ser de um país, de uma empresa. Essa discussão tem que ser feita em um contexto mais amplo. Se for local, significa um atraso consciente. E depois tem que comprar a tecnologia a um custo, inclusive social, muito alto. Não se deve transformar o princípio da precaução em discussão de moratória, em um contexto local. Aí é um “tiro no pé”. (NANO-EM2)

Não conheço o risco, não vou poder responder. Se tiver risco, claro que cabe ao setor público reduzir, frear o processo até ver se tem risco ou não. (NANO-EM5)

No segmento dos sindicatos, todos os entrevistados entendem que o princípio da precaução deve ser adotado, apresentando as razões:

- o Estado deve impor limites, mas com equilíbrio;
- por respeito à dignidade humana, à concorrência, ao consumidor;
- deve ser aplicado a qualquer tecnologia ou pesquisa científica;
- o novo deve ser regulado pelo Estado, que deve intervir.

O Poder Público, o papel do Estado é o de realmente impor limites sem perder de vista o equilíbrio e essa linha, que é muito tênue, entre o avançar na pesquisa e ao mesmo tempo não permitir que isso aconteça. Deve haver limites, a precaução e respeito à dignidade humana, à concorrência e ao consumidor. (NANO-S1)

Este princípio, como eu já abordei antes, ele aplica-se a qualquer tecnologia, tudo que é novo ou desconhecido ser tratado de forma restritiva. Não que não se deva investigar o desconhecido, senão não haveria o contínuo desenvolvimento da sociedade humana. Mas já aprendemos o suficiente com os nossos erros para saber que o desenvolvimento, principalmente de novos produtos, e aí é, novas moléculas, síntese de novos materiais e, se estão trabalhando com a fronteira do desconhecido, como é o rearranjo de moléculas atômicas, inserindo materiais ou produtos que não são existentes no ambiente, isso deve ser tratado com precaução. Deve ser realmente regulado. Nem toda a técnica da nanotecnologia reside na confecção de novos produ-

tos ou no rearranjo molecular, ou atômico, no conceito mais restrito. Mas de qualquer maneira, isso deveria ter, assim, aplicar seu princípio da precaução. (NANO-S3)

Isso, na verdade, é o princípio da precaução que está previsto já em qualquer pesquisa científica. Ou seja, você tem sempre que desenvolver pesquisas com margens de segurança que não atinjam os princípios éticos, enfim. Eu acho que, neste caso, faz sentido, totalmente. (NANO-S2)

A questão seguinte diz respeito a como socializar os benefícios de pesquisas em nanotecnologia realizadas com dinheiro público. Foi perguntado aos entrevistados se poderiam citar algum exemplo em que os resultados das pesquisas realizadas com dinheiro público puderam ser apropriados pela sociedade como um todo, e quais os procedimentos citados no exemplo se aplicariam no caso das nanotecnologias. Os segmento dos acadêmicos indicou três concepções em relação à questão formulada:

a) a socialização se dá via formação de recursos humanos competentes;

Essa é uma pergunta bem complicada. Eu sinto assim: nós estamos numa universidade; sendo professor, se eu devolvo um individuo formado, devidamente treinado, em todos os níveis de iniciação científica, ao mestrado e doutorado, eu estou dando para a sociedade. Estou cumprindo meu papel. [...] A sociedade nos cobra, mas acho que nós devolvemos, a indústria nos cobra, mas nós devolvemos, esse é o principal produto. (NANO-A6)

b) a socialização se dá por áreas de pesquisas negligenciadas pelas empresas que não se interessam por elas, dado o imediatismo econômico, por exemplo, as pesquisas relativas a uma série de doenças tropicais;

Qual é a grande indústria que aplica em desenvolvimento de fármacos para doenças negligenciadas? Nenhuma. Traz benefícios na diminuição dos custos para o país no diagnóstico, no tratamento, diminuindo muito os efeitos colaterais. Essas doenças como tuberculose, paratuberculose brasiliense, vão ser sempre daqueles que não comem e que trabalham no campo direto, é o trabalhador rural. Quer dizer, quem tem leishmaniose é quem vive na periferia das cidades, porque é na periferia que há o mosquito. A nanotecnologia pode trazer sérios benefícios nessa área. (NANO-A8)

c) a socialização se dá pela produção de produtos mais baratos;

Só os produtos nanotecnológicos bons e mais baratos vingarão. Fertilizantes menos poluentes, cura do câncer, drogas mais poderosas e com menor risco à saúde, por exemplo, por si só já constituem uma socialização. Os setores do

agronegócio, no qual o país é muito forte, especificamente soja, veterinária e medicina. [...] Desde que seja bem feita, a pesquisa pode dar resultados e ser socializada (exemplo: o [Programa Nacional do Álcool] ProÁlcool). (NANO-A2)

d) não existe uma relação direta entre recursos investidos em pesquisa e retorno público, ou seja, não há socialização.

Não há uma relação direta entre o dinheiro investido na área de pesquisa e o retorno ao público; o principal papel do Estado é o de educar, formando gente com competências. O retorno é fazer com que o país tenha competência numa área estratégica. Essa é a maior contribuição. A rede vai ter uns 40 pesquisadores, uns 100 estudantes de pós-graduação, mais uns 200 de iniciação científica, todos ligados no mesmo tema. Vamos fomentar e estimular esse contingente, que poderá vir a trabalhar nas indústrias, consultoria. Não é para gerar patentes, mas para formar gente competente. (NANO-A5)

No segmento das políticas públicas, os entrevistados consideram a existência de duas possibilidades sobre este tema:

a) a questão da socialização não é dada pela ciência e tecnologia, mas sim pela política, no sentido de estabelecer uma distribuição de renda; deste modo, os benefícios da pesquisa poderão chegar ao grande público;

Esse não é um problema da ciência e da tecnologia, mas sim um problema político, de distribuição de renda. Acho que os modelos econômicos e as decisões administrativas dos governantes é que tem muito a ver com o fato de o benefício chegar até o grande público, que às vezes chega, por contingências, e às vezes não chega. Os medicamentos altamente eficazes, mas extremamente caros, o grande público acaba não tendo acesso, mas há o telefone celular, que atualmente é a tecnologia mais democrática que existe no Brasil. (NANO-PP4)

b) processo ou produto que possa melhorar a qualidade de vida da sociedade, com acesso à maioria da população.

Quando se transforma conhecimento em riqueza, seja essa riqueza um produto ou um processo, que pode ser uma vacina, uma droga ou um objeto, o beneficiado maior é a sociedade, do ponto de vista da melhor qualidade de vida. É evidente que a pessoa que investiu vai ter lucro. A pesquisa apoiada pelo investimento público tem como objetivo obter mais conhecimento, alguma riqueza e algum produto, mas quem vai ter a condição de fazer isso virar um produto é realmente o lado empresarial, pois só ele que vai ter o fôlego para chegar e investir para poder transformar numa coisa comercial, que vai trazer retorno. (NANO-PP2)

Resumindo, posso dizer que, se o dinheiro público for investido nas universidades, nos centros públicos de pesquisa, o desenvolvimento de tecnologia genuinamente nacional e pública, nós estamos já dando uma grande contribuição. O que o país não pode esperar é que a iniciativa privada toque e puxe a fila e o Estado entre como coadjuvante, utilizando as suas instituições como suporte para esta pesquisa privada, do interesse privado. O Estado deve puxar a dianteira da discussão e da promoção da pesquisa e do desenvolvimento dessa tecnologia, através das instituições públicas. Por parte das instituições públicas, precisa promover os debates necessários e as discussões, inclusive para saber quais pesquisas interessam. Somente aquelas que têm uma tendência de maior aceitação de mercado? Ou há outras pesquisas que também interessam ao país? (NANO-PP5)

No segmento das ONGs, ocorreu convergência de opiniões no sentido de apontar para a impossibilidade da ocorrência da socialização dos resultados de pesquisas em nanotecnologia realizadas com recursos públicos.

Não sei como responder a esta pergunta. Está tudo muito fechado. Tem informações, talvez tendenciosas, de que pesquisas na área de medicamentos estão sendo desenvolvidas. Daqui a pouco ninguém vai morrer por causa de colesterol alto, que nanorrobôs vão capturar o colesterol nas artérias. Tudo isso não é socializado. Benefícios são cantados pelos defensores da tecnologia, mas até que ponto existem riscos? Um exemplo: alimentos transgênicos têm que ser rotulados. Quem faz análise? Não tem quase laboratório fazendo isso. Obriga a informação e depois você não tem como verificar, ou então depende de uma infra-estrutura laboratorial que não existe ou é insuficiente. Está-se novamente de mãos atadas. (NANO-ONG1)

Eu não tenho grande conhecimento para responder essa pergunta... Até porque, na maioria das vezes, as pesquisas são mistas, uma parte da pesquisa é feita, digamos, pela universidade, pelo Poder Público, pelo dinheiro público se você quer, e chega um momento em que a pesquisa, particularmente a pesquisa aplicada, ela é absorvida pelo setor privado. Em alguns casos, porque essa parte mais cara, por exemplo, no desenvolvimento de drogas, criar uma molécula nova é razoavelmente barato; aplicação nos seres humanos, fazer todos os ensaios clínicos é caríssimo. (NANO-ONG2)

Bom, eu acho que primeiro tentando divulgar esses resultados. Claro que às vezes é extremamente técnica a linguagem, mas tentar um pouco divulgar esses conhecimentos. Principalmente os produtos que ela esteja gerando. Se você pensar que é dinheiro público, acho se é um dinheiro público tem que gerar benefício público, para o conjunto da população. Vai desde os resultados do conhecimento gerado, dos seus potenciais, até os produtos

que esse conhecimento começa a gerar através da aplicação desse conhecimento; as tecnologias e os bens que vão sendo gerados. E fazer com que eles sejam efetivamente acessíveis ao maior número possível de pessoas. Seguindo um pouco nessa linha, acho que é possível fazer alguma coisa nesse sentido. (NANO-ONG3)

Para o segmento das empresas, existe uma compreensão majoritária em relação a esta questão de que a socialização se dá por vias indiretas: domínio de tecnologias aplicáveis às condições brasileiras, gerar produtos localmente com mais valor agregado, gerar empregos, substituir importações, maior geração de riqueza.

Se conseguir sair na frente, não em relação aos países do Primeiro Mundo, mas sair em posição boa em relação a esses países, estaremos oferecendo ao público produtos com mais tecnologia, maior valor agregado que, certamente, terão um caminho mais fácil no mundo globalizado, de exportação. Isso acaba gerando riqueza, domínio de tecnologia, acréscimos de conhecimento. Então, de maneira indireta, essas coisas são socializadas. (NANO-EM2)

Essa discussão serve para a tecnologia de modo geral. Se se consegue desenvolver setores da sociedade brasileira, ter um resultado de pesquisa que seja aplicável às nossas condições, por exemplo, de insolação, clima, etc., já se tem um ganho. Algumas tecnologias que poderiam ser brasileiras, que poderiam ser desenvolvidas no país, acabam sendo desenvolvidas fora porque não se tem conhecimento básico. (NANO-EM3)

Através do desenvolvimento científico e tecnológico, uma empresa pode desenvolver produtos localmente, gerar empregos, substituir importações, etc. São vantagens. O que o país precisa é escolher bem onde colocar o esforço. Não diluir esse esforço em “n” coisas, e sim procurar concentrar naquilo que realmente tem vantagem. (NANO-EM4)

Também existe uma avaliação de que a socialização não será realizada dado o caráter corporativo, fechado, antiempreendedor dos pesquisadores universitários.

O dinheiro público é privatizado dentro da universidade, no sentido de que passa a ser do doutor, da equipe. “O governo me deu o dinheiro, eu gastei e eu não posso devolver pra vocês porque é público”. Nos países desenvolvidos, os doutores estão nas indústrias. A inovação vai para a indústria. No Brasil, 80% dos doutores que têm conhecimento continuam dentro da universidade. Se resolver empreender, “traiu os ideais”. (NANO-EM1)

O segmento dos sindicatos respondeu de forma variada a questão, o que poderia ser sintetizado em algumas linhas de atuação do Estado para que esta socialização se concretizasse por intermédio:

a) da via política industrial, em que metas relativas a preços e geração de empregos sejam adotadas;

Como você socializa? Obrigando a um compromisso de preços, obrigando ao emprego de trabalhadores brasileiros. Não estou falando “obrigando”, eu estou falando que isso se reflita no incremento de metas de emprego, de pesquisadores. Um compromisso de melhoria de qualidade de produtos, de competitividade, todos são compromissos que revertem em favor do país e da sociedade. O problema de dar exemplos é que, no Brasil, você tem um caso particular, em que as políticas industriais que envolveram um sentido de dinheiro público, de incentivo público, não têm essa tradição de exigir contrapartidas sociais claras. Não houve essa explicitação de contrapartida. (NANO-S2)

Esse exemplo do CPqD é bem interessante porque isso aconteceu agora, aconteceu tem um ano e meio e tem reflexos até hoje. É preciso que o Estado intervenha. É preciso que o recurso público possa estar distribuído para que todo o segmento de pesquisa e de capacitação possa ter acesso sem, naturalmente, se submeter ao processo de “pires na mão”, e sim apenas como uma necessidade de investimento diversificado nos diversos estudos de pesquisa que nós temos no Brasil, instalados ou não. (NANO-S4)

b) de processos de inserção da automação que diminuam os riscos relativos a acidentes de trabalho e retreinamento da força de trabalho deslocada pelo processo de automação;

Por exemplo, no lado dos trabalhadores, mesmo com impacto sobre o emprego – quando você fala em automatização, sempre vem a questão do impacto sobre o emprego –, mas que tem uma importância do ponto de vista inclusive da saúde e segurança desses trabalhadores muito grande. Então, você consegue reduzir, com a aplicação de uma pesquisa científica, um equipamento que reduziu, e muito, o número de acidente de trabalho dentro de uma subestação. Isso eu acho que é um exemplo claro de utilização de recurso público, de investimento público que beneficia a sociedade. Porque acho que você tem uma produtividade maior e um atendimento mais rápido à população nos casos de uma falha no sistema elétrico, atendeu aos trabalhadores por conta de reduzir os índices e a possibilidade de acidente, porque é remoto, eu consigo controlar de uma casinha, de uma subestação, de uma usina, aquela subestação que está longe, e tem evidentemente o impacto do emprego, que tem que ser... Muitos desses trabalhadores que trabalha-

vam dentro da subestação, hoje trabalham na rua, são eletricitistas, são treinados, retreinados para trabalhar em outras áreas. (NANO-S1)

c) de ações relativas à saúde pública.

O que, assim, tem demais, que é apropriado pela sociedade ou tem um impacto mais distributivo, são a questão de, na saúde pública foi o desenvolvimento de vacinas, talvez onde o Estado aplica o desenvolvimento e distribui à população, ocasionando um equilíbrio de apropriação igual. Não que todos os produtos aplicados na medicina, na forma como ela é praticada no Brasil, tenham esse conceito, mas aí na saúde pública seja onde haja maior condição de apropriação, pela sociedade, dos investimentos públicos. (NANO-S3)

5 Conclusões

5.1 Conclusões por macrotópicos

Mercado

Todos reconhecem que a nanotecnologia será importante para a economia brasileira. Este reconhecimento foi feito de maneira diferenciada pelos segmentos sociais entrevistados, assim como o reconhecimento de seus impactos. Não houve desconhecimento total sobre esta importância e impactos da nanotecnologia para com a economia brasileira.

As respostas dos segmentos sociais entrevistados indicam uma opção não estritamente neoliberal, na medida em que atribuem um papel importante ao Estado no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Embora o mercado seja importante, não é este que deve decidir exclusivamente seu desenvolvimento.

O Estado deve-se envolver na formulação de uma política de nanotecnologia, dado o entendimento de que este é um de seus papéis na sociedade e economia brasileiras. O que está em aberto para as discussões é quais seriam os limites deste envolvimento.

Também há consenso de que o Estado deve ser o órgão financiador de pesquisas em nanotecnologia. A questão a ser desenvolvida aqui é acerca de quais órgãos de Estado devem ser os financiadores destas pesquisas e quais as prioridades para a aplicação destes recursos.

Quanto às motivações para investimentos em pesquisas de nanotecnologia, elas estão relacionadas a razões de Estado, da iniciativa privada, da sociedade e do cientista individualmente. Isto caracteriza uma diversidade de opiniões sobre o tema entre os segmentos entrevistados.

O rol de problemas na execução de projetos em nanotecnologia é imenso, o que indica que muito trabalho há pela frente para que esses projetos possam vingar. A discussão e o acordo entre os vários setores poderão eliminar vários destes problemas; outros estão necessariamente ligados a decisões políticas que a sociedade e os governos deverão tomar para que tais problemas sejam sanados.

Regulação/participação

O único o consenso verificado neste macrotópico é que a regulação é necessária, dado que a nanotecnologia tem uma série de aspectos específicos que justificam esta regulação.

No entanto, o processo de constituir esta regulação, com a possível constituição de um órgão específico ou com a atribuição desta regulação a órgão já existente, aspectos como a estrutura, composição, abrangência, poder de deliberação, deverá ser devidamente discutido entre os segmentos entrevistados. Este será um processo complexo e demorado, daí a importância de se começar o mais breve possível.

Impactos

Os segmentos entrevistados demonstraram estar atentos aos impactos da nanotecnologia em termos de emprego, obsolescência, preços e toxicidade, embora de maneira heterogênea. Sabem que os impactos serão diferentes quando oriundos da nanotecnologia incremental ou disruptiva.

Apresentaram pressupostos diferenciados no que toca aos riscos das nanotecnologias: em geral, uns compreendem estes riscos relacionados ao desenvolvimento econômico, enquanto outros os relacionam aos riscos para a saúde e o meio ambiente. Aqui há divergência e se fazem necessárias discussões entre os diversos segmentos, para que os princípios adotados sejam comuns e isto permita a existência de ações comuns.

O mesmo se aplica em relação ao princípio da precaução. Há entendimentos diferenciados em termos da subordinação deste princípio ao desenvolvimento da C&T ou, justamente ao contrário, o desenvolvimento da C&T é que tem de estar subordinado a este princípio. Também aqui exaustivas discussões serão necessárias para se chegar a um entendimento que proporcione ações comuns.

Quanto a maximizar benefícios e minimizar riscos, o entendimento é de que é possível, por rotas distintas não-excludentes, o que não elimina as discussões necessárias entre os diversos segmentos.

Em síntese, o entendimento do que seja riscos e se o princípio da precaução deva subordinar-se ou não ao desenvolvimento da C&T serão dois aspectos cruciais a serem discutidos para que todos os segmentos possam chegar a algum acordo no que respeita ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

Comunicação

Em relação às questões formuladas neste bloco, verificou-se que praticamente não houve discordâncias substanciais, pois em sua maioria os entrevistados consideraram fundamental o papel da comunicação no esclarecimento do público sobre o que sejam as nanotecnologias e seus possíveis impactos positivos e negativos. Em relação à questão da possibilidade de se repetir polêmica semelhante à que ocorreu quanto às biotecnologias, também consideraram que provavelmente ela se repetirá, mas que deve ocorrer num patamar mais tranquilo. Quanto à possibilidade de decisões sobre o desenvolvimento das nanotecnologias serem tomadas de baixo para cima, foram identificadas diferentes perspectivas, desde a sua impossibilidade até a sua possibilidade dentro de uma política industrial mais ampla. Entre estas duas posições, observaram-se posturas que condicionam a tomada destas decisões ao engajamento público, mas também foi ressaltado o peso das decisões do grande capital em fazer valer seus interesses.

Princípios éticos

Quanto ao princípio da precaução, existe um entendimento de que ele deve ser aplicado às pesquisas. A diferença entre os diversos segmentos sociais entrevistados manifesta-se na adjetivação relativa à aplicação deste conceito. Isto quer dizer que todos aceitam o princípio, mas qualificam sua aplicação, e é aqui que as diferenças se explicitam entre os segmentos sociais entrevistados. Foi indicado que o princípio da precaução deve ser aplicado com prudência, cautela, equilíbrio, de forma a não “travar a ciência”.

Em relação ao tema da socialização dos resultados de pesquisas realizadas com recursos públicos, há entendimentos diferenciados ente os grupos sociais entrevistados. Para o sindicato, isto é possível mediante as políticas públicas; para as empresas, isto se dará de forma indireta e por produto. Para os acadêmicos, esta socialização ocorre via formação de recursos humanos, a realização de pesquisas em doenças negligenciadas pela iniciativa privada; já para o segmento de políticas públicas, não será via C&T que isto ocorrerá, mas pela via uma política de distribuição de renda.

Em termos minoritários, alguns representantes do segmento acadêmicos indicaram não haver relação entre recursos públicos e socialização dos resultados de pesquisas. Já as ONGs indicam que não existem possibilidades de que haja tal socialização dos resultados de pesquisas com recursos públicos.

As conclusões em relação a este macrotópico da ética são de que, em grande parte, a noção sobre ética que os entrevistados apresentam em seu conjunto está muito mais próxima do senso comum, confundindo com o que é legal, moral, dilema entre aspectos positivos e negativos, risco de perda de oportunidade de avanço tecnológico para o país, fazendo da ética uma análise de custo *versus* benefício, conforme aponta Jean Pierre Dupuy (2006b), que considera que:

Um primeiro erro a denunciar é aquele que consiste em confundir ética e prudência, e em compreender “prudência” como gestão racional do risco. Noventa por cento dos relatórios, artigos ou livros que pude consultar sobre esse assunto cometem esse erro. Pois é um erro tão grave quanto aquele que cometeria um físico que não fizesse a diferença entre massa e peso. É um erro sério tratar questões éticas em termos de balanço entre custos e benefícios, ou seja, reduzir a ética a uma espécie de cálculo econômico ampliado. Num dos pratos da balança, colocam-se os benefícios que se espera do progresso tecnológico e econômico e, no outro, os custos. A incerteza afeta mais o segundo prato que o primeiro e é, evidentemente, em termos de risco que o apreendemos.

Dessa forma, essa visão de senso comum da ética tem pouco a ver com seus fundamentos. Não foram observadas nas respostas dos entrevistados as diferenças existentes entre ética e moral, assim explicitadas por Rosas (2002):

- 1) Ética é princípio, moral são aspectos de condutas específicas;
- 2) Ética é permanente, moral é temporal;
- 3) Ética é universal, moral é cultural;
- 4) Ética é regra, moral é conduta da regra;
- 5) Ética é teoria, moral é prática.

Também podemos ressaltar que majoritariamente não houve o estabelecimento da relação entre poder e ética, na medida em que tópicos que incorporam esta questão não foram abordados nas entrevistas. Entre eles, podemos citar:

- Quem é que controlará a tecnologia atômica?
- Quem é que vai ter o poder de usar essa tecnologia?

- Para quê e para quem?
- A quem beneficiará ou prejudicará?
- Como se determinará o planejamento desta pesquisa e quem financiará as tecnologias convergentes?

Pelo exposto acima, entendemos que os diversos segmentos sociais entrevistados têm uma importante deficiência relativa ao entendimento do que seja a ética e suas questões postas para as nanotecnologias.

5.2 Conclusões gerais

Nesta primeira pesquisa exploratória sobre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, realizada nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal durante os anos de 2005 e 2006, na qual representantes de cinco segmentos sociais foram entrevistados, podemos afirmar que há pontos importantes de convergência e divergência.

Na medida em que nanotecnologia é um tema novo no panorama internacional e brasileiro, ainda não há uma produção social de conhecimento e reflexão acumulada, de tal forma que constitua um patamar significativo que proporcione amplos e consolidados consensos entre os segmentos sociais entrevistados.

Em resumo, o desenvolvimento recente da nanociência e nanotecnologia no Brasil caracteriza-se por estar concebido e executado pelo governo federal, e apresenta as seguintes características gerais:

- exclusão de participação e controle social;
- novas tecnologias, inovação, competitividade, crescimento econômico levam necessariamente a mais bem-estar social;
- não se pode “perder o bonde da história” da nanotecnologia e/ou questionar esta trajetória tecnológica.

É neste contexto que os cinco segmentos sociais selecionados se manifestaram sobre as relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, por meio das questões que compuseram os macrotópicos.

Apesar dos diferentes interesses que cada um dos segmentos sociais entrevistados representa, não foi constatada nenhuma visão que considerasse a hipótese de que a nanotecnologia seria portadora de algum tipo de ameaça que se poderia configurar como catástrofe social ou ambiental.

A presença de posições cunhadas como “nanootimistas” não tiveram sua contraparte de “nanopessimistas”. Isto porque há coincidências de pensamento entre os segmentos sociais entrevistados em amplos temas, como a importância da nanotecnologia para a economia brasileira, a par-

tipicação do Estado no desenvolvimento desta tecnologia enquanto órgão formulador de políticas e financiador das pesquisas. As divergências estão no campo do como fazer, por que fazer, os problemas no fazer e em não fazer, na amplitude e limites das ações do Estado em relação ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.

Quanto à questão da regulação, foram identificadas importantes posições divergentes entre os segmentos sociais entrevistados: os acadêmicos rejeitam-na de forma integral, não admitindo a existência de regulação e também de órgão regulador, ao contrário dos demais. Isto de certa forma indica a confusão existente nesse segmento sobre a regulação em ciência e em tecnologia, uma vez que se supõe que a regulação deva abarcar tanto a nanociência como a nanotecnologia, e não somente esta última.

Entre os segmentos sociais entrevistados que admitem a regulação como necessária, a divergência começa a aparecer quando se coloca a existência ou não de um órgão específico para regular a nanotecnologia. Os segmentos sociais de políticas públicas e ONGs são favoráveis à existência deste órgão; já os segmentos de empresas e sindicatos não são favoráveis à regulação da nanotecnologia via um órgão específico para tal.

A questão relativa à composição de um possível órgão regulador também expressou as divergências entre segmentos sociais entrevistados. Enquanto para os acadêmicos os componentes deste órgão de regulação deveriam ser apenas quem entende do assunto nanotecnologia, para as ONGs há a necessidade de que todos sejam chamados para decidir, pois contestam a “neutralidade científica auto-atribuída” e o “monopólio do saber” por parte dos acadêmicos.

Duas questões relativas ao bloco dos impactos da nanotecnologia indicam que há divergências entre os vários segmentos sociais entrevistados. A primeira delas refere-se ao entendimento do que seja o risco advindo das aplicações da nanotecnologia. Para os segmentos sociais dos acadêmicos, políticas públicas e empresas, o risco é compreendido como uma continuidade da lei universal de que qualquer desenvolvimento científico e tecnológico implica riscos para o ser humano e para o meio ambiente. Mas para estes segmentos o risco assume também um segundo significado, que é o risco de ficar fora desse desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia, perdendo, assim, o “bonde da história”².

² Dado o processo de aceleração da nanociência, tal expressão já não faz jus ao ritmo dos acontecimentos

Já para os segmentos sociais das ONGs e sindicatos, o risco é entendido enquanto risco para a saúde humana, meio ambiente, para as liberdades individuais, desemprego e alteração do poder militar. Neste caso, os referenciais não são a economia e o progresso – conceitos de múltiplos entendimentos –, mas sim os elementos anteriormente citados.

A segunda questão a ser especificada é relativa ao princípio da precaução. Para os segmentos dos acadêmicos e empresas, o princípio da precaução é entendido como uma ameaça ao desenvolvimento das pesquisas em nanociência e nanotecnologia. Já para os segmentos sociais de ONGs e sindicatos, ele não é visto como um entrave ao desenvolvimento científico e tecnológico, e este é que deve estar subordinado ao referido princípio.

A questão da comunicação não apresentou várias divergências entre os segmentos entrevistados. A única questão que opôs segmentos foi a relativa à possibilidade de tomadas de decisões “de baixo para cima” no que tange ao processo de desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Para acadêmicos e políticas públicas, é muito difícil acontecer, em se tratando da forma como a sociedade brasileira está organizada; já para os sindicatos e ONGs, isto é viável, na medida em que tenha um fluxo de informações e organização da sociedade, que deverá participar, por exemplo, de uma política industrial com um espaço de discussão multipartite e de outras políticas públicas que envolvam a nanotecnologia.

O tema da ética indica que houve bastante dificuldade de todos os segmentos entrevistados em se manifestar. Há uma predominância em realizar análises relativas a custo *versus* benefício (equilíbrio, aspectos positivos *versus* negativos, etc.) e a igualar isto a ética. Também as respostas neste bloco foram aquelas que mais se aproximaram ao senso comum, quando comparadas com as respostas dadas nos outros macrotópicos.

6 Recomendações

6.1 Aspectos gerais

Todas as recomendações abaixo indicadas devem-se constituir enquanto projetos que compõem o Programa Nacional de Nanociência e Nanotecnologia presente no Plano Plurianual brasileiro 2008-2011, a ser aprovado pelo Parlamento brasileiro em 2007.

Todos estes projetos devem necessariamente ser de caráter multidisciplinar, aqui entendidos como abrangendo as ciências biológicas, exatas e humanas, diferentemente do entendimento hegemônico atual restrito

do que seja multidisciplinar em nanotecnologia, envolvendo apenas as ciências biológicas, físicas, químicas e as engenharias.

Deve ser fomentada a constituição de uma rede de pesquisa em nanotecnologia oriunda das ciências humanas, pois esta é a única ciência que ainda não está presente entre as dez redes que foram fomentadas com recursos públicos para desenvolverem a nanociência e nanotecnologia no Brasil. Sem a presença da produção de conhecimentos advindos das ciências humanas, o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil não se realizará a contento.

6.2 Aspectos específicos

a) O Estado deve-se envolver na formulação de uma política de nanotecnologia, dado o entendimento de que este é um de seus papéis na sociedade e economia brasileiras.

A recomendação é realizar um processo de informação, discussão e deliberação pública envolvendo todos os atores sociais interessados no tema, para definir os limites da participação do Estado no desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Isto significa inverter a concepção atualmente hegemônica de exclusão da participação e controle social sobre as atividades de C&T no Brasil.

b) Este é um dos temas de maior importância para o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, e de maior complexidade e conflito no que tange à constituição ou não de órgão específico de regulação, sua atribuição, estrutura, composição, abrangência, poder de deliberação.

A recomendação é realizar um projeto de médio prazo (no mínimo cinco anos) com os objetivos de informar, discutir, deliberar com a participação pública de todos os segmentos sociais interessados, cujo produto final será a construção de um marco legal sobre o assunto.

c) Não haverá acordo solidamente construído em termos do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil sem que duas questões sejam amplamente objeto de produção de conhecimentos e de discussão pública com todos os atores sociais interessados no tema. Os temas indicados são risco e princípio da precaução.

Estes dois temas acarretam no presente diferentes compreensões e significados e, para que se tenha um entendimento aceito pela grande maioria dos atores envolvidos no desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil, é preciso que se façam projetos de pesquisa, informação e discussão pública sobre o tema, os quais produzirão as bases necessárias a este entendimento temático comum.

d) A questão da comunicação foi a que apresentou a maior afinidade de entendimento, pois o processo de informação em nanotecnologia ao grande público foi definido como fundamental.

Aqui a sugestão é que o Programa Nacional de Nanociência e Nanotecnologia contemple, em sua inserção no Plano Plurianual brasileiro 2008-2001, projetos intitulados Engajamento Público em Nanotecnologia, cujo objetivo seja informar e discutir nanotecnologias com o público não-especialista no tema. Isto deverá ser feito utilizando-se as diversas mídias (radio, TV, TVnet, internet, vídeo, publicações, revista eletrônica, cartilhas).

d) A questão ética é aqui colocada como a principal destas recomendações. Dados os amplos impactos que se espera que as nanotecnologias tenham na sociedade brasileira, é preciso que a produção da nanociência e nanotecnologia seja feita segundo princípios éticos que devem ser discutidos e assumidos por todos os segmentos sociais integrantes desse processo já em curso no Brasil.

Neste campo, a filosofia e história da ciência e a sociologia do conhecimento têm muito a contribuir para que as questões éticas sejam inseridas e apropriadas pelos vários atores sociais interessados no desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil.

A proposta aqui é a elaboração de cursos sobre esta temática da ética, a serem oferecidos aos diversos segmentos sociais, principalmente àqueles que estão produzindo nanociência e nanotecnologia, aos que estão fazendo políticas públicas na área, aos dirigentes de empresas e associações de empresas interessadas em nanotecnologia, bem como ao corpo diretivo e técnico das ONGs e sindicatos.

Em especial, um curso de formação ao público não-especialista deve ser produzido para sua inserção nos projetos de engajamento público em nanotecnologia. A difusão destes cursos para todos os segmentos sociais revolucionará o desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil, tanto quanto ela promete impactar a sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS

ALIER, J. M. **De la economía ecológica al ecologismo popular**. Montevideu: Nordan-Comunidad, 1995.

ALIVISATOS, P.; ROCO, M. C.; WILLIAMS, R. S. **Nanotechnology research directions: IWGN workshop report**. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers Group, 2000. 360 p.

ALONSO, L. E. **La mirada cualitativa en sociología**. Madri: Fundamentos, 1998.

ALVES, O. L. (Ed.). **Laboratório de química do estado sólido**. Campinas: Instituto de Química da Unicamp, 2005. Disponível em: < http://lqes.iqm.unicamp.br/institucional/bibliotecas/bibliotecas_lqes_nanotecnologia.html> . Acesso em: 31 mar. 2007.

BARRY, J. **Environment and social theory**. Londres: Routledge, 2000.

BECK, U. **Ecological enlightenment: essays on the politics of the risk society**. Atlantic Highlands, Estados Unidos: Humanities, 1995.

_____. **Ecological politics in an age of risk**. Cambridge, Inglaterra: Polity Press, 1995.

_____. **Risk society: toward a new modernity**. Londres: Sage, 1992.

BELL, M. M. **An invitation to environmental sociology**. Thousand Oaks, Estados Unidos: Pine Forge, 1998.

BIBEL, W. **Converging technologies and the natural social and cultural world**. Bruxelas: Comissão Européia, 2004.

BIHR, A. **Da grande noite à alternativa**. São Paulo: Boitempo, 1998.

BOURDIEU, P. **Science de la science et réflexivité**. Paris: Raisons D'Agir, 2002.

BOURDIEU, P.; CHAMBOREDON, J.-C.; PASSERON, J.-C. **A profissão de sociólogo: preliminares epistemológicas**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 10.973**, de 2 de dezembro de 2004. Lei de Inovação. Brasília, 2004a. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm> . Acesso em: 20 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Editai MCT/CNPq nº 01/2001**. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/index_encerrado_2001.htm> . Acesso em: 10 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 01/2003**. Brasília, 2003a. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27118.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 12/2004**. Brasília, 8 de julho de 2004b. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2028.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 12/2006**. Brasília, 2006a. Disponível em: < <http://www.cnpq.br/editais/ct/2006/docs/012.pdf>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 13/2004**. Brasília, 8 de julho de 2004c. < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2028.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 28/2005**. Brasília, 2005a. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/24255.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 29/2005**. Brasília, 2005b. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/24255.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 31/2005**. Brasília, 2005c. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/24255.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 42/2006**. Brasília, 2006b. Disponível em: < <http://www.cnpq.br/editais/ct/2006/docs/042.pdf>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/CNPq n° 43/2006**. Brasília, 2006c. Disponível em: < <http://www.cnpq.br/editais/ct/2006/docs/043.pdf>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias/Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. **Relatório nanotecnologia, investimento, resultados e demandas**. Brasília, jun. 2006d. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/8075.pdf> . Acesso em: 11 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Financiadora de Estudos e Projetos. **Chamada Pública MCT/Finep n° 01/2006**. Brasília, 2006e. Disponível em: < www.finep.gov.br> . Calendário geral das chamadas públicas/Chamadas públicas Finep 2006/Calendário. Acesso em: 10 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Financiadora de Estudos e Projetos. Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital MCT/Finep/FNDCT n° 01/2004**. Brasília, 2004d. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2030.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Financiadora de Estudos e Projetos. **Edital MCT/Finep n° 03/2005**. Brasília, abr. 2005d. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/730.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria n° 252**, de 16 de maio de 2003. Brasília, 2003b. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/730.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria n° 614**, de 1° de dezembro de 2004. Brasília, 2004e. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/24255.html>> . Acesso em: 10 jan. 2007.

BUTTEL, F. H. New directions in environmental sociology. **Annual Review of Sociology**, Palo Alto, Estados Unidos, n. 13, p. 465-488, 1987.

_____. Theoretical issues in global agri-food restructuring. In: BURCH, D.; RICKSON, R. E.; LAWRENCE, G. (Ed.). **Globalization and agri-food restructuring: perspectives from the Australasia Region**. Avebury, Reino Unido: Aldershot, 1996.

CALLON, M.; LATOUR, B. Don't throw the baby out with the bath school! A reply to Collins and Yearley. In: PICKERING, A. **Science as practice and culture**. Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press, 1992. p. 343-368.

CATTON, W. R.; DUNLAP, R. Paradigms, theories, and the primacy of the HEP-NEP distinction. **The American Sociologist**, Albany, Estados Unidos, v. 13, n. 4, p. 1.341-1.349, 1978.

CEDRO APOSTA na nanotecnologia. Belo Horizonte: Cia. de Fiação e Tecidos Cedro e Cachoeira, 6 dez. 2006. Disponível em: < <http://www.cedro.com.br/br/noticia/noticia.asp?CodCategoria=&CodNoticia=180&Page=>> . Acesso em: 20 jan. 2007.

COLLINS, H; YEARLEY, S. **Changing order: replication and induction in scientific practice**. Londres: Sage, 1985.

_____. Epistemological chicken. In: PICKERING, A. **Science as practice and culture**. Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press, 1992. p. 301-326.

_____. The sociology of scientific knowledge: studies of contemporary science. **Annual Sociological Review**, Palo Alto, Estados Unidos, v. 9, p. 265-285, 1983.

COMISSÃO EUROPEIA. **Nanotechnology: innovation for tomorrow's world**. Bruxelas: Directorate General for Research, 2004.

DICKENS, P. **Society and nature**: towards a green social theory. Londres: Harvester Wheatsheap, 1992.

DREXLER, K. E. **Engines of creation**: the coming era of nanotechnology. Nova York: Anchor Books, 1986. 289 p.

_____. **Nanosystems**: molecules, machinery, manufacturing and computations, Nova York: John Wiley and Sons, 1991. 556 p.

DREXLER, K. E.; PETERSON, C.; PERGAMIT, G. **Unbounding the future**: the nanotechnology revolution, Nova York: Quill, 1991. 304 p.

DULLEY, R. D. Biossegurança, muito além da biotecnologia. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 54, n. 2, abr. 2007. No prelo.

_____. **Nanotecnologia no agronegócio**: explorando o futuro. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1640>> . Acesso em: 12 jun. 2006.

DUNLAP, R. et al. **Sociological theory and the environment**. Lanham, Estados Unidos: Rowman & Littlefield, 2002.

DUNLAP, R.; MICHELSON, W. Handbook of environmental sociology. Westport, Estados Unidos: Greenwood Press, 2002.

DUPUY, J. P. **Aspectos éticos das nanotecnologias**. *Paper* apresentado no Terceiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, São Paulo, 6 a 10 nov. 2006a.

_____. **Ética e nanotecnologia**. Conferência apresentada no Terceiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. São Paulo, 6 a 9 nov. 2006b.

ESTUDO DA UNICAMP subsidia governo. **Jornal da Ciência**: publicação da SBPC, Rio de Janeiro, n. 3.261, 11 maio 2007.

ETCGROUP. **Nanotech un-gooed!** Is the grey/green goo brouhaha the industry's second blunder? Winnipeg, Estados Unidos: ETCGroup, jul./ago. 2003a. Comunicado.

_____. **Nanotecnologia**: os riscos da tecnologia do futuro. Porto Alegre: L&PM, 2005a.

_____. **No small matter!!** Nanotech particles penetrate living cells and accumulate in animal organs. Winnipeg, Estados Unidos: ETCGroup, maio/jun. 2002. Comunicado.

_____. **No small matter 2**: the case for a global moratorium. Winnipeg, Estados Unidos: ETCGroup, abr. 2003b. Comunicado.

_____. **Size matters**. Winnipeg, Estados Unidos: ETCGroup, abr. 2003c. Comunicado.

ETCGROUP. **Tecnologia atômica**: a nova frente das multinacionais. São Paulo: Expressão Popular, 2004.

_____. **From genomes to atoms the big down**: technologies converging at the nano-scale. Winnipeg, Estados Unidos: ETCGroup, jul./ago. 2003d. Comunicado.

_____. **The potential impact of nano-scale technologies on commodity markets**: the implications for commodity dependent developing countries. Genebra, Suíça: South Center, 2005b.

EVENTO APRESENTA aplicações da nanotecnologia em vários setores. **Com Ciência Revista Eletrônica**: publicação da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, Rio de Janeiro, 6 jul. 2005. Notícias. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/noticias/2005/07/nanotecnologia.htm>> . Acesso em: 13 jan. 2007.

EZZI, D. **Qualitative analysis**: practice and innovation. Crow West, Australia: Allen & Unwin, 2002.

FERNANDES, Florestan. A reconstrução da realidade nas ciências sociais. In: IANNI, O. (Org.). **Florestan Fernandes**. São Paulo: Ática, 1986.

FEYNMAN R. P. **There's plenty of room at the bottom**. Conferência proferida no Encontro Anual da Sociedade Americana de Física, Pasadena, CA, 29 dez. 1959. Pasadena, Estados Unidos: Caltech's Engineering and Science, fev. 1960.

FINALMENTE, a nanotecnologia. **Revista H&C**, São Paulo, 19 abr. 2006. Notas de mercado. Disponível em: < <http://www.freedom.inf.br/notasDetalhe.asp?IdNota=1610>> . Acesso em: 12 jan. 2007.

FISHBINE, G. **The investor's guide to nanotechnology and micromachines**. Nova York: John Wiley & Sons, 2002. 288 p.

FOLADORI, G.; INVERNIZI, N. **Implicaciones sociales de las nanotecnologias**. Zacateca: Universidad Autonoma de Zacateca, 2006.

FOSTER, J. B. **Marx's ecology**: materialism and nature. Nova York: Monthly Review, 2000.

FREITAS JÚNIOR, R. A. **Nanomedicine**. v. 1: Basic capabilities. Austin, Estados Unidos: Landes Bioscience, 1999. 509 p.

GAZETA MERCANTIL, São Paulo, 11 set. 2006. Empresas e Negócios, p. 32.

GIDDENS, A.; BECK, U.; LASH, S. **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Edunesp, 1994.

GOOD, W. J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social**. São Paulo: Nacional, 1979.

GOULD, K. A. et al. **The treadmill of production**: injustice and unsustainability in the global economy. Chicago, Estados Unidos: Cornell University, 2005.

INSTITUTO INOVAÇÃO. **Nanotecnologia**. Belo Horizonte, set. 2005. Disponível em: <<http://www.institutoinovacao.com.br>>. Acesso em: 22 maio 2006.

LACEY, H. **A controvérsia sobre os transgênicos**: questões científicas e éticas. Aparecida do Norte, SP: Idéias & Letras, 2006.

LATOURET, B. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru: Edusc, 2001.

_____. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Edunesp, 2000.

_____. **Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fe(i)tiches**. Bauru: Edusc, 2002.

LATOURET, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEFF, E. **Ecología y capital**. México: Siglo XXI, 1994.

LUKE, Timothy W. **Capitalism, democracy and ecology**: departing from Marx. Chicago, Estados Unidos: University of Illinois, 1999.

MARTINS, H. Risco, incerteza e escatologia: reflexões sobre o *experimentum mundi* em curso. **Episteme**: revista da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, ano 1, n. 1, p. 99-121, dez. 1997/jan. 1998.

MARTINS, P. R. Ecological reconstruction of the industrial society. **Caderno da FNS**, São Paulo, n. 2, p. 45-89, 1998.

_____. **Inovação tecnológica, meio ambiente e sociedade**: o caso dos alimentos transgênicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE SOCIOLOGIA, 22., 1999, Concepción, Chile. **Anais...** Concepción: Alas, 1999.

_____. Introdução a la nanotecnologia. **Revista Arxius de Ciències Socials**, Valença, Espanha, n. 12, p. 141-148, dez. 2005a.

_____. Nanotecnologia. In: CATTANI, A. D.; HOLZNANN, L. (Org.). **Dicionário de trabalho e tecnologia**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2005b. p. 183-186.

_____. Nanotecnologia. In: INFORMAÇÃO, INTERCÂMBIO, ESTUDOS E PESQUISAS. **Nanotecnologia e os trabalhadores**. São Paulo: Iiep, 2006a. p. 21-28.

_____. Nova tecnologia a ser checada pela sociedade. **Scientific América Brasil**, São Paulo, ano II, n. 32, p. 26, 2004.

MARTINS, P. R. Por uma política ecoindustrial. In: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. (Org.). **O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil**. São Paulo: Perseu Abramo, ago. 2001. p. 97-131.

_____. **Trajatórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos e transgênicos no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais)– Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, out. 2000.

_____. Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: do molecular ao global, desenvolvimento recente e perspectiva da nanotecnologia no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SOCIOLOGIA, 11., Campinas, 2003. **Anais...** Campinas: SBS, 2003.

_____. (Coord.). **Revolução invisível**. Desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. São Paulo: Xamã, 2007.

_____. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. Primeiro Seminário Internacional. São Paulo: Humanitas, 2005c.

_____. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente: trabalhos apresentados ao Segundo Seminário Internacional**. São Paulo: Xamã, 2006b.

MARTINS, P. R.; BRAGA, R. Promessas e dilemas da revolução do invisível. **Sociologia**, São Paulo, ano I, n. 5, p. 14-23, 2007.

MATTEDI, M. **Introdução à abordagem sociológica do problema do conhecimento**. Chapecó, RS: Argos, 2006.

MILLER, G. **Nanomaterials, sunscreens and cosmetic: small ingredients, big risk**. Sidney: Friends of the Earth Australia, 2006.

NANOTECNOLOGIA: o futuro da indústria química têxtil. São Paulo: Portal Textilia.net, 30 set. 2003. Disponível em: < http://www.textilia.net/sitenovo/portal_textil/news_textil_detalhe.asp?PLC_cng_ukey=3789441701PMQ1QHE9N&PLC_map_001_c=010101>. Acesso em: 13 jan. 2007.

PARDO, M. **La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodologías**. Madri: Fundamentos, 2002.

QUARESMA, A. **Nanocaos e a responsabilidade global**. São Paulo: Edição do Autor, 2006.

RIBEIRO, M. A revolução em pequena escala. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 90, ago. 2003. Disponível em: < <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=2241&bd=1&pg=1&lg=>>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

ROSAS, V. de B. **Afinal, o que é a Ética?** 2002. Disponível em: < <http://www.mundodosfilosofos.com.br/vanderlei18.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

RUTZKE, C. J. **Nanoscale science and engineering for agriculture and foods systems**. Ithaca, Estados Unidos: Cornell University, 2003.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SANTOS, B. S. **A crítica da razão indolente**: contra o desperdício da experiência. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. **Pela mão de Alice**: o social e o político na pós-modernidade. São Paulo: Cortez, 1996.

SANTOS, L. G. A desordem da nova ordem. In: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. (Org.). **O desafio da sustentabilidade**: um debate socioambiental no Brasil. São Paulo: Perseu Abramo, ago. 2001.

_____. A encruzilhada da política ambiental brasileira. In: D'INCAO, M. A.; SILVEIRA, I. M. (Org.). **A Amazônia e a crise da modernização**. Belém: Museo Paraense Emílio Goeldi, 1994.

SIEGEL, R.; HU, W. E.; ROCO, M. C. (Ed.). **Panel report on nanostructure science and technology**: R & D status and trends in nanoparticles, nanostructured materials, and nanodevices. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1999.

THE ROYAL SOCIETY. **Nanoscience and nanotechnologies**: opportunities and uncertainties. Londres: Royal Academy of Engineering, 2004.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

TOKAR, B. **Redesigning life?** Londres: Zed Books, 2001.

TOMELLINI, R. Nanotecnologia: um ponto de vista da Europa. In: MARTINS, P. R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. Trabalhos apresentados ao Segundo Seminário Internacional. São Paulo: Xamã, 2006. p. 42.

WILLIS, R.; WILSDON, J. **See through science**. Londres: Demos, 2004.

WOOD, S. J. **The social and economic challenges of nanotechnology**. Londres: ESRC, 2003.

ANEXO A – QUESTÕES QUE COMPUSERAM AS ENTREVISTAS

1 Mercado (inovação, financiamento, produtos/setores, execução dos projetos)

- a) Qual a importância da nanotecnologia para a economia brasileira?
- b) Quais seriam as aplicações da nanotecnologia nos diversos setores da economia?
- c) O “mercado” é que deverá decidir quando e como desenvolver nanotecnologia? Por que?
- d) Que instituições deveriam estar envolvidas com o financiamento de pesquisas em nanotecnologia? Por que?
- e) Em sua opinião, quais seriam as principais motivações para os investimentos em nanotecnologia?
- f) Que problemas V. Sa. identifica na execução de projetos de inovação vinculados a nanotecnologia?
- g) O Estado deve-se envolver na formulação de uma política para nanotecnologia? Por que? Quais os limites?

2 Regulação/participação

- a) Em sua opinião, pesquisas relacionadas a novas tecnologias necessitam de um órgão regulador? Por que?
- b) Tem conhecimento do que ocorreu ou vem ocorrendo internacionalmente em relação a este assunto? O que há de especial na nanotecnologia para que se discuta sua regulamentação?
- c) Qual deveria ser a composição de um órgão regulador? Quais as justificativas para esta composição?
- d) Considerando a possibilidade de envolvimento da sociedade e seus representantes, quem deveria ser chamado para opinar e deliberar: Congresso? ONGs? Universidades? Sindicatos patronais e de trabalhadores? Órgãos de defesa do consumidor? Militares? Quais outros?

3 Impactos

- a) Que setores produtivos sofrerão os maiores impactos com a introdução da nanotecnologia e quais setores irão impor os maiores impactos?

Quais as conseqüências destes impactos (emprego, toxicidade de produtos e processos, obsolescência de determinadas indústrias, aumento/diminuição dos preços de produtos, etc.)?

- b) Que riscos estariam associados a esta inovação tecnológica?
- c) Em situações de incerteza quanto aos riscos associados a esta inovação tecnológica, o princípio da precaução deve ser observado?
- d) É possível, nesse caso, maximizar benefícios e minimizar riscos? Como?

4 Comunicação

- a) Esforços relacionados à comunicação com o grande público são pertinentes no caso da nanotecnologia? Como esta questão poderá ser encaminhada?
- b) No caso da nanotecnologia, poderão ocorrer polêmicas similares às dos transgênicos? Por que?
- c) Que possibilidades existem para que as decisões sobre o desenvolvimento da nanotecnologia possam ser tomadas de “baixo para cima”?
- d) O envolvimento da sociedade e de seus representantes em temas ligados à ciência e tecnologia é importante para a sustentação de uma sociedade democrática? Por que?

5 Princípios éticos

- a) Quais princípios éticos são fundamentais para orientar as pesquisas em nanotecnologia? Por que?
- b) Resumidamente, o princípio da precaução diz que, “diante da ausência de evidências científicas que atestem não existirem riscos, é obrigação do Poder Público tomar as medidas cabíveis para evitar os riscos ou para mitigá-los”. Este princípio se aplica no caso das pesquisas em nanotecnologia? Por que?
- c) Como socializar os benefícios de pesquisas em nanotecnologia realizadas com dinheiro público? V. Sa. pode citar algum exemplo em que os resultados das pesquisas realizadas com dinheiro público puderam ser apropriados pela sociedade como um todo? Os procedimentos citados no exemplo se aplicam no caso da nanotecnologia?

ANEXO B – ENTREVISTADOS

Academia:

Adalberto Fazio (IF/USP); Antonio Luciano (IF/UnB); Célio Campolina (Cedeplar/UFGM); Jacobus Swart (FEE/Unicamp); Luiz Nunes (IF/São Carlos); Marcelo Knobel (IF/Unicamp); Marcos Pimenta (Deptº Física/UFGM); Rubens Sinisterra (Deptº Química/UFGM); Ricardo Bentes (IB/UnB).

Políticas Públicas:

Alfredo de Souza Mendes (MCT); Edson Duarte (Dep. Fed. PV); Mario Neto Borges (Fapemig); Mario Salerno (Abdi); Victor Zweibil (MMA).

Empresas:

Alexandre Alves e Tarik Della Santana Mohallem (Nanum); Carlos Eduardo (Oxiten); Jean-Luc Gestesil (Natura); Julio Sergio (Iedi); Kurt Politzer (Getec).

ONGs:

Frank Guggenheim (Greenpeace); Ricardo Verdun (Inesc); Silvia Vignola (Idec).

Sindicatos:

Artur Henrique Santos (CUT Nacional); Jefferson Conceição (Dieese/Cut Nacional); José Zunga Alves de Lima (Afitel); Valter Cauby Endres (Sinpaf).

SOBRE OS AUTORES

Paulo Roberto Martins é sociólogo, mestre em Desenvolvimento Agrícola pelo Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA-UFRRJ), Doutor em Ciências Sociais pelo Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas (IFCH-Unicamp), pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A, coordenador da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), coordenador do projeto “Engajamento Público em Nanotecnologia”.

Richard Domingues Dulley é engenheiro agrônomo pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), mestre em desenvolvimento Agrícola pelo CPDA-UFRRJ e doutor em Ciências Sociais pelo IFCH-Unicamp, pesquisador científico nível VI do Instituto de Economia Agrícola da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Pesquisador da Renanosoma.

Regina Maria Bueno de Azevedo é bacharel em Sociologia e Política pela Fundação Escola de Sociologia e Política. É pesquisadora do IPT e da Renanosoma e atua na área de tecnologia e meio ambiente.

Oswaldo Sanchez Júnior é bacharel e Física pelo Instituto de Física da USP e mestrando em Tecnologia Ambiental pelo IPT. É pesquisador da Renanosoma e atua nas áreas de desenvolvimento de produtos e sistemas para iluminação e eficiência energética.



Impresso por
Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
Rua Itaoca, 130 - Chácara Inglesa
CEP 04140-090 - São Paulo (SP) - Brasil
Tel.: (011) 5072-4872 Tel./Fax: (011) 2276-0895
www.xamaeditora.com.br vendas@xamaeditora.com.br