

REVOLUÇÃO INVISÍVEL

Paulo Roberto Martins (Coordenador)
Adriano Premebida
Richard Domingues Dulley
Ruy Braga

REVOLUÇÃO INVISÍVEL

Desenvolvimento recente da
nanotecnologia no Brasil

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)



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, 9

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL, 11

1 Introdução, 11

2 As redes de pesquisa em nanotecnologia, 12

3 Outras ações, 43

4 Fundos setoriais, 89

5 Sobre a Renanosoma, 94

SOBRE OS AUTORES, 103

“A nave espacial terra é movida por quatro motores associados e, ao mesmo tempo, descontrolados: ciência, técnica, indústria e capitalismo (lucro).

O problema está em estabelecer um controle sobre estes motores: os poderes da ciência, da técnica e da indústria devem ser controlados pela ética, que só pode impor seu controle por meio da política”.

Edgard Morin, *Por uma globalização plural*

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho faz parte do projeto Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal, aprovado pelo *Edital MCT/CNPq n° 13/2004*, com recursos de R\$ 25 mil, parte destes destinados à impressão deste livro.

O desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil é aqui retratado no período de 2001 a 2006. Os dados utilizados são provenientes de fontes oficiais e de arquivos dos pesquisadores da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma).

O trabalho abrange a apresentação e análise de vários editais públicos de chamadas a propostas de projetos, seus resultados, a constituição do Programa BrasilNano, a instituição de seu conselho, a proposta do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, Fundos Setoriais e a constituição e desenvolvimento da Renanosoma.

O leitor terá uma visão crítica do processo de desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil do século XXI, em que as concepções encobertas pelo manto do pensamento único serão explicitadas, para que a transparência deste processo chegue aos diversos atores sociais interessados neste processo.

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

1 Introdução

Toda periodização utilizada para determinar quando algo surge na ciência e tecnologia (C&T) de um país é problemática, por se tratar de um recorte da história. Sempre é possível identificar que a origem de um evento na verdade remonta a um período anterior ao mais comumente admitido.

Feita esta ressalva, vamos aqui definir que o histórico adotado neste trabalho para caracterizar o desenvolvimento recente da nanociência e nanotecnologia no Brasil teve início no século XXI, mais precisamente em 2001, com o *Edital CNPq Nano n° 01/2001*¹, que previa a constituição de quatro redes de pesquisa em nanotecnologia cujo valor orçado foi de R\$ 3.000.000,00, embora possam ser constatados investimentos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em equipamentos para técnicas de crescimento epitaxial de semicondutores, realizados em 1987, e teses no campo da nanociência e nanotecnologia, como por exemplo as defendidas na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desde 1992². Portanto, é sabido que pesquisadores individuais ou mesmo grupos de pesquisas existiam e produziam nanociência e nanotecnologia no Brasil anteriormente à existência das quatro redes cooperativas de pesquisas em nanociência e nanotecnologia.

Também é preciso ressaltar que, quando se apresenta o desenvolvimento de um dado setor econômico ou de uma dada área de C&T baseada apenas em fontes oficiais, certamente se apresenta uma parte do todo,

¹ BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Edital CNPq Nano n° 01/2001**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/nanociencia.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

² Documento da Unicamp com a relação das teses defendidas entre 1992 a 2005 encontra-se disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/33353.html>>. Acesso em: 12 set. 2006.

ou seja, aquela parte que reflete apenas a visão oficial sobre o processo de desenvolvimento em questão³.

Assim sendo, este tópico será apresentado na forma de análise crítica, fundamentada nos dados oficiais do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e do CNPq, e também fará referências a números, dados, fatos que não estão retratados nas fontes oficiais. É o que podemos denominar história da nanotecnologia “não contada”, oculta e muitas vezes ignorada propositalmente como forma de materializar a disputa existente entre as diversas áreas do conhecimento (exatas, biológicas e humanas) sobre o que é o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil e quem são seus protagonistas.

A demonstração deste trabalho será realizada por um conjunto de pesquisadores que se vem dedicando a tornar a nanotecnologia objeto de estudo das ciências humanas e, com isto, contribuir para a produção de conhecimentos científicos sobre este tema, tornando efetivamente a nanotecnologia uma atividade multidisciplinar.

2 As redes de pesquisa em nanotecnologia

Certamente, este é um marco no desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, o mais importante em termos de articular recursos humanos e financeiros. O *Edital CNPq Nano n° 1/2001* tornou-se a primeira ação do Estado brasileiro centrada na organização desta atividade. Seu objetivo era

Fomentar a constituição e consolidação de Redes Cooperativas Integradas de Pesquisa Básica e Aplicada em Nanociências e Nanotecnologias, organizadas como centros virtuais de caráter multidisciplinar e abrangência nacional, doravante denominadas Redes, através do apoio a projetos de pesquisa científica e/ou de desenvolvimento tecnológico, em temas selecionados nas linhas de pesquisa em nanociências e nanotecnologias para 2001-2002.⁴

É preciso explicitar que o caráter multidisciplinar atribuído à nanociência e à nanotecnologia nunca incorporou as ciências humanas, e que

³ Esta parte está disponível no sítio do Ministério da Ciência e Tecnologia: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/727.html> >, materializada em vários relatórios, editais, portarias, e por isto não será o objetivo central neste documento.

⁴ BRASIL (2001).

aquelas sempre foram entendidas e praticadas com a exclusão da área de humanidades.

Por meio destas redes, pretendia o Estado brasileiro:

- i) dar início a um processo de criação e consolidação de competências nacionais;
- ii) identificar grupos ou instituições de pesquisa que desenvolvam ou possam vir a desenvolver projetos relacionados com a área de nanociências e nanotecnologias; e
- iii) estimular a articulação desses grupos e instituições com empresas potencialmente interessadas ou atuantes no setor, além de seu intercâmbio com centros de reconhecida competência no País e no exterior⁵

Embora os recursos fossem públicos, no montante de R\$ 3 milhões, para propostas em materiais nanoestruturados, nanobiotecnologia/nanoquímica e nanodispositivos, o edital indicava que as redes deveriam articular os diferentes atores e agentes públicos e privados relevantes para o desenvolvimento da área de nanociências e nanotecnologias no Brasil:

Essas redes deverão articular os diferentes atores e agentes públicos e privados capazes de contribuir para a identificação, qualificação e solução de problemas relevantes para o desenvolvimento da área de nanociências e nanotecnologias no Brasil. Para tanto, esta chamada disponibiliza de modo integrado o conjunto de instrumentos operados pelo CNPq. Deverão ter prioridade de atendimento as propostas que apresentem soluções inovadoras do ponto de vista do arranjo institucional proposto para, entre outros objetivos, iniciar um processo de consolidação dos grupos já atuantes no tema, estimulando-os a exercer um papel de relevância na formação e capacitação de recursos humanos especializados em todos os níveis e no apoio a grupos emergentes ou em formação.⁶

Este é um ponto importantíssimo de ser ressaltado, pois explicita uma concepção dominante em todo o processo de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil até março do 2007, quando da redação final do presente trabalho. A concepção hegemônica encontrada em todas as ações relativas ao desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil a partir do *Edital CNPq Nano n° 01/2001* é a de que quem é capaz

⁵ BRASIL (2001).

⁶ BRASIL (2001).

de contribuir para a identificação, qualificação e solução dos problemas relevantes a esse desenvolvimento são aqueles que estão na academia fazendo nanociência e nanotecnologia, aqueles que estão fazendo políticas públicas em nanociência e nanotecnologia no âmbito do Estado brasileiro e o setor empresarial (o parceiro que sempre se busca), seja em termos de associações representativas de segmentos do setor ou especificamente representantes de empresas.

Embora os recursos públicos aplicados no desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia sejam oriundos dos impostos pagos pela sociedade, os atores e agentes que contribuem e decidem os rumos do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil não abarcam os atores e agentes sociais tais como entidades de defesa do interesse difuso da sociedade (meio ambiente, saúde, consumidor), entidades representativas dos trabalhadores (como centrais sindicais, sindicatos e seus órgãos de assessoria), entidades de defesa dos direitos humanos, entidades relativas ao direito à saúde, entidades de defesa da participação popular, entidades religiosas, etc.

O desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil, portanto, nasceu e permanece até o presente sob a égide de que não deve haver controle social sobre ele. Quem deve decidir são os “especialistas no assunto”, o Estado – mais especificamente o MCT – e segmentos empresariais que conseguem acesso a conselhos e/ou decisões ministeriais⁷. Esta é a concepção de desenvolvimento de nanociência e nanotecnologia no Brasil que se inicia com o *Edital CNPq Nano n° 01/2001* e se perpetua nos demais editais voltados à área.

Sete idéias estão sempre presentes nos diversos editais que compuseram este processo de desenvolvimento de nanociência e nanotecnologia, em termos de objetivos a serem alcançados. São elas:

- 1) incrementar o desenvolvimento científico e tecnológico;
- 2) incrementar a competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileira;
- 3) desenvolvimento regional equânime;

⁷ No que tange a ritmo, ações e recursos para nanociência e nanotecnologia, há um intenso descompasso entre o MCT e os demais ministérios, o que implica que a política do governo federal para nanociência e nanotecnologia seja a política do MCT, mesmo após o advento da política industrial e de comércio exterior, instrumento que define as ações governamentais no campo da industrialização e do comércio exterior .

- 4) integrar a pesquisa realizada pelo setor público (universidades, centro de pesquisas), privado e empresas;
- 5) criação de empregos qualificados;
- 6) incrementar o nível tecnológico das empresas brasileiras;
- 7) incrementar o desenvolvimento econômico brasileiro.

A síntese destes objetivos pode ser assim representada: as novas tecnologias levam às inovações; estas necessariamente implicam aumento da competitividade de empresas, indústrias, países, o que, por sua vez, assegura o crescimento econômico, que vai redundar em mais bem-estar social. Portanto, a visão hegemônica atribui uma causalidade linear entre as variáveis, configurando o chamado modelo linear de inovação:

novas tecnologias => inovação => mais competitividade => mais crescimento => mais qualidade de vida

Assim sendo, uma política de C&T e/ou de nanociência e nanotecnologia acaba por ser entendida como uma política social. Esta é a segunda concepção que permeia toda a visão do desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia no Brasil presente nos diversos editais.

Por fim, cabe ressaltar uma terceira percepção embutida nestes editais, que se refere a que o desenvolvimento da nanotecnologia é algo inexorável, já dado e que o Brasil não pode “perder o bonde da história”. Não há questionamentos a serem feitos a esta trajetória tecnológica, *a priori* admitida como a mais eficiente, encarada como *one best way* (o melhor caminho).

Em resumo, o desenvolvimento recente da nanociência e nanotecnologia no Brasil caracteriza-se por estar concebido nos seguintes termos:

- 1) exclusão de participação e controle social;
- 2) novas tecnologias, inovação, competitividade, crescimento econômico levam necessariamente a mais bem-estar social;
- 3) não se pode “perder o bonde da história” da nanotecnologia e/ou questionar esta trajetória tecnológica.

Segundo o *Relatório nanotecnologia, investimento, resultados e demandas* (BRASIL, 2006b), elaborado pela Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia,

As iniciativas do governo focadas na área de nanotecnologia iniciaram-se em 2001, quando foram criadas as 4 redes de pesquisa. Este edital recebeu 27 propostas e aprovou 12 delas, que foram agrupadas nas 4 redes de pesquisas constituídas.

A abrangência interdisciplinar atinge os campos da física, química, matemática, medicina, biologia, engenharias, ciências dos materiais e tecnologia da

informação. Como podemos observar, as ciências humanas não estão contempladas nestas quatro redes.

Essa iniciativa permitiu o mapeamento das competências nacionais. Entre 2002 e 2005, as redes envolveram 300 pesquisadores, 77 instituições de ensino e pesquisa, 13 empresas, além de publicar mais de mil artigos científicos e depositar mais de 90 patentes.⁸

Também é preciso realçar que, de 2001 a 2005, estas redes receberam R\$ 3 milhões em decorrência do *Edital CNPq Nano nº 01/2001*, que as criou. Dois termos aditivos foram firmados. O primeiro deles em 2003, no valor de R\$ 5 milhões, e o segundo em 2004, no montante de R\$ 1.800.000,00. Portanto, de 2001 a 2005 as quatro redes de pesquisas receberam o total de R\$ 9.800.000,00⁹.

De forma desagregada por rede, o Quadro 1 indica os resultados obtidos por cada uma das redes:

Quadro 1. Resultados obtidos por rede de pesquisas

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

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

* não fornecido

Este texto não tem o objetivo de analisar o desempenho de cada uma das redes (trabalho que deveria ser realizado pelo MCT/CNPq e tornado público), mas sim apresentar alguns dados referentes a elas.

1 Rede de Nanobiotecnologia

- Coordenador: Nelson Duran
- Instituição: Unicamp; Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)
- Objetivos gerais:

⁸ BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatório nanotecnologia, investimento, resultados e demandas**. Brasília, jun. 2006b. p. 3. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/8075.pdf> . Acesso em: 11 jan. 2007.

⁹ BRASIL (2006b, p. 8-9).

a) desenvolvimento de novos métodos de preparação de fármacos encapsulados em nanopartículas: tratamento de câncer, tuberculose, leishmaniose e esquistossomose;

b) síntese e caracterização de fluidos magnéticos com aplicação em diagnóstico e terapias em câncer;

c) métodos instrumentais em materiais nanoestruturados com finalidade de caracterização de nanoestruturas e aplicação em diagnósticos.

- Subáreas:

a) farmacêuticos e terapias: liberação controlada de fármacos, coordenada pela professora Silvia S. Guterres (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS);

b) diagnósticos e terapias: materiais magnéticos – fluidos magnéticos, coordenado pelo professor Paulo César de Moraes (Universidade de Brasília – UnB);

c) diagnóstico e instrumental, coordenado pelo professor Luiz H. C. Mattoso (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa).

2 Rede de Nanodispositivos, Semicondutores e Materiais Nanoestruturados (NanoSemiMat)

- Coordenador: Eronides F. da Silva Júnior

- Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe)

- Objetivos:

a) síntese, crescimento e/ou deposições de materiais nanoestruturados: formação de sistemas multicamadas e estruturas de dispositivos nanoeletrônicos à base de materiais semicondutores híbridos;

b) física de interfaces, tecnologia MOS, ruptura dielétrica interação (geração) da radiação com (por) nanodispositivos e materiais nanoestruturados;

c) propriedades óticas, vibracionais e fenômenos de transporte 3D e 2D em sistemas semicondutores diversos;

d) inovações em técnicas, processos e simulações de nanoestruturas semicondutoras artificiais 0-3D e lasers, LEDs, fotodetetores, etc.;

e) uso de técnicas teóricas para o estudo de novos fenômenos em nanoestruturas e nanodispositivos: *ab initio*, massa efetiva, dinâmica molecular, Monte Carlo (quântico), percolação, etc.;

f) produção de componentes, dispositivos e semicondutores discretos: para aplicações a sensores, na optoeletrônica e áreas afins. Outras aplicações de semicondutores, polímeros, cerâmicas e materiais porosos.

3 Rede Nacional de Materiais Nanoestruturados

- Coordenador: Israel Baumvol
- Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Objetivos: a rede optou por eleger internamente 12 projetos para sua execução, os quais caracterizam os objetivos de estudo. Foram eles:
 - a) síntese, caracterização e manipulação de nano-objetos;
 - b) efeito de adsorção de gases na condutividade elétrica de nanotubos de carbono;
 - c) nitretação de dielétricos alternativos ao óxido de silício;
 - d) pontos-quânticos autoformados, crescimento, caracterização e dispositivos;
 - e) fabricação e caracterização de pontos quânticos auto-organizados;
 - f) estruturas de pontos quânticos para fotodeteção no infravermelho médio;
 - g) novo sistema de injeção de *spin* em nanoestruturas semicondutoras;
 - h) estudos de dicronismo circular magnético de nanosistemas com luz síncrotron;
 - i) estruturas e magnetismo em sistemas epitaxiais com metais 3D;
 - j) desenvolvimento de *microsquids* para o estudo de nanoobjetos magnéticos isolados;
 - l) transporte quântico de *spin* e resposta magnética em sistemas nanoscópicos;
 - m) spintrônica; modelagem computacional de materiais.

4 Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces (Renami)

- Coordenador: Oscar M. Malta
- Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
- Objetivos gerais: estudar e desenvolver sistemas de nanotecnologia molecular e materiais nanoestruturados.
- Objetivos específicos:
 - a) caracterização e estudos das propriedades físico-químicas de interfaces e funcionalização de superfícies;
 - b) modelagem, preparação e caracterização de sistemas moleculares e supercondutores com funcionalidade;
 - c) preparação de materiais híbridos para serem utilizados como materiais magnéticos e materiais fotônicos.

Estas quatro redes de pesquisas cooperativas encerraram suas atividades oficialmente ao final de outubro de 2005.

A continuidade da ação governamental neste campo de fomento e constituição de redes de pesquisas cooperativas em nanociência e nanotecnologia deu-se mediante o *Edital MCT/CNPq n° 29/2005*. Segundo relatório da Coordenação de Nanotecnologia do MCT¹⁰, em 2005 o *Edital MCT/CNPq n° 29/2005* criou dez redes (Programa Rede BrasilNano), que apresentaram uma demanda de R\$ 27,2 milhões em quatro anos. Os recursos foram provenientes de fundos setoriais e da ação orçamentária (PPA 2004-2007) Apoio a Redes e Laboratórios de Nanotecnologia. As dez redes contempladas estão a seguir discriminadas. Estas redes encontram-se em fase inicial de execução: suas atividades concentram-se na aquisição de equipamentos, eventos de integração e implementação da infra-estrutura adequada. Portanto, até o primeiro semestre de 2006 não houve resultados concretos nas redes, como produtos, processos de patentes ou serviços.

Segundo o edital, as redes seriam submetidas às disposições da Portaria MCT n° 614, de 1° de dezembro de 2004, que instituiu a Rede BrasilNano. O *Relatório nanotecnologia, investimento, resultados e demandas* (BRASIL, 2006b), que temos utilizado neste trabalho, permite-nos construir uma breve apresentação de tais redes, mostrando seus objetivos para que o leitor possa ter uma noção do que cada uma delas pretende executar ao longo dos quatro anos de sua existência.

1 Rede de Nanofotônica

- Coordenador: Anderson Steves Leônidas Gomes
- Instituição de origem: Ufpe
- Objetivos: desenvolvimento, caracterização (novas técnicas, inclusive imagem em nanoescala) e aplicações de alguns tipos de materiais ópticos nanoestruturados, bem como suas aplicações em nanobiofotônica.
- Foco: desenvolvimento, caracterização e aplicações de alguns tipos de materiais ópticos nanoestruturados, bem como suas aplicações em nanobiofotônica, cujo impacto poderá induzir ao desenvolvimento de processos e técnicas inovadoras nestas áreas.

2 Rede de Pesquisa em Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados

- Coordenador: Eudenilson Lins de Albuquerque
- Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

¹⁰ BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Dados sobre as redes do Programa NanoBrasil**. Brasília, ago. 2006a. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/730.html>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

- Objetivos:

a) atividades em nanobiotecnologia: nanomarcadores para aplicações biológicas; nanotubos de carbono: caracterização e bioaplicações; nanossistemas para entrega de drogas; cristais de aminoácidos, proteínas e bases do DNA/RNA: crescimento, caracterização, cálculos *ab initio* e aplicações.

b) atividades em sistemas nanoestruturados: nanoeletrônica baseada no DNA e termodinâmica do DNA; *design* de nanoestruturas moleculares; sistemas magnéticos nanoestruturados; filmes e sistemas nanoestruturados de dimensionalidade reduzida.

- Foco: dispositivos nanoeletrônicos e ferramentas com várias aplicações: sensores, diagnóstico, terapêutica, etc.

3 Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces

- Coordenador: Oscar Manoel Loureiro Malta

- Instituição: Ufpe

- Objetivos: pesquisar e desenvolver filmes finos e interfaces; química molecular e supramolecular; eletrônica e fotônica moleculares.

- Foco: química molecular e supramolecular; filmes finos e interfaces; eletrônica e fotônica moleculares; materiais nanoestruturados moleculares.

4 Rede Nanotubos de Carbono: Ciência e Aplicações

- Coordenador: Marcos Assunção Pimenta

- Instituição de origem: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

- Objetivos: produzir, caracterizar, estudar propriedades físicas e químicas fundamentais e desenvolver alguns dispositivos à base de nanotubos de carbono.

- Foco: não se aplicou esta questão, segundo as fontes de dados aqui utilizadas.

5 Rede Nanocosméticos: do Conceito às Aplicações Tecnológicas

- Coordenadora: Sílvia S. Guterres

- Instituição de origem: UFRGS

- Objetivos: consolidar a Rede Nanocosméticos, visando ao desenvolvimento de competência no setor e a capacitação do país em tecnologias necessárias ao desenvolvimento de sistemas supramoleculares e nanoestruturados destinados à elaboração de produtos cosméticos, cosmeceúticos e dermatológicos, o estímulo aos estudos básicos para compreensão do comportamento dos nanocosméticos em alvos biológicos, a formação de recursos humanos nessa área por meio de uma abordagem multidisciplinar e inter-institucional, assim como o estímulo à proteção de propriedade

intelectual pelo patenteamento de produtos e processos para futura transferência de tecnologia, por meio de parcerias com empresas do setor e constituição de novos empreendimentos de base tecnológica.

- Foco: desenvolvimento tecnológico de produtos de base nanotecnológica para aplicação cutânea.

6 Rede de Microscopia de Varredura Eletrônica – *Software* e *Hardware*
Abertos

- Coordenador: Gilberto Medeiros-Ribeiro
- Instituição: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS)
- Objetivos: difundir a técnica de microscopia de varredura de sondas (SPM), por duas iniciativas complementares:

a) aquisição de um sistema de microscopia de força atômica e de tunelamento, em processo de instalação na UFMG, com acesso a todos os membros da rede;

b) implementação de uma plataforma de SPM que seja aberta, baseada em Linux, em que cada nó da rede tenha uma iniciativa independente e complementar. Pretende-se construir no mínimo dois a três instrumentos até o final da rede.

- Foco: para desempenhar as atividades “a” e “b” de maneira independente, a rede se subdivide em uma fração que corresponde a usuários e outra que corresponde a desenvolvedores de *hardware/software*.

As atividades em “a” iniciam-se neste mês de agosto [de 2006], durante o período de instalação do instrumento na UFMG. Isto também permitirá que as atividades “b” sejam realizadas, haja vista que os empenhos terão sido realizados, e, na ausência de incertezas quanto à operação do novo sistema, o montante restante poderá ser finalmente distribuído entre os diversos nós da rede para o desenvolvimento de cada plataforma.

As atividades “b” sempre existiram de maneira não-coordenada, oriundas de iniciativas de diversos grupos espalhados pelo país. O propósito que originou esta rede foi fundamentalmente o de catalisar estas iniciativas de construção de microscópios em um único esforço, em que houvesse a complementaridade de atividades entre os diversos nós. O foco desta atividade centra-se em duas principais atividades: sistema de varredura básico e comum a todos, consistindo de *software* e sistema DSP, assim como piezos e amplificadores de alta tensão; e desenvolvimento de interfaces dedicadas a cada problema, como, por exemplo, microscopia de tunelamento em ultra-alto vácuo, microscopia confocal Raman, microscopia de microondas por campo próximo, etc.

7 Rede de Pesquisa em Simulação e Modelagem de Nanoestruturas

- Coordenador: Adalberto Fazio
- Instituição: Universidade de São Paulo (USP)
- Objetivos: desenvolver métodos numéricos para modelagem de estruturas nanométricas.
- Foco: diretamente ligado a modelagens.

8 Rede Cooperativa de Pesquisa em Revestimentos Nanoestruturados

- Coordenador: Fernando Lázaro Freire Júnior
- Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)
- Objetivos: desenvolver a pesquisa básica, experimental e teórica visando ao estudo de diferentes tipos de revestimentos nanoestruturados, multicamadas, revestimentos à base de carbono e diamante ultranano-cristalino, que propiciem o aumento de desempenho de partes metálicas e plásticas (polímeros) com várias aplicações em potencial, em particular na indústria de máquinas e equipamentos, na instrumentação biomédica, na indústria automotiva e aeroespacial.
- Foco: revestimentos nanoestruturados.

9 Rede de Pesquisa Nanoglicobiotecnologia

- Coordenadora: Maria Rita Sierakowski
- Instituição: Universidade Federal do Paraná
- Objetivos: utilizar polissacarídeos naturais oriundos da vasta biodiversidade brasileira, quer de algas, exsudatos, sementes e exoesqueletos na forma natural ou derivatizada, para a preparação de materiais nanoestruturados como nanopartículas, filmes finos ou nanocompósitos, com o intuito de desenvolver novos produtos e processos de interesse para a nanotecnologia e nanobiotecnologia, implementando-os para aumentar a competitividade de conhecimentos, e capacitando pessoal para o aproveitamento das oportunidades científicas, tecnológicas e econômicas.
- Foco: polissacarídeos para o desenvolvimento de nanomateriais para liberação controlada de drogas (antimalária e câncer), desenvolvimento de vacina oral para o rotavírus e de filmes nanoestruturados.

10 Rede Nanobiomagnetismo

- Coordenador: Paulo César de Moraes
- Instituição: não informada
- Objetivos: biocompósitos; fluidos magnéticos biocompatíveis.
- Foco: não informado pela rede.

Como já foi assinalado neste trabalho, estas redes de pesquisas cooperativas em nanociência e nanotecnologia fazem parte da Rede BrasilNano, que, por sua vez, é um dos elementos do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.

A seguir apresentamos: a) a proposta de documento para a criação da Rede BrasilNano, que não foi levada a consulta pública e circulou, de forma restrita, entre alguns pesquisadores para recebimento de contribuição crítica (não-absorvida); b) a contribuição crítica encaminhada por Paulo R. Martins à coordenação de nanotecnologia do MCT; c) a *Portaria MCT n° 614*, que criou a rede indicada; seguida da d) *Portaria MCT n° 192/2005*, designando os membros do Conselho Diretor da Rede BrasilNano.

O intuito da publicação integral dessa portaria, com as observações encaminhadas do coordenador da Renanosoma (destacadas em *itálico*) e mais a contribuição crítica que detalha os pontos observados na proposta de portaria (numeração entre colchetes) é contribuir para que o leitor possa analisar o documento e identificar as diferentes concepções políticas e sociais referentes a este importante instrumento que conduz o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil.

a) proposta de portaria MCT

O ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, no uso de suas atribuições, resolve instituir a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, que se regerá pela normas da presente Portaria:

Art. 1º. A Rede BrasilNano tem por finalidade fomentar o avanço científico-tecnológico e da competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileiras, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas, *centrais sindicais e entidade da sociedade civil voltadas a defesa dos interesses difusos da sociedade*, com vistas à formação de recursos humanos, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do país, à preservação do meio ambiente e à melhoria da qualidade de vida da população brasileira, por meio da constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento focadas em Nanociência e Nanotecnologia, em suas aplicações inovadoras em produtos e processos nanotecnológicos, *no estudo de políticas públicas e de impactos econômicos, sociais, ambientais e éticos da Nanotecnologia.*[1]

Parágrafo único – A Rede BrasilNano será estruturada em redes de pesquisa temática, de duração limitada a até quatro anos, constituídas mediante editais competitivos de chamada de projetos, abertos para a comunidade científico-tecnológica, o setor produtivo e a sociedade civil organizada em entidades de defesa dos direitos difusos e dos trabalhadores [1], nos termos da legislação vigente e desta Portaria, focadas na busca de soluções para problemas específicos de pesquisa básica ou aplicada, de natureza técnico-científica ou social.

Art. 2º. Fica instituída a estrutura para a Rede BrasilNano, que será supervisionada por um Conselho Diretor e gerenciada pelos coordenadores-executivos de cada rede.

§ 1º A Rede BrasilNano terá a duração de seis anos, a partir da data de publicação desta Portaria, podendo ter sua duração renovada por mais quatro anos, por decisão do Ministro da Ciência e Tecnologia.

§ 2º O MCT lançará, anualmente, na medida das disponibilidades orçamentárias do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, editais de chamada de projetos, *contemplando as ciências biológicas, exatas e humanas*. [2]

§ 3º A Rede BrasilNano será avaliada a cada dois anos por comissão independente, composta por especialistas da área, designada pelo ministro de Estado da Ciência e Tecnologia e que a ele se reportará de forma conclusiva sobre seus resultados e a conveniência de aperfeiçoar sua estrutura e operação, bem como sobre lhe dar continuidade.

Art. 3º. Os membros do Conselho Diretor, que terá a seguinte composição, serão nomeados pelo ministro da Ciência e Tecnologia: [3]

I – o secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do MCT, que o presidirá;

II – um diretor da Financiadora de Estudos e Projetos;

III – um diretor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

IV – o presidente do Fórum de Secretários Estaduais de Ciência e Tecnologia;

V – o presidente do Fórum de Fundações de Amparo à Pesquisa;

VI – um representante do Ministério do Meio Ambiente;

VII – um representante do Ministério da Saúde;

VIII – um representante do Ministério da Educação;

IX – um representante indicado conjuntamente pela [Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras] Anpei,

[Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica] Abipti e [Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores] Anprotec;

X – três pesquisadores brasileiros de notória competência, não-beneficiários da Rede BrasilNano, *sendo um de cada área das ciências biológicas, exatas e humanas por indicação de seus pares* e escolha do ministro da Ciência e Tecnologia;

XI – *dois* representantes de setores industriais geradores e usuários da Nanotecnologia, incluindo necessariamente representante de pequenas e médias empresas, por escolha do ministro da Ciência e Tecnologia;

XII – *um representante indicado por entidade de defesa dos interesses difusos da sociedade, de caráter nacional, escolhido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia;*

XIII – *um representante indicado por central sindical escolhida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia.*

§ 1º O mandato dos membros deste conselho é de caráter institucional, com o mesmo prazo de vigência a todos os conselheiros. A ausência de conselheiro em duas reuniões consecutivas deste conselho implicará a automática substituição da entidade que representa por outra entidade indicada por este conselho.[4]

§ 2º O Conselho Diretor será secretariado pelo gerente do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, do Plano Plurianual (PPA) 2004-2007.

§ 3º O Conselho Diretor se reunirá ordinariamente duas vezes ao ano e, extraordinariamente, quando convocado por seu presidente ou por maioria simples de seus membros.

Art. 4º. Ao Conselho Diretor compete:

I – deliberar sobre os macro-objetivos a serem alcançados pelas redes vinculadas à Rede BrasilNano, tendo em vista a Nanotecnologia como área portadora de futuro, as demandas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, de políticas públicas, *de preservação e recuperação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida da população brasileira;* [5]

II – fornecer as diretrizes a serem adotadas pelas agências CNPq e Finep nos editais de chamada de projetos de redes, respeitados os macro-objetivos previamente definidos, bem como participar e acompanhar os processos de seleção;

III – aprovar a estratégia de implementação dos projetos das redes;

IV – aprovar a política de recursos humanos envolvidos na Rede BrasilNano, à qual serão alocadas quotas de bolsas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico *destinadas às áreas de ciências biológicas, exatas e humanas*; [6]

V – aprovar, acompanhar e avaliar anualmente a alocação dos recursos e bolsas disponibilizados pelo MCT e suas agências nas diversas redes vinculadas à Rede BrasilNano, por solicitação dos coordenadores-executivos, em consonância com o Plano Plurianual e as diretrizes das demais fontes de recursos;

VI – acompanhar e avaliar periodicamente, se necessário por meio de assessores externos, a execução dos trabalhos das redes;

VII – deliberar, quando for o caso, sobre as questões omissas nesta Portaria, pertinentes à Rede BrasilNano e às operações das redes.

§ 1º O Conselho Diretor deliberará, com a presença de seu presidente, com quorum não inferior a dois terços de seus membros.

§ 2º Nas matérias de que tratam os incisos I, II, V e VII deste artigo, o Conselho Diretor deliberará por maioria de dois terços de seus membros efetivos.

Art. 5º. O coordenador-executivo de cada rede, pesquisador de reconhecida competência nas áreas de atuação da Rede BrasilNano, será eleito pelos membros da respectiva rede e designado pelo secretário de Políticas e Programas em Pesquisa e Desenvolvimento.

Parágrafo único. O coordenador-executivo terá mandato de dois anos, renovável a critério *dos membros da respectiva rede*. [7]

Art. 6º. Ao coordenador-executivo incumbe:

I – indicar, para designação pelo Conselho Diretor, até dois coordenadores-adjuntos que o auxiliarão nas tarefas de gerenciamento da respectiva rede;

II – preparar matérias que devam ser submetidas à aprovação do Conselho Diretor;

III – cumprir as determinações do Conselho Diretor;

IV – definir as competências de seus adjuntos e designar seu substituto eventual;

V – tomar as decisões necessárias para o bom funcionamento da respectiva rede, ressalvadas as competências das instituições participantes e as decisões do Conselho Diretor *e do Comitê Técnico*; [8]

VI – representar a respectiva rede, ou designar representante, junto a outras instituições, em grupos de trabalho e eventos;

VII – articular a integração entre as instituições e pesquisadores participantes, promovendo o caráter multidisciplinar e multi-institucional da respectiva rede, bem como promover a articulação com outras redes.

Art. 7º. Os pesquisadores da Rede BrasilNano reunir-se-ão com periodicidade não superior a um ano, para uma apresentação *de relatórios e* [9] de trabalhos realizados e uma ampla discussão dos objetivos, meios e resultados da Rede BrasilNano.

Parágrafo único. A Rede BrasilNano manterá um portal Internet, como meio de interação entre seus pesquisadores, divulgação das pesquisas e dos resultados obtidos, bem como das avaliações e acompanhamento da rede.

Art. 8º. O MCT alocará, anualmente, à Rede BrasilNano recursos para apoio administrativo das redes de pesquisa, procedentes do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia e de outras fontes.

Art. 9º. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Eduardo Campos

b) contribuição crítica

[1] É preciso que no Art I fique explícito que as interações entre os centros de pesquisas não podem ser exclusivamente com as empresas. Aqui há uma questão de fundo. O dinheiro arrecadado da sociedade como um todo não pode ser apropriado exclusivamente para dar suporte à interação entre centros de pesquisas e empresas. Os recursos públicos também têm de estar abertos a proporcionar a interação entre centro de pesquisas e centrais sindicais e entidades de defesa dos interesses difusos da sociedade, pois a nanotecnologia impactará o universo do trabalho, meio ambiente, relações de consumo, saúde humana, etc. Assim como não se trata apenas de desenvolver o país, mas, concomitantemente, de preservar, recuperar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida da população. Portanto, são necessários estudos de políticas públicas e de impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos.

[2] É preciso explicitar que as três áreas – biológicas, exatas e humanas – de produção científica serão contempladas.

[3] Artigo 3º: na constituição do conselho, é preciso ter como referência o princípio da paridade entre o Estado e a sociedade. Assim sendo, o conselho proposto teria oito representantes de cada lado. Com isto, assegura-se um caráter mais democrático a este conselho. Creio ser imprescindível a participação dos Ministérios do Meio Ambiente, Saúde e Educação pela relação

direta que têm com o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Outro princípio a ser seguido é de que as instituições são escolhidas pelo MCT, mas os representantes são escolhidos pelas próprias instituições. No caso dos três pesquisadores científicos, tanto a [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior] Capes como o CNPq já têm estabelecidos mecanismos de consulta nos quais os pares indicam nomes a serem escolhidos, neste caso, pelo MCT.

[4] Parágrafo I do Artigo 3º: é preciso que este conselho seja para valer. Ao aceitarem a indicação, tanto a parte do Estado como a da sociedade devem ter claro que não comparecendo a duas reuniões consecutivas serão substituídos automaticamente, inclusive seu presidente. Não se pode criar um órgão e depois terceirizar a representação ou não comparecer às reuniões.

[5] Artigo 4º Inciso I: a nanotecnologia também deve ter como macro-objetivo a preservação e recuperação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

[6] Artigo 4º Inciso IV: deve-se explicitar que as bolsas serão distribuídas para as três áreas da ciência.

[7] Artigo 5º Parágrafo Único: quem deve definir se o coordenador terá mais dois anos de atividade enquanto tal são os membros da rede. Ao conselho é vedado determinar quem será o coordenador de rede. Isto assegura que o princípio democrático vigente na sociedade brasileira permaneça válido. Quem define a reeleição de um prefeito são os municípios e não a câmara municipal.

[8] Não há na portaria qualquer referência ao que seja o comitê técnico e quais suas funções. Por isto, há que retirar tal expressão.

[9] É preciso não transformar o pesquisador em um produtor de relatórios para a análise da burocracia superior. Todos os projetos de pesquisa já implicam a produção de um relatório. Os encontros devem servir para potencializar as pesquisas e discutir seus rumos estratégicos.

c) portaria oficial aprovada pelo MCT

Portaria MCT n° 614, de 1º de dezembro de 2004.¹¹

Institui a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvi-

¹¹ *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção I, p. 10, 8 dez. 2004a.

mento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, no uso de suas atribuições, resolve:

Art. 1º. Instituir a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento de Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, que se regerá pela normas da presente Portaria.

Art. 2º. A Rede BrasilNano tem por finalidade fomentar o avanço científico-tecnológico e de competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileiras, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas com vistas à formação de recursos humanos, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do país por meio da constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento focadas em Nanociência em Nanotecnologia, em suas aplicações inovadoras em produtos e processos nanotecnológicos ou no estudo dos impactos em políticas públicas, éticos ou ambientais da Nanotecnologia.

Parágrafo único. A Rede BrasilNano será estruturada em redes de pesquisa temática, de duração limitada a até quatro anos, constituídas mediante editais competitivos de chamada de projetos, abertos para a comunidade científico-tecnológica e o setor produtivo, nos termos da legislação vigente e desta Portaria, focadas na busca de soluções para problemas específicos de pesquisa básica ou aplicada de natureza técnico-científica ou social.

Art. 3º. Fica instituída a estrutura para a Rede BrasilNano, que será supervisionada por um Conselho Diretor e gerenciada pelos coordenadores-executivos de cada rede.

§ 1º A Rede BrasilNano terá a duração de seis anos, a partir da data de publicação desta Portaria, podendo ter sua duração renovada por mais quatro anos, por decisão do ministro da Ciência e Tecnologia.

§ 2º O MCT lançará, anualmente, na medida das disponibilidades orçamentárias do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, editais de chamada de projetos.

§ 3º A Rede BrasilNano será avaliada a cada dois anos por comissão independente, composta por especialistas da área, designada pelo ministro de Estado da Ciência e Tecnologia e que a ele se reportará de forma conclusiva sobre

seus resultados e a conveniência de aperfeiçoar sua estrutura e operação, bem como sobre lhe dar continuidade.

Art. 4º. [com redação dada pela Portaria MCT nº 65, de 18 de fevereiro de 2005] Os membros do Conselho Diretor, que terá a seguinte composição, serão nomeados pelo ministro da Ciência e Tecnologia:

I – O secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do MCT, que o presidirá;

II – um diretor da Financiadora de Estudos e Projetos;

III – um diretor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

IV – o presidente do Fórum de Secretários Estaduais de Ciência e Tecnologia;

V – o presidente do Fórum de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa;

VI – um representante indicado conjuntamente pela Anpeí, Abipt e Anprotec;

VII – quatro pesquisadores brasileiros de notória competência;

VIII – dois pesquisadores estrangeiros de notória competência;

IX – um diretor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial;

X – dois representantes de empresas ou associações empresariais.

§ 1º O mandato dos membros mencionados nos incisos IV e V será de quatro anos, renovável uma vez, sendo que, inicialmente, o mandato de dois dos membros de cada inciso será de dois anos, renovável por quatro anos, a critério do ministro da Ciência e Tecnologia.

§ 2º O Conselho Diretor será secretariado pelo gerente do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, do Plano Plurianual 2004-2007.

§ 3º O Conselho Diretor se reunirá ordinariamente duas vezes ao ano e, extraordinariamente, quando convocado por seu presidente ou por maioria simples de seus membros.

Art. 5º. Ao Conselho Diretor compete:

I – deliberar sobre os macro-objetivos a serem alcançados pelas redes vinculadas à Rede BrasilNano, tendo em vista a Nanotecnologia como área portadora de futuro, as demandas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, e de políticas públicas;

II – fornecer as diretrizes a serem adotadas pelas agências CNPq e Finep nos editais de chamada de projetos de redes, respeitados os macro-objeti-

vos previamente definidos, bem como participar e acompanhar os processos de seleção;

III – aprovar a estratégia de implementação dos projetos das redes;

IV – aprovar a política de recursos humanos envolvidos na Rede BrasilNano, à qual serão alocadas quotas de bolsas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

V – aprovar, acompanhar e avaliar anualmente a alocação dos recursos e bolsas disponibilizados pelo MCT e suas agências nas diversas redes vinculadas à Rede BrasilNano, por solicitação dos coordenadores-executivos, em consonância com o Plano Plurianual e as diretrizes das demais fontes de recursos;

VI – acompanhar e avaliar periodicamente, se necessário por meio de assessores externos, a execução dos trabalhos das redes;

VII – deliberar, quando for o caso, sobre as questões omissas nesta Portaria, pertinentes à Rede BrasilNano e às operações das redes.

§ 1º O Conselho Diretor deliberará, com a presença de seu presidente, com quorum não inferior a dois terços de seus membros.

§ 2º Nas matérias de que tratam os incisos I, II, V e VII deste artigo, o Conselho Diretor deliberará por maioria de dois terços de seus membros efetivos.

Art; 6º. O coordenador-executivo de cada rede, pesquisador de reconhecida competência nas áreas de atuação da Rede BrasilNano, será eleito pelos membros da respectiva rede e designado pelo secretário de Políticas e Programas em Pesquisa e Desenvolvimento.

Parágrafo único. O coordenador-executivo terá mandato de dois anos, renovável a critério do Conselho Diretor.

Art. 7º. Ao coordenador-executivo incumbe:

I – indicar, para designação pelo Conselho Diretor, até dois coordenadores-adjuntos que o auxiliarão nas tarefas de gerenciamento da respectiva rede:

II – preparar matérias que devam ser submetidas à aprovação do Conselho Diretor;

III – cumprir as determinações do Conselho Diretor.

IV – definir as competências de seus adjuntos e designar seu substituto eventual;

V – tomar as decisões necessárias para o bom funcionamento da respectiva rede, ressalvadas as competências das instituições participantes e as decisões do Conselho Diretor;

VI – representar a respectiva rede, ou designar representante, junto a outras instituições, em grupos de trabalho e eventos;

VII – articular a integração entre as instituições e pesquisadores participantes, promovendo o caráter multidisciplinar e multi-institucional da respectiva rede, bem como promover a articulação com outras redes.

Art. 8º. Os pesquisadores da Rede BrasilNano reunir-se-ão com periodicidade não superior a um ano, para uma apresentação de relatórios e de trabalhos realizados e uma ampla discussão dos objetivos, meios e resultados da Rede BrasilNano.

Parágrafo único. A Rede BrasilNano manterá um portal Internet, como meio de interação entre seus pesquisadores, divulgação das pesquisas e dos resultados obtidos, bem como das avaliações e acompanhamento da Rede.

Art. 9º. O MCT alocará, anualmente, à Rede BrasilNano recursos para apoio administrativo das redes de pesquisa, procedentes do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia e de outras fontes.

Art. 10. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Eduardo Campos

d) a portaria de designação

Portaria MCT nº 192, de 7 de abril de 2005¹²

Designa os membros para compor o Conselho Diretor da Rede BrasilNano.

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, no uso da sua atribuição que lhe foi conferida pelo art. 4º da Portaria nº 614, de 1º de dezembro de 2004, alterado pelo art. 1º da Portaria nº 65, de 18 de fevereiro de 2005, resolve:

Art. 1º. Designar os seguintes membros para compor o Conselho Diretor da Rede BrasilNano:

I – Cylon Eudoxio Tricot Gonçalves da Silva, representante do MCT;

II – Eliane de Britto Bahruth, representante da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep);

¹² *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção II, p. 3, 8 abr. 2005c.

- III – José Roberto Drugowich de Felicio, representante do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- IV – Rafael Luchesi, representante do Fórum de Secretários Estaduais de Ciência e Tecnologia;
- V – Jorge Bounassar Filho, representante do Fórum de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa;
- VI – Antonio Luiz Bragança, representante indicado conjuntamente pela Anpei, Abipti e Anprotec;
- VII – Cid Bartolomeu de Araújo, Jailson Bittencourt de Andrade, Mayana Zatz e Paulo Ventura Santos, representantes de pesquisadores brasileiros de notória competência;
- VIII – Ernesto Júlio Calvo e Carlos Balseiro, representantes de pesquisadores estrangeiros de notória competência;
- IX – Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho, representante da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial;
- X – Eduardo Emrich Soares e José Fernando Xavier Faraco, representantes de empresas ou associações empresariais.

Art. 2º. Esta Portaria entra em vigor na data da sua publicação.

Eduardo Campos

Os comentários a seguir foram elaborados no início de 2007 e procuram reforçar e complementar os comentários sobre a *Portaria MCT n° 614*, de 1 de dezembro de 2004, anteriormente redigidos:

No artigo 1º, fica registrado a que se destina o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Ele está relacionado à política industrial, tecnológica e de comércio exterior. Portanto, não tem compromissos com o combate a desigualdades sociais existentes no Brasil e nem mesmo com a inclusão social, objeto de ação de uma das secretarias do MCT. Também não tem compromissos em relação à questão dos possíveis riscos dessa tecnologia.

A visão produtivista do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia encontra-se explicitada no artigo 2º da portaria, no qual são definidas as finalidades da Rede BrasilNano. Referências gerais a inclusão social, melhoria da qualidade de vida da população, combate às desigualdades sociais, elevação do salário médio ou renda *per capita* sequer são elencadas como finalidade deste desenvolvimento científico e tecnológico. Portanto, conforme já

assinalado anteriormente, esta visão produtivista baseia-se no modelo linear de inovação.

Quanto aos estudos de impactos em políticas públicas, éticas ou ambientais da nanotecnologia, expressas neste artigo 2º, é preciso registrar em primeiro lugar a ausência de referência aos impactos nos campos social, econômico e político, e que, entre as dez redes aprovadas neste programa, nenhuma delas trata destes temas.

Embora não tenha sido contemplada no resultado final do *Edital MCT/CNPq 29/05*, a única rede de pesquisa cooperativa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente existente no Brasil participou deste edital e obteve, como resposta oficial¹³, as seguintes razões para sua não-inclusão entre as dez redes selecionadas:

Comunicamos que, após análise e julgamento nos termos do Edital CNPq 29/2005 – Redes Cooperativas em Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia, a solicitação formulada por V. Sa. foi indeferida pelos seguintes motivos:

“O Comitê Assessor de Julgamento para a primeira fase se reuniu no CNPq, em 07 e 08 de julho de 2005. Após a análise dos projetos e refletindo sobre as vantagens de articulação de projetos em rede, o Comitê balizou suas deliberações em princípios gerais, compatíveis com os termos do edital. O objetivo do programa é estimular a constituição de Redes de Pesquisa em nanociência & nanotecnologia, nas suas vertentes de ciências exatas, biológicas e humanas, envolvendo competências complementares e interesses comuns para a solução dos problemas propostos. Nesse sentido, cada projeto deve evidenciar claramente: 1. o foco e a coerência de seus objetivos gerais e específicos; 2. as características que propiciarão a sinergia da rede e os critérios utilizados na escolha e atribuições dos participantes; 3. a experiência científica ou tecnológica do coordenador no tema do projeto e sua comprovada capacidade de articulação científica e de gerenciamento de projetos interinstitucionais; 4. a compatibilidade do orçamento e da equipe com as atividades e metas propostas; 5. o grau de abrangência nacional da rede proposta.

A questão dos ‘impactos sociais, ambientais e éticos’ da ciência em geral é da maior relevância e deve ser contemplada na sua maior abrangência. Para o

¹³ BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Diretoria de Programas Horizontais e Instrumentais. Coordenação do Programa de Pesquisa em Ciências Exatas. **Ofício Cocex nº 092005**, de 12 de julho de 2005. Brasília, 2005b.

caso específico das nanociências e nanotecnologias já existe razoável experiência no Brasil criando as condições para que essa temática possa ser abordada pelas ciências humanas de forma a ajudar na construção de políticas para o setor. Assim, ratificamos a necessidade de se abordar os impactos da nano. Todavia a análise do [*curriculum vitae*] CV do coordenador não evidencia a experiência necessária à liderança de um projeto desta natureza. Além disso, o orçamento está superdimensionado para o proposto.”

Solicitamos a V. Sa. que evite obter informações por telefone, pois nem sempre é possível fornecer imediatamente a resposta adequada.

O CNPq permanece à disposição de V. Sa. para novas solicitações em outras oportunidades.

Atenciosamente,

José Roberto Drugowich de Felício

Diretor de Programas Horizontais e Instrumentais

Em julho de 2005, encaminhamos recurso ao diretor de Programas Horizontais e Instrumentais, com os seguintes argumentos, solicitando que fosse revista a apreciação feita em relação à Renanosoma:

Como está explícito no texto acima, são duas as razões da não-aprovação desta rede: 1) CV do coordenador e 2) orçamento superdimensionado. Vamos expor nossas razões segundo os motivos alegados:

1) CV do coordenador: gostaria de apresentar as razões pelas quais entendo que este motivo é de proporção diminuta quando comparado à importância do tema a ser estudado por esta rede. Aliás, esta importância está perfeitamente explícita na frase: “Assim, ratificamos a necessidade de se abordar os impactos da nano”.

Assim, entendo que o CNPq está plenamente convencido de que, para que possamos avançar na produção de conhecimentos sobre a nanotecnologia, é preciso que tenhamos a contribuição das ciências humanas nos aspectos explicitados. Portanto, este é o entendimento comum sobre o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, que deve ser a fonte de referência para as tomadas de decisões.

E o que impede que tenhamos tais estudos a serem realizados por esta rede? Na avaliação do CNPq, é o CV do coordenador.

Gostaria de ressaltar que está é uma área nova de estudos, no Brasil e no exterior, ao contrário, por exemplo, de estudos relativos à energia nuclear ou ao desenvolvimento urbano. Embora eu possa apresentar aqui fatos que comprovam a minha contribuição – “Para o caso específico das nanociências

e nanotecnologias já existe razoável experiência no Brasil criando as condições para que essa temática possa ser abordada pelas ciências humanas de forma a ajudar na construção de políticas para o setor” –, não o farei por dois motivos. O primeiro deles é porque a minha contribuição à nanotecnologia no Brasil e exterior está explicitada no CV Lattes, que sendo lido integralmente pelos senhores diretores, poderá aquilatar o peso de tais contribuições. O segundo motivo – mais importante – é que a produção de estudos de impactos da nanotecnologia é muito mais importante que o currículo de qualquer postulante a ser o coordenador desta rede.

Assim sendo, entendo que a instituição CNPq deve proporcionar a realização destes estudos a serem executados por esta rede, objeto desta discussão, escolhendo entre os componentes da mesma aquele(a) pesquisador(a) que possa, segundo os critérios da instituição, assumir a sua coordenação.

Portanto, deixo aqui explícito perante o CNPq que não sou nenhum obstáculo à realização destes estudos. Pelo contrário, entendo que a importância destes estudos está acima de pretensões individuais de qualquer pesquisador e cabe a esta instituição viabilizar sua realização, segundo os critérios adotados para todas as redes já aprovadas.

2) Orçamento superdimensionado: o orçamento apresentado está dentro dos limites apresentado na primeira versão do Edital 29, ou seja, R\$ 1.200.000,00 em quatro anos. Este orçamento contempla os estudos dos impactos éticos (primeira fase) e sociais e ambientais (segunda fase) em setores a serem escolhidos mediante informações e análises realizadas na primeira fase. Contempla também outros itens, de acordo com o referido edital.

Assim sendo, consideramos que não houve desrespeito às normas explícitas no Edital 29 referente aos recursos a serem aportados para as redes. Caso o CNPq entenda que há algo a ser ajustado neste orçamento, creio que isto poderá ser realizado na segunda etapa deste edital, mas não deve ser um elemento que torne inviável a realização destes estudos, já declarados de suma importância pelo CNPq.

Conclusão: solicito que a diretoria-executiva do CNPq reveja a decisão tomada relativa às redes aprovadas na primeira etapa do Edital 29. A razão para isto fundamenta-se na importância dos estudos a serem realizados pela Rede Cooperativa de Pesquisa em Impactos Sociais, Ambientais e Éticos da Nanotecnologia; na plena viabilidade de encontrar um(a) pesquisador(a) entre os componentes da referida rede que preencha os pré-requisitos exigidos pelos CNPq; e pelo orçamento, que pode ser revisto para a segunda etapa deste edital.

À semelhança da National Science Foundation, National Nanotechnology Initiative (NNI) dos Estados Unidos e da União Européia, que têm investido somas significativas nestes estudos de impactos da nanotecnologia, cabe ao

CNPq superar os possíveis entraves que – a juízo desta instituição – o projeto encaminhado possa ter apresentado e com isto assegurar a nossa equiparação aos estudos produzidos nos países desenvolvidos financiados pelas instituições citadas.

Sem mais, na certeza de ser atendido, peço deferimento ao pedido encaminhado e me coloco ao inteiro dispor dessa diretoria-executiva para quaisquer esclarecimentos.

É preciso ressaltar que o vice-coordenador do projeto em questão era o professor Henrique Rattner, ícone da produção acadêmica e científica brasileira sobre tecnologia e sociedade (dezenas de livros publicados e teses orientadas, 35 anos de docência em graduação e pós-graduação), sobejamente conhecido entre seus pares, coisa ignorada pela comissão de avaliação desse edital, pela comissão de avaliação dos recursos impetrados a este edital e pela direção do CNPq.

Também é preciso ressaltar a iniciativa de Paulo Roberto Martins em constituir a Renanosoma, destinada a profissionais das ciências humanas que estavam dispostos a transformar a nanotecnologia em objeto de pesquisa das ciências humanas no Brasil.

O espelho desta rede pode ser observado por qualquer leitor no sítio do CNPq, plataforma Lattes, grupos de pesquisas. Fica, então, a seguinte indagação: alguém que constitui uma rede de pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente de caráter nacional não tem “experiência necessária à liderança de um projeto desta natureza”?

Além disto, já era do conhecimento do CNPq a realização do Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, coordenado por Paulo R. Martins e realizado com apoio financeiro do CNPq, como também era do conhecimento da instituição o livro espelho deste seminário¹⁴.

Embora este recurso tenha sido apresentado contra os argumentos oficialmente indicados, a relação das redes contempladas não foi alterada e nenhuma rede capacitada a realizar estudos no que tange aos impactos da nanotecnologia foi selecionada. Portanto, aquilo que está expresso no art 2º não vem sendo cumprido pelo MCT/CNPq.

¹⁴ MARTINS, Paulo R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**: Primeiro Seminário Internacional. São Paulo: Humanitas, 2005.

O mesmo se aplica ao parágrafo único do mesmo artigo, na referência a atividades “focadas na busca de soluções para problemas específicos de pesquisa básica ou aplicada, de natureza técnico-científica ou social”. Isto se dá em função de que não há, em nanotecnologia, uma qualificação do que seja pesquisa básica ou aplicada de natureza social. O que pode ser incluído no âmbito de “técnico-científica ou social”? Na medida em que empresas e indústrias são parte da sociedade, ao se realizarem atividades em nanotecnologia focadas na produção de processos e produtos nanotecnológicos para empresas e/ou indústrias, elas seriam também enquadradas como abrangentes do campo social?

O entendimento aqui expresso é que atividades de nanotecnologia focadas em soluções para problemas de pesquisa básica ou aplicada de natureza social refere-se a outro campo pesquisa, necessariamente vinculada aos problemas sociais brasileiros, tais como desigualdade social e ambiental, exclusão e participação social, pobreza e distribuição de renda, geração e manutenção de postos de trabalho, doenças tropicais, etc. Entendida a expressão “social” desta forma, aquilo que está expresso no parágrafo único do art 2º também não vem sendo observado pelo MCT/CNPq.

No que toca ao artigo 3º, podemos constatar que a Rede BrasilNano poderá constituir-se numa atividade de dez anos de existência, o que, para os padrões brasileiros de planejamento, poderíamos considerar como um instrumento de planejamento de médio prazo, o que aumenta sua importância em termos de condução do processo de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil.

Assim sendo, quem tem acesso a participar das definições dos rumos a ser tomado por esta Rede BrasilNano terá concretamente o poder de definir os rumos de uma área de suma importância para o desenvolvimento do país. É justamente o art 4º que vai tratar da composição desse conselho. Embora ele tenha sido instituído num governo “democrático e popular” (primeiro governo Lula), sua composição aponta para a direção oposta, o que é fácil de ser constatado apenas pela observação dos componentes deste conselho: de um total de 14 membros, cinco são representantes diretos de órgãos do Estado e outros seis são pesquisadores/acadêmicos (quatro nacionais e dois internacionais). A seguir, temos dois representantes de empresas ou associações empresariais e um representante de entidades de pesquisa focadas em incrementar o processo de inovação industrial brasileiro. Nesse conselho não há a participação de representantes da

sociedade civil organizada, como, por exemplo, entidades que realizam a defesa de interesses difusos da sociedade, como é o caso de entidades de defesa do consumidor e do meio ambiente, também não há representantes dos trabalhadores, por intermédio de centrais sindicais ou sindicatos, embora haja representação de empresas ou associações empresariais.

Outra ausência que pode ser constatada no âmbito da representação de entidades da sociedade e mesmo entre a representação estatal diz respeito à área da saúde, na qual a nanotecnologia vem sendo indicada como aquela que vai proporcionar a cura e/ou o tratamento de inúmeras doenças. Entretanto, entidades que trabalham com temas como Aids, amianto, etc., também estão excluídas deste conselho.

Quanto aos pesquisadores nacionais e internacionais que compõem o conselho, certamente suas indicações não estarão sob processo de controle social. Dessa forma, também aqui não há possibilidade de que a sociedade tenha qualquer tipo de influência.

Em síntese, o resultado é que apenas o Estado e a iniciativa privada estão representados nesse conselho e, como tais, influenciarão os rumos do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Registre-se, ainda, que a área de C&T no âmbito do Estado tem sido dirigida por pessoas que desenvolveram suas carreiras profissionais em universidades e institutos de pesquisas e que podem ser referenciadas enquanto representantes da “comunidade científica brasileira”. Portanto, quer seja como representantes do Estado brasileiro ou como pesquisadores, a “comunidade científica” é quem, majoritariamente, vem determinando e pretende continuar a determinar o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. A razão central para este comportamento é que “só deve participar das decisões quem entende do assunto”.

Neste contexto, a sociedade só serve para arrecadar impostos e gerar os recursos para a realização das pesquisas neste campo da ciência. Para definir seus rumos, para isto a sociedade não serve, na medida em que seus representantes não entendem do assunto, este, sim, coisa para especialistas.

A interação entre a comunidade científica e a iniciativa privada é muito mais próxima do que a interação entre aquela comunidade e as entidades da sociedade civil organizada. Um meio de constatar isto é verificar quantos destes representantes da comunidade científica que estiveram em postos de decisão no âmbito do Estado passaram a trabalhar na iniciativa privada – inclusive como seus representantes em conselhos diretamente ligados à

sua área de atuação no Estado¹⁵ –, e quantos passaram a trabalhar em entidades da sociedade civil organizada.

Portanto, a representação da comunidade científica tem tratado de maneira privilegiada sua inter-relação com a iniciativa privada, como forma de expressar seu entendimento de que não deve haver controle social sobre o desenvolvimento da C&T no Brasil, mas que este desenvolvimento deve estar preferencialmente sob o controle do segmento social representado por atores da iniciativa privada, o que, em termos históricos, não é nenhuma novidade.

Cabe apresentar rápidos comentários sobre as competências do Conselho Diretor da Rede BrasilNano:

Art. 5º Ao Conselho Diretor compete:

I – deliberar sobre os macro-objetivos a serem alcançados pelas redes vinculadas à Rede BrasilNano, tendo em vista a Nanotecnologia como área portadora de futuro, as demandas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, e de políticas públicas;

Conforme já salientado, na medida que a nanociência e nanotecnologia só têm compromissos com a política industrial, tecnológica e de comércio exterior, os conselheiros só deverão se ater a estes aspectos.

II – fornecer as diretrizes a serem adotadas pelas agências CNPq e Finep nos editais de chamada de projetos de redes, respeitados os macro-objetivos previamente definidos, bem como participar e acompanhar os processos de seleção;

Na medida que a ação central do governo federal em nanotecnologia se dá via Rede BrasilNano e esta se dedica exclusivamente a política industrial, tecnológica e de comércio exterior, as diretrizes a serem fornecidas

¹⁵ A questão ética posta por este tipo de situação é abordada pela legislação federal, de acordo com o previsto no art. 18 do Código de Conduta da Alta Administração Federal (CCAFAF), de 21 de agosto de 2000, publicado no *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, em 22 de agosto de 2000, e disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/cepub/legislacao/>. Acesso em: 22 fev. 2007.

“Consoante o artigo 14, incisos I e II do referido código de conduta, é vedado à autoridade abrangida, após seu desligamento do cargo ou função:

- atuar em benefício ou em nome de pessoa física ou jurídica, inclusive sindicato ou associação de classe, em processo ou negócio do qual tenha participado, em razão do cargo;
- prestar consultoria a pessoa física ou jurídica, inclusive sindicato ou associação de classe, valendo-se de informações não divulgadas publicamente a respeito de programas ou políticas do órgão ou da entidade da Administração Pública Federal a que esteve vinculado ou com que tenha tido relacionamento direto e relevante nos seis meses anteriores ao término do exercício de função pública.”

para que as agências CNPq e Finep adotem-nas nos diversos editais certamente não irão contemplar os diversos impactos decorrentes da adoção da nanotecnologia em nosso país. Mais uma vez as ciências humanas serão excluídas do processo de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil, implicando que a nanotecnologia não seja tratada de forma multidisciplinar.

III – aprovar a estratégia de implementação dos projetos das redes;

Este inciso expressa a relativa autonomia que as redes têm no desenvolvimento de seus projetos, pois as estratégias relativas a sua implementação deverão ser definidas pelo conselho diretor. Isto significa a subordinação da deliberação coletiva da rede pela deliberação desse conselho.

IV – aprovar a política de recursos humanos envolvidos na Rede BrasilNano, à qual serão alocadas quotas de bolsas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

Por este inciso, podemos prever que a formação de recursos humanos não irá contemplar a formação de recursos na área de ciências humanas, na medida em que o *Edital CNPq n° 29/05* não contemplou a existência de uma rede de pesquisa fundada em pesquisadores da área de ciências humanas. O inciso IV indica outra forma de centralização de poder no conselho, pois será ele a determinar a alocação de cota de bolsas junto às redes existentes.

V – aprovar, acompanhar e avaliar anualmente a alocação dos recursos e bolsas disponibilizados pelo MCT e suas agências nas diversas redes vinculadas à Rede BrasilNano, por solicitação dos coordenadores-executivos, em consonância com o Plano Plurianual e as diretrizes das demais fontes de recursos;

Já sabíamos que a sociedade serve para arrecadar impostos a fim de gerar pesquisas em nanociência e nanotecnologia, não para participar das decisões dos rumos a serem dados a estas pesquisas. Este inciso indica que a sociedade não serve também no que toca a fiscalizar, avaliar e acompanhar a alocação de recursos na Rede BrasilNano,. Portanto, a sociedade brasileira organizada não serve para definir e fiscalizar os recursos aplicados em nanociência e nanotecnologia no Brasil.

VI – acompanhar e avaliar periodicamente, se necessário por meio de assessores externos, a execução dos trabalhos das redes.

Este inciso apenas reitera a concepção de que somente quem entende do assunto é que pode avaliar os trabalhos da rede. Não se pode nem imaginar a participação de representantes de entidades como Greenpeace, Idec, Abrea, Departamento Intersindical de Estudos e Estatísticas Socioeconômicos (Dieese), CUT, entidades com décadas de existência de contribuições à sociedade brasileira, mas que “não são do ramo”, logo, não são especialistas, o que os coloca de fora da possibilidade de participar de grupos que poderão acompanhar e avaliar a execução de trabalhos das redes. Certamente, estas entidades não serão cogitadas como assessores externos passíveis de serem admitidos neste processo.

VII – deliberar, quando for o caso, sobre as questões omissas nesta Portaria, pertinentes à Rede BrasilNano e às operações das redes.

Uma das coisas omissas nesta portaria é a questão do comparecimento dos conselheiros às duas reuniões anuais regulares previstas no art 4º, parágrafo 3. Não há nenhuma penalidade prevista para qualquer dos integrantes do conselho que deixar de participar das reuniões. Não há qualquer instância de avaliação das ações e atividades deste conselho. Portanto, a todo conselheiro nomeado está assegurada a continuidade integral de seu mandato, independentemente de seu comparecimento às reuniões e/ou de suas ações enquanto conselheiro ou enquanto cidadão deste país. Faça o que fizer em sua vida pessoal, profissional ou como membro desse conselho, sua permanência está assegurada, não há qualquer possibilidade de avaliação ou afastamento deste conselho. Vamos ver se o egrégio conselho será capaz de produzir algum tipo de regra que venha a proporcionar certo controle da sociedade sobre este conselho e/ou conselheiros, evitando assim a impunidade *a priori* assegurada a seus componentes em relação a sua atividade de conselheiro.

Art. 6º O coordenador-executivo de cada rede, pesquisador de reconhecida competência nas áreas de atuação da Rede Brasil-Nano, será eleito pelos membros da respectiva rede e designado pelo secretário de Políticas e Programas em Pesquisa e Desenvolvimento.

Parágrafo único. O coordenador-executivo terá mandato de dois anos, renovável a critério do Conselho Diretor.

Este artigo 6º tem história. A solução adotada não deixa de ser centralizadora, pois a possibilidade que os pesquisadores elejam seu coordenador-executivo foi instituída, mas a renovação de seu mandato ficara a critério do Conselho Diretor. Portanto, aquele coordenador-executivo que

não for avaliado como adequado, competente responsável ou quesitos similares (não estão especificados quais serão os critérios de avaliação) pelo Conselho Diretor, embora tenha sido avaliado de forma positiva pelo seus pares de rede de pesquisa, poderá não ser reconduzido ao cargo de coordenador-executivo.

Aqui se expressam concepções distintas relativas a práticas democráticas. A democracia pela base (pesquisadores elegem de forma autônoma seu coordenador-executivo) se contrapõe à democracia pelo alto (o conselho é que tem a decisão final se o eleito por seus pares poderá ser ou não o coordenador-executivo no caso da recondução).

3 Outras ações

Outras ações de governo podem ser indicadas para que possamos melhor aquilatar tudo o que foi feito no campo da nanociência e nanotecnologia.

As concepções anteriormente analisadas materializam-se nos editais:

Edital n° CT-FVA/CNPq n° 01/2003: financiamento de projetos de pesquisa cooperativa em rede com o setor produtivo nas áreas de nanotecnologia e materiais avançados;

Chamada pública n° MCT/Finep/FNDCT – Nanotecnologia 01/2004: apoio a atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos inovadores em nanotecnologia empreendidos em cooperação com instituições de pesquisa. Aí estão expressas a obrigatoriedade de articulação entre grupo de cientistas e setor produtivo para a apresentação de propostas a este edital. Claro está que os estudos de impactos decorrentes da adoção de processos e produtos nanotecnológicos não são de interesse das empresas.

Na medida em que não é possível a articulação de cientistas com entidades provenientes da sociedade civil organizada, como, por exemplo, aquelas que defendem os interesses difusos da sociedade (meio ambiente, defesa do consumidor, etc.), interessadas nos estudos sobre impactos da nanotecnologia, a discriminação na apropriação do dinheiro público fica caracterizada, sendo passível inclusive de ser questionada quanto a sua constitucionalidade, pois aqui se configura que o dinheiro público pode ser apropriado somente desta forma, o que é uma nítida discriminação.

Estas considerações foram expostas por Paulo Roberto Martins ao professor José Roberto Leite, então diretor do CNPq, durante encontros da

rede Nanoseminat. Nosso interlocutor sempre se mostrou aberto ao diálogo, e procurou corrigir esta aberração de exclusividade de apropriação do dinheiro público. Tanto é assim que, ainda no ano de 2004, edital preparado ainda em sua gestão – mas que ele não pode conduzir dada sua morte precoce – acabou por proporcionar a realização deste trabalho, em que a história não-oficial pode ser escrita para tornar públicos os caminhos percorridos pelo desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil.

Cabe destacar que o *Edital MCT/CNPq n° 013/2004*, – apoio a estudos que avaliem os impactos sociais, ambientais, econômicos, políticos e ético-legais do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil – foi o único que até março de 2007 proporcionou estudos de avaliação de impactos decorrentes do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, estudos estes que estão no campo das ciências humanas. Seu valor foi de R\$ 200 mil, e cada projeto tinha o limite máximo de R\$ 25 mil. Em função do valor máximo estipulado para cada projeto, deduz-se que os recursos poderiam contemplar oito projetos.

Dada esta limitação, os membros da Renanosoma apresentaram cinco projetos para que um mesmo tema fosse estudado em nível nacional. Os projetos visavam estudar as relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente no Brasil. Tivemos os seguintes projetos apresentados a este edital, com seus(suas) respectivos(as) coordenadores(as):

1 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente na Região Sul (RS, SC, PR)

- Coordenador: Marcos Antonio Mattedi
- Instituição: Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau (IPS/Furb)

2 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal

- Coordenador: Paulo Roberto Martins
- Instituição: IPT

3 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo

- Coordenadora: Sonia Maria Dalcomuni
- Instituição: Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo (CCJE/Ufes)

4 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco

- Coordenadora: Tânia Elias Magno da Silva
- Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)

5 Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados de Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará

- Coordenador: Edmilson Lopes Júnior
- Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Desses cinco projetos, nenhum constou como aprovado nos resultados divulgados do *Edital MCT/CNPq n° 13/04*. Em função das justificativas apresentadas pelo CNPq para a não-aprovação dos projetos, recursos foram encaminhados ao CNPq, conforme previa o referido edital, e somente o projeto relativo aos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal foi reconsiderado, tornando-o um dos projetos aprovados, embora até março de 2007 não aparecesse no sitio do CNPq como projeto selecionado. As justificativas expressas por escrito para a não-aprovação dos demais projetos não foram em função da falta de documentos.

É importante ressaltar que, embora recursos financeiros para a aprovação de mais projetos existissem, não foram utilizados neste edital. Os dados públicos disponíveis nos sítios do MCT e do CNPq não permitem identificar aonde foram alocados os recursos não-aplicados neste único edital destinado a estudos de nanotecnologia na área de ciências humanas. É bem possível que tenham sido utilizados para contemplar outras áreas da ciência que têm trabalhado com nanotecnologia, indicando mais um fato relativo à discriminação em relação às ciências humanas nos estudos de nanotecnologia.

No Programa de Nanotecnologia¹⁶, podemos identificar a seguinte avaliação deste edital:

Edital MCT/CNPq 013/2004

Este edital, lançado em 08/07/2004, teve como objetivo selecionar propostas de pesquisa visando ao apoio financeiro a estudos voltados para os impactos

¹⁶ BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Diretoria de Programas e Projetos Temáticos. **Relatório sobre nanotecnologia no Edital CNPQ13-2004 (impactos da nanotecnologia)**. Brasília, dez. 2004b, p. 5. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/8236.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2007.

sociais, ambientais, econômicos, políticos, éticos e/ou legais decorrentes do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Os projetos deverão gerar e difundir informações ao público em geral.

O edital foi elaborado com recursos oriundos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia do PPA 2004-2007 no valor global estimado de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais). A meta era selecionar oito projetos. No entanto, devido à falta de alguns documentos, foram selecionados somente quatro projetos.

Número total de propostas submetidas: 30 (R\$ 656.767,81)

Número total de propostas aprovadas: 4 (R\$ 92.376,01). (BRASIL, 2007)

O *Relatório nanotecnologia, investimento, resultados e demandas*, que tem sido fonte das informações oficiais para este trabalho, informa que o *Edital MCT/CNPq n° 13/04* correspondeu a R\$ 100 mil de recursos contemplados a cinco projetos¹⁷, embora estivesse previsto o valor disponível de R\$ 200 mil. Não há informações sobre onde foram utilizados os outros R\$ 100 mil que estavam disponíveis para este edital, mas que não foram nele utilizados.

Portanto, pode-se verificar que na história do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil houve apenas um edital que proporcionou estudos vinculados à área de ciências humanas, e mesmo assim os recursos previstos não foram integralmente aplicados conforme previa o *Edital MCT/CNPq n° 13/04*, assim como não foi indicado o destino dos recursos não-utilizados nesse edital.

Mas o dado mais contundente, no que toca aos recursos financeiros aplicados em nanociência e nanotecnologia no Brasil, está explicitado no quadro abaixo, extraído do relatório já citado:

Quadro 2. Resumo dos investimentos em nanotecnologia no período de 2001-2006

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

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

¹⁷ BRASIL (2006b, p. 9).

Neste caso, as ciências exatas ajudam a esclarecer o quanto as ciências humanas foram contempladas com recursos públicos para produzirem conhecimentos relativos a nanotecnologia, que segundo a literatura internacional deve ser de caráter multidisciplinar. Seria possível comparar R\$ 100.000,00 com R\$ 139.893.103,58? Em termos percentuais, isto significa 0,00071%, resultado muito próximo de 0%!

Várias comparações podem ser estabelecidas para dar a dimensão de como as ciências humanas foram excluídas do processo de produção de conhecimentos sobre nanotecnologia no Brasil. Primeiramente, a composição da comissão que elaborou o Programa Quadrienal de Nanotecnologia não contemplou nenhum pesquisador desta área do conhecimento; em segundo lugar está a desqualificação do instrumento de consulta pública e das contribuições encaminhadas à comissão por profissionais das ciências humanas.

Por fim, a regra geral (a única exceção foi o *Edital MCT/CNPq n° 13/04*) é que as comissões de avaliação e seleção de propostas são compostas apenas por profissionais das áreas de ciências exatas e biológicas. Aqui a distância é longa para se obter a paridade de representantes das três áreas da ciência, pois, até os editais do ano de 2006, o que houve foi a absoluta exclusão de representantes das ciências humanas em tais comissões. A comprovação disto pode ser realizada pela leitura do relatório (BRASIL, 2006b), bastando verificar os resultados dos editais disponíveis no sítio de CNPq, anotar os respectivos nomes dos componentes da comissão de avaliação e seleção de projetos e recorrer à Plataforma Lattes para identificar a que área da ciência eles estão ligados em sua formação e desenvolvimento profissional.

Nada a ver, portanto, com a literatura internacional, em que a nanotecnologia é caracterizada como multidisciplinar e, em consequência, estudos no campo das ciências humanas são contemplados. Para comprovar isto, basta verificar as aplicações realizadas pela National Nanotechnology Initiative (NNI) e pela National Science Foundation, ambas dos Estados Unidos, em centros de pesquisas/universidades/departamentos/projetos ligados a produção de conhecimentos na área de ciências humanas e nanotecnologia.

A seguir, temos os editais que exigem a articulação com o sistema produtivo para que se possa concorrer a financiamentos de fundos públicos destinados a pesquisas e excluem a articulação com entidades de defesa dos interesses difusos da sociedade ou representativas dos trabalha-

dores. Claro está que os estudos de impactos não são de interesse do setor produtivo brasileiro, quando se trata de realização de pesquisas.

Exemplos disto são os *Editais MCT/CNPq n°s 28 e 29* de 2005, importantes neste processo de desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia do Brasil. Em nenhum deles foram aprovados projetos oriundos das ciências humanas. A história do *Edital MCT/CNPq n° 29* já foi anteriormente comentada.

No caso do *Edital MCT/CNPq n° 28/05*, estão a seguir reproduzidos: a) as razões apresentadas para a não-aprovação de projeto encaminhado por Paulo R. Martins; b) o recurso encaminhado em 11 de agosto de 2005 e não aceito pela Copag.

a) razões para a não-aprovação de projeto¹⁸

Comunicamos que, após análise e julgamento nos termos do Edital CNPq 28/2005 – Jovens Pesquisadores em Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia, a solicitação formulada por V. Sa. foi indeferida pelos seguintes motivos:

A aplicação da nanotecnologia no agronegócio, particularmente na cadeia produtiva de soja, é de grande importância. O projeto, porém, é extremamente teórico e propõe, basicamente, verificar a viabilidade do uso da nanotecnologia na cultura da soja. O coordenador não explica como fará o levantamento das informações, particularmente junto às multinacionais que desenvolvem projetos em sigilo. O projeto não atingiu prioridade frente à alta demanda qualificada.

b) o recurso à Diretoria Executiva do CNPq

Em carta datada de 3 de agosto de 2005, mas sem data de postagem em função do acordo entre Empresa de Correios e CNPq, recebida por mim no dia 10 de agosto de 2005, tomei conhecimento das razões dessa instituição para o indeferimento da proposta acima indicada. [...]

As razões apresentadas estão relacionadas a:

- 1) projeto extremamente teórico;
- 2) propõe basicamente verificar a viabilidade do uso da nanotecnologia na cultura da soja

¹⁸ BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Diretoria de Programas Horizontais e Instrumentais. Coordenação do Programa de Pesquisa em Ciências Exatas. **Ofício Cocex n° 06, de 2 de agosto de 2005**. Brasília, 2005a.

3) o coordenador não explicita como fará o levantamento das informações, particularmente junto às multinacionais que desenvolvem projetos em sigilo.

Vamos aos meus argumentos, seguindo a ordem acima estipulada:

1) Projeto extremamente teórico

O Edital n° 28, em seu item 3, Linhas de Apoio/Temas, diz:

“Além de projetos de pesquisa básica, experimental ou teórica, este Edital visa fomentar a inovação, mediante o apoio a projetos de desenvolvimento de novos produtos e processos baseados em Nanotecnologia, bem como pesquisas sobre seus impactos éticos, sociais e ambientais.

No caso de projetos voltados para a inovação, serão priorizadas aplicações voltadas para: - a cadeia produtiva do agronegócio; [...]”

Está devidamente explícito que o edital contempla pesquisa teórica. Não há nenhuma referência neste edital à qualificação da pesquisa teórica, em que grau esta pesquisa teórica deve ser proposta: alto, médio, baixo, excessivo, insuficiente.

Afora isto, onde o projeto se caracteriza por ser extremamente teórico? Na verdade, este é um projeto de ciências sociais, analisado por pesquisadores das ciências exatas, que certamente não saberiam demonstrar onde estaria o excesso de teoria, que o caracterizasse como “extremamente teórico”.

Claro está que ele não contempla nenhum experimento, à semelhança das ciências exatas, o que pode também ser a razão para a afirmação feita sem a devida identificação.

Portanto, quer seja pelo edital onde está explícito que contempla estudos teóricos, quer seja pela diferença de posturas metodológicas entre as ciências exatas e sociais, bem como pelos componentes da comissão julgadora serem exclusivamente cientistas da área de exatas, acreditamos que este argumento referente ao suposto “extremamente teórico” não pode ser utilizado como motivo para que o referido projeto seja indeferido.

2) Propõe basicamente verificar a viabilidade do uso da nanotecnologia na cultura da soja

Não existe no Brasil qualquer estudo que tenha verificado a viabilidade do uso da nanotecnologia na cultura da soja. Creio que, ao propor realizar este tipo de estudo, isto seja um mérito do projeto e não um demérito, pois seus resultados poderão ser elementos de decisão para uma série de agentes sociais, inclusive o Estado brasileiro, no que toca a que pesquisa financiar no campo da nanotecnologia e cadeia produtiva da soja.

Mas o projeto também se propõe a investigar outros aspectos, devidamente explicitados no item 3 do edital, já anteriormente indicado. Neste caso, trata-se de estudos de impactos éticos, sociais e ambientais. Basta a leitura do item 5 do projeto, transcrito abaixo, para se chegar à conclusão de que o argumento de rejeição ao projeto ora em análise não se sustenta:

“5 Principal objeto a ser investigado

Este projeto de pesquisa tem abrangência nacional e tem como objeto de pesquisa as atividades do agronegócio brasileiro relativas a soja. Esta opção de estudo fundamenta-se na importância desta oleaginosa no contexto da produção agrícola brasileira de grãos, de sua intensa participação na pauta de exportação de produtos da agricultura, pela extensão de seu cultivo no território brasileiro em seus diversos ecossistemas, pela quantidade e diversidade de produtores rurais envolvidos, pelos inúmeros usos industriais deste grão, pelo seu elevado consumo humano em diversos produtos alimentícios, por ter recentemente adotado nova tecnologia que gerou debates e implicações nacionais, provavelmente por ser por onde primeiramente a nanotecnologia devesse entrar no âmbito do agronegócio brasileiro.

Todas estas razões levaram-nos a elaborar este projeto de pesquisa, que tem como principal problema a ser abordado os impactos socioambientais da introdução da nanotecnologia neste segmento do agronegócio brasileiro. Por intermédio de produtos e processos a nanotecnologia poderá atingir aspectos da produção agrícola tais como o uso dos recursos naturais: ar, água, solo, nutrição e saúde das plantas, energia consumida, interação com os vários ecossistemas; quem serão os produtores rurais incluídos neste processo de adoção desta tecnologia, quem serão os excluídos deste processo.

Este projeto de pesquisa também se insere numa perspectiva de acompanhar, sistematizar e analisar o campo de debate nascente sobre o problema, focalizando as controvérsias, os diferentes discursos e os fundamentos de justificação nos quais assenta a construção das lógicas argumentativas dos atores implicados. Trata-se, assim, de se orientar, em alguma medida, pelas sugestões de Lopes Júnior (2005), quanto ao papel das ciências sociais para o desenho de um mapa cognitivo com o qual se possa traduzir diferentes interpretações sobre os impactos da nanotecnologia nas vidas individuais e coletivas. Assim, procura-se colaborar com a tomada de posição de cada um, ao enriquecer suas bagagens cognitivas com elementos para a reflexão.

Em princípio, o palco privilegiado de estudo é a Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, visto ser uma casa na qual elaboram-se as primeiras críticas e denúncias, inclusive com a publicação de um caderno propondo esclarecer as implicações da nanotecnologia e abrir o debate sobre o tema (GÖRGEN, 2004, p. 3).

Nossa intenção consiste em delinear um campo de controvérsias e concorências em torno das interpretações sobre o lugar da nanotecnologia no desenvolvimento da agricultura, observando em particular as operações de associações com a sustentabilidade. Esta última constitui uma noção amplamente empregada em operações de justificação, mas cujo caráter indeter-

minado impõe um olhar atento a fim de distinguir as diferentes posições em concorrência. Em suma, no debate público emergente, quais são as justificativas e argumentos formulados em vista da sustentação ou recusa da nanotecnologia e como são relacionados com a noção de desenvolvimento sustentável?

No campo das transformações industriais desta leguminosa, a nanotecnologia também estará presente e pretende-se identificar quais serão os processos industriais afetados por esta nova tecnologia e quais os produtos que terão a presença de nanopartículas em sua composição; quais os possíveis impactos destes produtos e processo no âmbito da saúde humana, direito dos consumidores, bem como no processo de exportação a que estes produtos estão submetidos.”

Fica claro que a comissão de cientistas da área de exatas não pode afirmar que o projeto seja, “basicamente, verificar a viabilidade do uso da nanotecnologia na cultura da soja”. O projeto é mais que isto, contempla especificamente o que o edital propõe em termos de estudos de impactos sociais e ambientais. O fato de ser interpretado como um estudo de viabilidade só pode acrescentar mérito ao projeto e não demérito para sua desqualificação deste edital.

3) O coordenador não explicita como fará o levantamento das informações, particularmente junto às multinacionais que desenvolvem projetos em sigilo. No que toca a este item, de imediato é preciso ressaltar o paradoxo utilizado como razão da nossa exclusão deste edital. Se os projetos das multinacionais são desenvolvidos em sigilo, como afirmam, como é que isto pode ser um fator de desqualificação do projeto? Por outro lado, quando as informações forem obtidas, certamente não haverá mais sigilo!

O projeto não se propõe a fazer espionagem industrial, engenharia reversa ou atuar enquanto detetive de informação científica e tecnológica, *mas a levantar informações junto aos diversos agentes sociais atuantes nesta cadeia produtiva, e apresenta uma lista de locais e entidades a serem visitadas, inclusive empresas multinacionais*. Mas, talvez a douta comissão não tenha chegado a ler o cronograma físico financeiro (onde se especifica a visita a 20 cidades, com estadia de 3 dias por cidade) e a última página deste projeto (47), onde se encontra a referida lista:

Lista preliminar de regiões, municípios e entidades a serem visitados

Região Norte

• Pará

Santarém: Cargill

Belém: Naea/Ufpa; Cesupa

- Maranhão

Balsas

Região Centro-Oeste

- Mato Grosso

Sorriso: maior município produtor brasileiro

Sapezal: Grupo Maggi, maior produtor individual

Primavera do Leste: Fundação Centro-Oeste

Rondonópolis: Fundação Mato Grosso

Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde

- Mato Grosso do Sul

Maracajú: Fundação MS

Chapadão do Sul: Fundação Chapadão

Região Sul

- Paraná

Assis Chateaubriand: maior área

Cascavel: maior produtor

Londrina: Embrapa Soja; Iapar; Fundação Meridional

Cascavel (sede); Palotina; P. do Leste; Rio Verde: Coodetec

Castro: Fundação ABC

- Rio Grande do Sul

Porto Alegre

Região Sudeste

- Minas Gerais

Uberlândia: Monsanto

- São Paulo

São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária

Campinas: Instituto Agronômico

São Paulo: Monsanto; Syngenta e outras (empresas de insumos)

No corpo do projeto, existe um item relativo à metodologia a ser adotada para a coleta de dados, de caráter qualitativo, e a indicação dos locais e instituições onde as informações serão coletadas, inclusive empresas multinacionais, evidentemente sem a busca por um “furo” de investigação no sentido de obter informações sigilosas das referidas empresas, mas sim daquilo que estas já disponibilizam de produtos e processos nano para a cadeia do agronegócio da soja.

Por tudo o que demonstramos, solicito à Diretoria Executiva do CNPq a revisão do julgamento feito sobre nossa proposta, em virtude de que as razões apresentadas não justificam a desclassificação do projeto por mim encaminhado ao Edital 29/2005.

Na certeza de ser atendido neste meu pleito, peço deferimento.

Dr. Paulo Roberto Martins
Coordenador do Projeto
Coordenador da Renanosoma
Coordenador do Grupo de Pesquisa CNPq Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
Pesquisador do IPT

A resposta lacônica obtida foi que as razões apresentadas no recurso não alteraram a decisão anteriormente tomada pelo CNPq, ou seja, o projeto continuou sem aprovação, embora a instituição fomentadora da pesquisa científica no Brasil devesse se pautar por processos em que a demonstração científica dos fatos fosse suficiente para refazer suas decisões equivocadas.

Outro ponto importante a ser explicitado nesta história não-oficial do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil refere-se ao fato a seguir descrito

Em 2003 foi criada a Coordenação-Geral de Políticas e Programas em Nanotecnologia, atualmente Coordenação de Micro e Nanotecnologias. Com isto, temos o Estado iniciando a constituição de um aparato destinado a administrar e produzir políticas públicas em nanociência e nanotecnologia.

Ainda no ano de 2003, tivemos a criação do Grupo de Trabalho de Nanotecnologia para a elaboração do Programa Nacional Quadrienal de Nanotecnologia, por meio da *Portaria MCT n° 252, de 16 de maio de 2003*¹⁹:

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, no uso de suas atribuições, resolve:

Art. 1º Constituir grupo de trabalho para elaborar o Programa Nacional Quadrienal de Nanotecnologia.

Art. 2º Designar os seguintes membros para compor referido grupo de trabalho: Gilberto Fernandes de Sá, que o coordenará; Alaor Chaves (UFMG); Carlos Alberto Achete (UFRJ); Darc Antônio da Luz Costa (BNDES); Eronides F. da Silva Jr. (Ufpe); Israel Baumvol (UFRGS); Jacobus W. Swart (Unicamp); José

¹⁹ BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria MCT n° 252, de 16 de maio de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção II, p. 6, 19 maio 2003. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/html/template/frameSet.php?urlFrame=http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/13574.html&objMct=-Legisla%E7%E3o> em 17/2/07> . Acesso em: 28 fev. 2007.

Maria Fernandes Marlet (Embraer); José Roberto Leite (CNPq); Marcel Bergerman (Genius); Nelson E. Duran (Unicamp); Oswaldo Luís Alves (Unicamp); e Wanderley Marzano (Aegis).

Art. 3º O grupo deverá concluir seus trabalhos e apresentar o documento do Programa Nacional Quadrienal de Nanotecnologia até o dia 15 de junho de 2003.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Roberto Amaral

A composição desta comissão indica que desde o início o Programa Nacional Quadrienal de Nanotecnologia foi pensado, e uma proposta foi elaborada, sem a participação de cientistas das ciências humanas.

É preciso notar que a data da publicação desta portaria refere-se ao começo do primeiro governo Lula, sendo o ministro Roberto Amaral, cientista político de atividade profissional.

Esta comissão produziu um importante documento que foi a consulta pública em novembro e dezembro de 2003. Na medida em que no ano seguinte, 2004, já se tinha outro ministro e outro responsável pela área de nanotecnologia do MCT, e que a consulta pública obteve a resposta de dezenas de pesquisadores cujas colaborações foram engavetadas, reproduzimos a seguir de forma integral a proposta original desta comissão com as contribuições realizadas por Paulo R. Martins, idealizador da Renanosoma, para explicitar que o programa proposto pela douta comissão não tinha absolutamente nada relativo a relações entre nanotecnologia e sociedade, como conseqüência da composição dessa comissão que elaborou a proposta.

A publicação do documento de forma integral (exceto anexos) é para que os leitores e autoridades responsáveis pelo desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil possam avaliar o quão incompleta estava a proposta, e que as ações posteriores executadas até março de 2007 não superaram este fundamental desajuste, qual seja o de olhar as nanotecnologias apenas assentadas nos pilares da ciência/tecnologia e empresas, não incorporando o pilar relativo à sociedade, que suportará todos os impactos decorrentes da introdução desta tecnologia na sociedade brasileira.

Outra razão para que este documento esteja presente neste trabalho é para que ele fique registrado na história não-oficial do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil; caso contrário, as contribuições das ciências humanas a este desenvolvimento não seriam registradas,

pois, com a mudança de dirigentes no Ministério da Ciência e Tecnologia, a forma de participação da sociedade via consulta pública foi declarada inoportuna e desnecessária e, portanto, as contribuições encaminhadas foram devidamente “engavetadas” e nenhuma outra consulta pública foi realizada para discutir propostas elaboradas pelo Poder Executivo relativas a nanotecnologia, como foi o caso da constituição da Rede BrasilNano. As contribuições estão destacadas em itálico:

*Contribuição à consulta pública do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia**

*Paulo R. Martins***

Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia

Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT n° 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007.

O presente documento foi elaborado pelo Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT n° 252, de 16 de maio de 2003, constituído por:

Gilberto Fernandes de Sá (MCT); Alaor Chaves (UFMG); Carlos Alberto Achete (UFRJ); Darc Antônio da Luz Costa (BNDES); Eronides F. da Silva Júnior (Ufpe); Israel Baumvol (UFRGS); Jacobus W. Swart (Unicamp); José Maria Fernandes Marlet (Embraer); José Roberto Leite (CNPq); Marcel Bergerman (Genius); Nelson E. Duran (Unicamp); Oswaldo Luis Alves (Unicamp); e Wanderley Marzano (Aegis).

Os trabalhos foram conduzidos pelo sr. Fernando Galembeck, diretor do Departamento de Políticas e Programas Temáticos do MCT.

Índice

1.0 Introdução

1.1 Principais áreas de aplicação

1.2 Nanotecnologia no Brasil: diagnóstico

1.2.1 Recursos humanos. Educação

1.2.2 Infra-estrutura e facilidades experimentais

* Este programa faz parte do PPA 2004-2007 do governo federal. A consulta pública foi realizada pelo MCT no período de 4 de novembro a 7 de dezembro de 2003 no URL <www.mct.gov.br/temas/nano>.

** Sociólogo, mestre em Desenvolvimento Agrícola, doutor em Ciências Sociais, pesquisador do IPT. e-mail <marpaulo@ipt.br>.

- 1.2.3 Tecnologia de silício
- 1.2.4 Matérias-primas e insumos
- 1.2.5 Bases de dados
- 2.0 Temas de pesquisa
- 3.0 Justificativa do programa
- 4.0 Objetivos
 - 4.1 Objetivo geral
 - 4.2 Objetivos específicos
- 5.0 Diretrizes do programa
- 6.0 Estratégias do programa
 - 6.1 Curto prazo
 - 6.2 Médio prazo
 - 6.3 Longo prazo
- 7.0 Implementação do programa
- 8.0 Gestão do programa
- 9.0 Metas
- 10.0 Facilidades implantadas ou apoiadas
- 11.0 Orçamento
- 12.0 Resultados esperados
- 1.0 Introdução

A nanotecnologia é hoje um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados. Os investimentos na área têm sido crescentes e atingiram, mundialmente, um valor de US\$ 5 bilhões em 2002 (1). Já há alguns produtos industriais nanotecnológicos e seu número aumenta rapidamente. Estima-se que, de 2010 a 2015, o mercado mundial para materiais, produtos e processos industriais baseados em nanotecnologia será de US\$ 1 trilhão (2).

Nanotecnologia é o conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que são obtidas graças às especiais propriedades da matéria organizada a partir de estruturas de dimensões nanométricas. Tais propriedades foram intuídas há dois séculos (3), tendo sido extensamente exploradas em algumas tecnologias bem estabelecidas (4). No entanto, o atual surto de desenvolvimento científico na área é muito recente (5). Muitos consideram como ponto inicial da nanotecnologia a palestra proferida por Richard Feynman (6) em 1959, na qual este sugeriu que um dia seria possível manipular átomos individualmente, uma idéia revolucionária na época. Em 1981, foi criado o microscópio de tunelamento, que permitiu obter imagens de átomos em uma superfície. Já a possibilidade de mover átomos individualmente foi demonstrada em 1990, quando pesquisadores americanos escreveram o logotipo IBM ao posicionarem átomos de xenônio sobre uma superfície de

níquel. Desde então, o domínio científico e tecnológico da escala nanométrica está passando por um surto de crescimento, graças a novas ferramentas de pesquisa e a desenvolvimentos experimentais e teóricos. Disto resultam novos produtos e processos industriais em um ritmo extremamente acelerado. Estão surgindo classes inteiramente novas de dispositivos e sistemas micro e nanofabricados. Esta situação parece indicar um novo salto da civilização tecnológica, porque oferece oportunidades científicas e industriais impensáveis até agora.

Um número crescente de nanoestruturas está sendo gerado, seja pela redução das dimensões de estruturas maiores, seja pela formação de estruturas supramoleculares bem definidas, cada vez mais complexas e capazes de desempenhar funções também complexas. Em adição, novos conceitos e estruturas vêm sendo desenvolvidos. Na verdade, não se trata de uma descontinuidade tecnológica ou de uma tecnologia radicalmente nova, mas sim de uma acelerada evolução do conhecimento e do domínio humano sobre a matéria (7).

É preciso ressaltar que a nanotecnologia faz parte do grupo de tecnologias que se encontram em processo de convergência. Estas são a tecnologia da informação (bits), nanotecnologia (átomos), neurociência cognitiva (neurônios), biotecnologia (genes), tomando-se as iniciais; podemos dizer que a “bang theory” procura demonstrar a convergência entre estas tecnologias, suas sinergias, seus potenciais de inovações e transformações. Quando as consideramos todas juntas, estamos nos referindo à questão de estender o controle humano a todos os objetos, à vida, ao conhecimento. Isto traz importantes impactos sociais, políticos e ambientais para a sociedade em que vivemos.

É de fundamental importância para a sociedade brasileira que as opções tecnológicas a serem assumidas pelo país sejam debatidas não só pelos especialistas, cientistas e tecnólogos. Nas palavras de Laymert Garcia dos Santos, autor de Politizar as novas tecnologias: o impacto sociotécnico da informação digital e genética, “Há uma necessidade em todos os tipos de sociedade de colocar em discussão não mais só os efeitos das inovações da tecnociência, mas também as opções que são feitas, e uma necessidade de subtrair esse debate do terreno exclusivo dos especialistas e, principalmente, só dos cientistas e dos tecnólogos. Isto já ficou claro em muitas sociedades, principalmente nos países mais avançados – já ficou clara a necessidade de a sociedade se pronunciar a respeito das opções que os cientistas e os tecnólogos tomam com relação às novas tecnologias.” (Folha de S. Paulo, Caderno Mais, 9/11/2003, p. 8)

Nesta mesma direção está a compreensão da National Science Foundation, entidade de amparo à pesquisa do governo estadunidense. Em um tópico intitulado “Com um olho no futuro”, a referida entidade expressa que “Nanotecnologia irá fundamentalmente transformar a ciência, tecnologia e a

sociedade. Em 10 a 20 anos, significativa parte da produção industrial relativa a saúde e meio ambiente será mudada por esta nova tecnologia. Crescimento econômico, oportunidades pessoais, desenvolvimento sustentável e preservação ambiental serão afetados. Para se ter todas as vantagens desta nova tecnologia, toda a comunidade científica e tecnológica deve envolver todos os seus componentes, incluindo o público em geral.” (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION NSET. Workshop report societal implications of nanoscience and nanotechnology. Editores: ROCCO, Mihail C.; BAINBRIDGE, William Sims. Virginia: Arlington, mar. 2001. p. 19)

Justificativa: a nanotecnologia existe neste contexto de desenvolvimento concomitante de outras tecnologias que se estão influenciando mutuamente, levando à construção de áreas de intersecção de conhecimentos e de aplicação que amplificam o já elevado potencial de transformação que cada tecnologia em si já nos mostra. Portanto, faz-se necessário ressaltar este impacto coletivo no campo social, político e ambiental que a sociedade em que vivemos está sofrendo e de que a nanotecnologia é parte integrante. Mais importante ainda é fazer com que a sociedade se manifeste a respeito da adoção de tecnologia, não ficando restrita à discussão apenas dos impactos desta adoção, bem como que as discussões não sejam realizadas apenas entre cientistas e tecnólogos.

1.1 Principais áreas de aplicação

A nanotecnologia já encontra ou deve vir a encontrar aplicações em praticamente todos os setores industriais e de serviços. Há aplicações de grande escala, como os nanocompósitos poliméricos, produzidos a partir de *commodities* como os termoplásticos e as argilas, ao lado de produtos fabricados em quantidades reduzidas, mas com elevado valor agregado e criados para as tecnologias de informação e de telecomunicações.

A multiplicidade de aplicações é percebida ao examinar diferentes programas nacionais ou multinacionais de nanotecnologia, que revelam os diferentes modos de classificação dos temas, dos objetivos e das facilidades experimentais necessárias (8).

A concretização de novas aplicações deve ocorrer em prazos curtos (dois a três anos), mas em alguns casos estima-se que ela demandará dez anos ou mais.

Portanto, a sociedade e aqueles que elaboram as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico devem estar atentos agora, pois se pode prever que:

1. Por volta de 2005, a nanotecnologia atrairá mais interesses e controvérsias que a biotecnologia, cujo exemplo dos transgênicos, no caso brasileiro, aponta para uma ação antecipada por parte dos policymakers, no sentido de que a sociedade possa fazer uma discussão mais qualificada sobre o tema;

2. Por volta de 2010, a nanotecnologia será o fator determinante de lucratividade de inúmeros setores industriais importantes da economia;

3. Por volta de 2015, aqueles que controlarem a nanotecnologia serão os grandes players em termos de economia mundial.

Justificativa: é preciso que a área responsável pelo planejamento das atividades de nanotecnologia expresse seu claro entendimento dos cenários que virão em curto, médio e longo prazo, em que a nanotecnologia estará jogando papel central na economia local e global.

1.2 Nanotecnologia no Brasil: diagnóstico

Existe hoje uma produção científica significativa no Brasil, nos temas de manipulação de nano-objetos, nanoeletrônica, nanomagnetismo, nanotecnologia química e nanobiotecnologia, incluindo os nanofármacos, a nanocatálise e as estruturas nanopoliméricas (9). 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.

Isto evidencia a existência de um lastro significativo de competências e infraestruturas, que está sendo mobilizado pelas atividades de nanotecnologia. Todas as diversas áreas disciplinares (10) 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, mas em outros casos será mais remota, como ocorre no cenário internacional.

Algumas atividades como a nanofabricação, apesar de apresentarem grandes perspectivas de geração de produtos e aplicações, 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 do campo das ciências humanas. Aqui, ainda nem iniciamos os estudos que visam avaliar os impactos sociais, políticos e ambientais produzidos pela nanotecnologia no país.

Para que o desenvolvimento da nanotecnologia e nanociência seja construído de forma correta e completa, deve estar assentado nas três áreas da ciência (exatas, biológicas e humanas), perpassando também três campos, a saber: 1) desenvolvimento/política industrial; 2) produção de nanociência e nanotecnologia; e 3) sociedade e meio ambiente.

Justificativa: o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia tem de estar assentado em um tripé. A produção científica e tecnológica deve estar articulada com o setor industrial, mas também tem de estar estreitamente articulada com a sociedade e o meio ambiente. É na sociedade e no meio ambiente que se materializarão os impactos da adoção desta tecnologia. E é fundamentado nas ciências humanas que estes impactos deverão ser estudados.

1.2.1 Recursos Humanos. Educação

A questão dos recursos humanos é de fundamental importância dentro de um programa que pretende ser estratégico para o país. A base da formação dos recursos humanos deve contemplar o binômio excelência e diversidade, uma vez que a nanotecnologia trata de assuntos cujo entendimento requer conhecimentos aprofundados de várias disciplinas, as quais muitas vezes combinam-se de modo bastante sinérgico.

Dentro desta óptica, e considerando a oportunidade, faz parte da estratégia deste programa a formação de recursos humanos do mais alto nível, tanto de mestrado quanto de doutorado e pós-doutorado, e que é decorrente da implementação do programa. Neste caso, podem ter importante papel os grupos bem-qualificados que formam tanto a Rede de Nanotecnologia quanto alguns Institutos do Milênio. É, ainda, de grande importância a realização de estágios de pós-doutoramento no exterior, em centros de alta qualidade, visando não só ao contato com outras realidades e formas de realizar a pesquisa científica, mas também promover o amadurecimento de doutores dentro da perspectiva de combinar, sempre que possível, os novos conhecimentos com a efetiva possibilidade de sua aplicação a problemas claramente identificados, aos quais a nanotecnologia possa dar uma resposta.

A indução da criação de programas de pós-graduação multidisciplinares e multi-institucionais é também objetivo do programa. Torna-se relevante que os alunos de um programa com tais características possam usufruir toda a *expertise* nacional sobre as diferentes áreas relevantes para a nanotecnologia. Tal situação deve também passar pelas facilidades de uso de todo o parque instrumental nacional que foi provido pelos governos estaduais e federal. Na consecução de tal objetivo, é importante a participação da Capes que, em última instância, é quem tem a responsabilidade sobre o funcionamento dos programas de pós-graduação em nosso país, na aprovação de programas com estas características.

No que diz respeito à formação de recursos humanos em nível de graduação, os objetivos, nestes primeiros quatro anos, deverão estar focalizados no oferecimento de módulos que tratam da nanotecnologia em suas diferentes expressões e, se possível, apresentados por pesquisadores experimentados, tanto de forma presencial quanto fazendo uso dos modernos recursos hoje

utilizados na educação. Será positivo que os graduandos em diferentes áreas (química, física, engenharia, biologia, entre outras) sejam expostos à nanotecnologia e à terminologia utilizada na área em algum momento de sua formação. A maioria dos cursos de graduação oferece disciplinas eletivas que podem ser usadas para este fim (11). Não parece ainda ser possível – dada a complexidade e sobretudo graças à diversidade da nanotecnologia – criar cursos de graduação em nanotecnologia. A idéia de módulos em cursos de graduação parece ser mais factível e apropriada à nossa realidade, desde que se contemplem conhecimentos dedicados ao entendimento dos fundamentos da nanotecnologia e que também cubram aspectos relacionados com sua aplicação no setor produtivo.

Uma oportunidade bastante interessante é combinar os objetivos do programa de nanotecnologia com aqueles de iniciação científica como, por exemplo, com o programa Pibic do CNPq, através de projetos de pesquisa, valendo-se da grande importância, visibilidade e articulação que tal programa tem com a grande maioria das instituições universitárias brasileiras (12).

Um aspecto singular da nanotecnologia em nosso meio é que não temos muitas indústrias que possam, no curto prazo, absorver o conhecimento gerado em alguns dos temas da nanotecnologia. Do ponto de vista da demanda, observa-se um crescente interesse de empresários sobre as novas oportunidades que a nanotecnologia oferece. De qualquer maneira, a criação do programa visualiza o aumento de atividades produtivas tendo como base a nanotecnologia. Como sabemos, a atividade industrial, mesmo a mais complexa, não é realizada somente por profissionais com nível superior, mas também por técnicos de nível médio. Visto que o programa terá a duração de oito anos, é determinante e estratégico influenciar os cursos técnicos na direção desta tecnologia, uma vez que muitas atividades – diagnóstico médico, análises químicas, procedimentos de fabricação, novas terapias, entre outras – poderão estar sofrendo modificações profundas durante o próprio tempo de vigência do programa. Em vários segmentos de alta tecnologia, a mão-de-obra técnica altamente qualificada é fator de sucesso do empreendimento (13).

As concepções gerais apresentadas aplicam-se também ao campo das ciências humanas, na medida em que entendemos ser necessário que os conhecimentos produzidos acerca da nanotecnologia sejam de caráter multidisciplinar. Portanto, os centros de pós-graduação em ciências sociais no país devem ser estimulados a abrir (aqueles que ainda não têm) ou ampliar suas linhas de pesquisas para incorporar a temática de mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.

No que toca à graduação em ciências sociais, deverá ser instada a proporcionar ao graduando um ano de disciplinas que o tornem um profissional habilitado a teorizar e pesquisar sobre as mudanças tecnológicas, sociedade e meio

ambiente, estando assim apto a participar de equipes multidisciplinares que irão trabalhar com a nanotecnologia no Brasil.

Justificativa: o mesmo cuidado atribuído à formação no campo das ciências exatas e biológicas deve ser atribuído à formação no campo das ciências humanas, na medida em que a produção de conhecimento sobre a nanotecnologia deve ser de caráter multidisciplinar.

1.2.2 Infra-estrutura e facilidades (14) experimentais

A nanotecnologia certamente exige facilidades especiais, que por sua vez representam um grande investimento em equipamentos, instalações e em capacitação de recursos humanos, além de gastos expressivos em manutenção e operação das facilidades. Por essa razão, a manutenção e melhoria do parque nacional de instrumentação exigem que se superem duas grandes barreiras: 1) o estabelecimento de parcerias justas e eficazes entre a pesquisa e a indústria e 2) o atual despreparo da infra-estrutura e das instalações brasileiras para atuar no setor, especialmente em nanofabricação e nanoeletrônica.

O país já possui um significativo parque instrumental, caracterizado por equipamentos de médio e grande porte, constituído pela ação direta do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), Centro Brasileiro de Pesquisas em Física (CBPF), Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e por meio de vários programas federais e estaduais: Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico: (PADCT), Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex), projetos temáticos, projetos de equipamentos multiusuários, programas de infra-estrutura (inclusive o Fundo Setorial de Infraestrutura – CTInfra) e, mais recentemente, os Institutos do Milênio. Os recursos usados em sua aquisição foram fruto de financiamento de agências federais e, muitas vezes, de [fundações de amparo à pesquisa] FAPs, especialmente no caso dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Muitos dos equipamentos deste acervo têm problemas crônicos de instalação, manutenção (há equipamentos parados) ou de atualização (seja de *software* seja de *hardware*). Além disso, muitos deles operam somente em situação de rotina, dado não terem sido equipados com acessórios importantes e facilidades complementares (baixa e alta temperatura, refrigeração, instalação de gases, linha de alimentação “limpa”, etc.) que os capacitariam a alcançar uma utilização em patamares mais elevados.

A nanotecnologia necessita de uma ampla variedade de capacidades, treinamento e facilidades as quais são fundamentais para sua maturação e provimento de uma base para o desenvolvimento industrial. Além disso, trata-se de fato de um diversificado conjunto de tecnologias que necessita de instrumentação avançada desde o nível dos laboratórios de grupos até

as grandes facilidades nacionais. Fica clara, assim, a necessidade de equipamento no estado da arte, para que a pesquisa realizada no Brasil seja competitiva.

Um dos objetivos do programa é a manutenção deste equipamento, como também viabilizar seu *upgrade*, visando a incrementar sua utilização em condições mais adequadas e competitivas. A aplicação de recursos nesta direção trará, de imediato, fortes e positivos reflexos sobre a comunidade-alvo, acadêmica e industrial.

Da mesma forma, a alocação de recursos para que equipamentos de grande porte possam ser disponibilizados para a comunidade, inclusive através de operação semi ou totalmente remota, utilizando os recursos da Internet rápida, é imprescindível. Existem já no país experiências que demonstram ser essa possibilidade factível, sendo o maior problema o de ordem cultural. Esforços serão feitos nesta direção, pois isto será, inclusive, uma forma real de se dar um caráter nacional ao programa.

Como decorrência das estruturas de que trata a nanotecnologia estarem ficando cada vez menores e a necessidade de testes de qualidade cada vez mais rigorosos, estas demandas só tendem a aumentar a necessidade de métodos nanoanalíticos, tanto para a pesquisa quanto para os testes de fabricação. Assim, o programa objetivará também a complementação do parque instrumental nacional, via disseminação em várias instituições, porém com características de facilidade nacional, de instrumentação associada e equipamentos para caracterização (15).

Importante também para o funcionamento consistente desta infra-estrutura, e previsto nos objetivos do programa, é a formação e o treinamento de técnicos de nível superior para sua operação, manutenção preventiva e, eventualmente, gerenciamento das atividades. Há falta de técnicos de nível superior qualificados, capazes de fazer funcionar, no “estado da arte”, equipamentos e instrumentos de grande porte e complexidade – já adquiridos e por adquirir. É essencial dispormos de profissionais, preferivelmente com título de doutor, treinamento no exterior e com grande vocação para instrumentação, capacitados ao desenvolvimento de técnicas, de metodologias de amostragem, aconselhamento (consultoria) para a solução de problemas afeitos a determinada técnica ou conjunto de técnicas, *upgrade* de instrumentação, treinamento de usuários e outras tarefas de apoio altamente qualificado (16).

As concepções gerais apresentadas também se aplicam ao campo da infra-estrutura e facilidades necessárias às pesquisas sobre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente a serem realizadas contando com profissionais das ciências humanas, na medida em que entendemos ser necessário que os conhecimentos produzidos acerca da nanotecnologia sejam de caráter multidisciplinar.

Embora esta infra-estrutura seja mais barata quando comparada com aquela necessária à produção de nanociência e nanotecnologia oriunda das ciências exatas e biológicas, fazem-se necessários recursos para que ela seja implantada, permitindo, assim, que os pesquisadores dessa área possam trabalhar em redes conectadas pela internet de alta velocidade, com micro computadores e softwares adequados a esse padrão de produção científica. A isto devemos acrescentar gravadores de voz e máquinas filmadoras/fotográficas digitais.

Em termos de infra-estrutura institucional para a realização de pesquisas referentes a implicações sociais da nanotecnologia, podemos citar o modelo adotado pela National Science Foundation/Estados Unidos, onde a metodologia utilizada requer a presença de cientistas sociais nos mesmos locais onde nanocientistas, nanotecnólogos e decision-markers estão realizando seus trabalhos. Uma forma de preencher estes requisitos é a constituição do chamado Virtual Distributed Research Center, identificado pelas iniciais VDRC. Para tanto, faz-se necessária a existência de um local físico para realizar a coordenação dos trabalhos, administrar os recursos necessários, buscar instituições parceiras e viabilizar a comunicação entre os diversos pesquisadores, quer seja eletronicamente ou presencialmente em encontros periódicos.

Justificativa: ao entendimento de que os conhecimentos sobre a nanotecnologia devem abranger a área de sociedade e meio ambiente corresponde a implementação de uma infraestrutura e facilidades operacionais para que os pesquisadores dessa área possam realizar suas pesquisas.

1.2.3 Tecnologia de silício

O desenvolvimento da microeletrônica na segunda metade do século XX deu ao silício uma posição singular: ele é hoje, provavelmente, o material mais bem conhecido e tecnologicamente mais dominado entre todos os que são úteis para a nanofabricação. As tecnologias atualmente usadas na fabricação de dispositivos eletrônicos e circuitos integrados incluem o conhecimento científico, assim como os métodos e processos necessários para a produção de sensores, dispositivos eletromecânicos, eletrônica avançada (integrada em escalas alta e ultra-alta) e muitos outros. Juntos, eles constituem um ramo de atividade que envolve aproximadamente a metade da riqueza que circula no mundo. O Brasil tem um atraso crônico nestas áreas, muito embora elas estejam fortemente presentes – como produtos 100% importados – em vários ramos de atividade industrial nos quais o Brasil é ou pretende ser a curto prazo competitivo, tais como as indústrias automobilística, aeronáutica, de refrigeração, eletrônica, de telecomunicações, de alimentos e muitas outras. A importância e o volume de sensores, atuadores e sistemas eletrônicos avançados na indústria nacional é tão grande que informações recentes indicam

que eles já correspondem a 20% da pauta de importação do país e crescem a uma taxa maior do que qualquer outro item desta pauta (17).

A tecnologia do silício, que é hoje utilizada em alguns dos mais ambiciosos projetos de nanotecnologia (18), deriva de tecnologias microeletrônicas aplicadas à micro e nanofabricação e aproveita um vasto *know-how* de produtos e processos. É importante reconhecer este fato ao mesmo tempo em que se reconhece que as atividades em microeletrônica, no Brasil, não contam nem com facilidades (acadêmicas ou industriais) nem com recursos humanos comparáveis aos de algumas outras áreas de pesquisa.

1.2.4 Matérias-primas e insumos

A revolução nanotecnológica depende criticamente de reagentes químicos e de matérias-primas. Semicondutores, óxidos, especialidades químicas orgânicas e inorgânicas serão fundamentais para a produção nanotecnológica, o que é bem exemplificado pelas unidades da Molecular Foundry do Lawrence Livermore National Laboratory, citadas na nota 8 deste documento.

A produção controlada de partículas na faixa de 1-100 nm é crucial, como também a sua manipulação; a pureza dos reagentes químicos e outros materiais é da mais alta importância, assim como a metodologia de produção. Materiais de alta pureza serão necessários para as fontes de evaporação e *sputtering*, ao lado de materiais com elevada integridade física para serem utilizados como dispositivos nanomecânicos, de materiais para construção de provas (*probes*) que sejam quimicamente inertes, fisicamente estáveis e capazes de ser moldadas para utilização como *tips* atômicos finos. Será necessária a síntese de especialidades químicas orgânicas de ultrapureza, com terminações (funcionalizações) adequadas para serem ligadas (de forma reprodutível) em superfícies de materiais óxidos e semicondutores.

É importante mobilizar e, quando necessário, complementar a capacidade de produção de especialidades químicas (orgânicas e inorgânicas) e biológicas dos diferentes laboratórios universitários nacionais. Mesmo não atuando explicitamente na área de nanotecnologia, muitos grupos detêm conhecimentos importantes para as atividades do programa.

O acesso a insumos é especialmente crítico na medida em que a importação de determinados reagentes e insumos não pode mais ser realizada, por serem considerados, pelos países produtores, como altamente estratégicos (19).

No que toca à ciência produzida pelas ciências humanas, o insumo essencial aos trabalhos de seus pesquisadores são as informações expressas em forma de livros, CDs, vídeos, bibliotecas virtuais, journals, etc. A matéria-prima fundamental são os profissionais dedicados a este tipo de investigação científica ancorada nas ciências humanas, cujo laboratório é a sociedade e o meio ambiente.

Justificativa: cabe também especificar quais são os principais insumos e matérias-primas necessários à produção de conhecimento sobre nanotecnologia advindos da área das ciências humanas.

1.2.5 Bases de dados

A formação de bancos de dados e a “mineração de dados” (*data mining*) em nanotecnologia é fundamental para orientação de políticas científicas e tecnológicas. Existem informações básicas acessíveis na Plataforma Lattes, ao lado da preciosa informação proveniente das redes de nanotecnologia e dos Institutos do Milênio.

Por outro lado, não há uma prática sistemática de *data mining* das informações provenientes do exterior, sua validação e análise. Esta deficiência é especialmente grave no uso de informações provenientes de patentes. Tem-se observado, cada vez mais, que uma parte importante do conhecimento científico e tecnológico não é veiculada através das chamadas publicações científicas, mas sim de documentos de patentes (20).

É necessário construir um sistema de inteligência estratégica (21) para poder atuar em uma área tão sofisticada e complexa quanto a nanotecnologia. A construção de inteligência estratégica para competir na civilização tecnológica é uma ação de longo alcance, mas também de longo prazo.

Ainda não foram produzidos dados relativos às relações entre nanotecnologia sociedade e meio ambiente, na medida que ainda não se realizam estudos sobre esta temática no Brasil. Assim sendo, faz-se necessário iniciar estes estudos e concomitantemente ir-se construindo o banco de dados que os contenha.

Por outro lado, deve-se implantar a prática sistemática de “mineração de dados” (data mining) em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente provenientes do exterior, sua validação e análise.

Devemos deixar expresso que as ações de inteligência estratégica levarão em consideração as inter-relações da nanotecnologia com a sociedade e meio ambiente, pois, na civilização tecnológica atual, estes poderão ser fatores-chave nos processos competitivos em escala local, regional e global.

Justificativa: é perfeitamente clara a necessidade de se terem dados sobre as inter-relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente no Brasil. Só assim será possível constituírem-se as bases sólidas do tripé necessário ao desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil.

Certamente, a inteligência estratégica não será nem inteligente nem estratégica se deixar de fora aspectos relativos aos impactos da nanotecnologia na sociedade e no meio ambiente, pois poderá ser justamente neste campo (sociedade e meio ambiente) que encontraremos os aspectos centrais da competitividade entre países, regiões ou blocos econômicos.

2.0 Temas de pesquisa

Os temas de pesquisa considerados no programa são os seguintes:

a) Nanofabricação

- redução de escala de dispositivos microeletrônicos, gerando dispositivos nanoeletrônicos;
- criação e aplicação de técnicas nanolitográficas;
- novos dispositivos de nanoeletrônica baseados em novos conceitos (SET, NTC, spintrônica, etc.);
- microssistemas (Mems e Biomems);
- sistemas de nanomanipulação, nanofabricação e nanossíntese;
- dispositivos Moems e Noems ou micro e nanossistemas;
- dispositivos optoeletrônicos e fotônicos.

b) Nanometrologia

- capacitação metrológica na escala nano;
- criação e desenvolvimento de instrumentos de medida e componentes viabilizados pela nanotecnologia.

c) Materiais nanoestruturados

- biomateriais (engenharia da saúde);
- materiais metálicos (novas ligas);
- materiais cerâmicos e vidros;
- materiais compósitos (polímeros compósitos, compósitos com matrizes metálicas e cerâmicas);
- materiais poliméricos (novos polímeros);
- materiais eletrônicos e ópticos (eletrônica e fotônica);
- materiais magnéticos (spintrônica);
- nanotubos de carbono e de outras substâncias;
- superfícies e filmes finos;
- cristais fotônicos;
- sistemas de baixa dimensionalidade 0,1,2 – D

d) Nanotecnologia funcional

- nanoeletrônica;
- optoeletrônica;
- fotônica;
- bioeletrônica;
- eletrônica molecular;
- materiais estruturais de alto desempenho;
- supercondutividade;
- materiais para terapêutica, cosmética e saúde.

- e) Energia
 - dispositivos de geração. Eletrodos e membranas para células de combustível;
 - estruturas de armazenamento. Supercapacitores, novas baterias;
 - sistemas fotovoltaicos nanoquímicos;
- f) Nanotecnologia molecular
 - nanobiotecnologia;
 - membranas;
 - reconhecimento molecular;
 - sensores;
 - sistemas de análise e diagnóstico;
 - manipulação molecular (pesquisa atômica e molecular e matéria condensada).
- g) Nanoagregados
 - sistemas coloidais, inclusive filmes e espumas;
 - tecnologia de partículas: fabricação e aplicação;
 - partículas, *clusters* e catálise;
- h) Funcionalização de materiais
 - técnicas de funcionalização;
 - construção de dispositivos;
 - sensores físico-químicos.
- i) *Software*
 - modelagem;
 - realidade virtual para visualização.

Os temas de pesquisa cujos alicerces encontram-se nas ciências sociais são os seguintes:

a) Impactos sociais

b) Impactos econômicos

c) Impactos políticos

d) Impactos ambientais

e) Impactos éticos

f) Impactos legais

g) Impactos culturais

h) Aceitação, resistência ou rejeição pública de novas tecnologias abrangendo parâmetros geográficos, econômicos, sociais, afetivos, cognitivos, administrativos, políticos, religiosos, culturais e éticos

i) Identificação de quem são os segmentos sociais e onde estão os primeiros a aderir à nanotecnologia no curto, médio e longo prazos

j) Identificação de que segmentos sociais serão os incluídos (winners) e os excluídos (losers) do processo de adoção da nanotecnologia

k) Identificação dos impactos intencionais/esperados e não-intencionais/não-esperados

l) Construção de indicadores – para processos e conteúdos – que possam medir os impactos anteriormente indicados

m) Construção de indicadores de inovações produzidas na academia, indústria, laboratórios governamentais, agências governamentais e sociedades profissionais

n) Análise de risco da adoção da nanotecnologia relativa a:

- riscos de lesões físicas

- riscos para o sistema econômico e social

- riscos para a base do poder político e financeiro

o) Análise de ciclo de vida

p) Monitoramento e assessoria em tempo real.

Justificativa: estas linhas de pesquisas já estão presentes em países que estão mais avançados no desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia, como é o caso dos Estados Unidos.

É recomendação expressa da National Science Foundation a realização de pesquisas em ciências sociais que identifiquem as implicações sociais da adoção da nanotecnologia. A compreensão de que os conhecimentos sobre nanotecnologia devam ser produzidos de forma multidisciplinar está plenamente consolidada nas sociedades ditas desenvolvidas.

3.0 Justificativa do programa

O Brasil detém cerca de 1% do PIB mundial e 3% da população mundial. A *renda per capita* é inferior à média mundial e chega a ser um décimo da de países desenvolvidos. Este fato pode ser atribuído parcialmente à adoção de políticas pouco agressivas e pouco focalizadas de investimentos em áreas estratégicas nos momentos cruciais da nossa história, o que teve como impacto um ritmo pouco acelerado de desenvolvimento do país (22) em setores econômicos intensivos em conhecimento. Percebeu-se, enfim, o vínculo entre desenvolvimento, educação e investimentos em C&T, porém ainda não foram tomadas medidas concretas para acompanhar o desenvolvimento tecnológico em áreas estratégicas, como a de fármacos ou de microeletrônica. No entanto, numa iminente quebra de paradigmas imposta pela nanociência e nanotecnologia (N&N), estamos diante de uma oportunidade única de ingressarmos na nova era em fase com países desenvolvidos, contando com uma sociedade científica organizada e estruturada através de um modelo que valorize a complementaridade de competências.

A necessidade de se criar um programa amplo de pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia que maximize o aproveitamento dos recursos existen-

tes, crie e fortaleça laboratórios afins, capacite e treine recursos humanos, integre as competências na área e alavanque a competitividade de diversos segmentos da indústria é absoluta.

A existência deste programa viabilizará o aproveitamento das oportunidades abertas pela nanotecnologia, a priorização de atividades, a otimização no uso dos recursos disponíveis e a inovação nas áreas escolhidas, seja por razões estratégicas ou competitivas. Portanto, o programa é um instrumento de competitividade econômica, um fator de aumento da participação do Brasil no produto econômico mundial e de soberania.

Além de ser um instrumento para atingir os objetivos assinalados, este programa tem o sentido de atuar de forma preventiva em relação aos impactos sociais, políticos, ambientais, éticos, culturais e legais advindos da disseminação desta tecnologia na sociedade brasileira. Agindo desta forma, estaremos estruturando este programa em três pilares fundamentais, quais sejam a produção de nanociência e nanotecnologia, sua incorporação ao processo de desenvolvimento industrial brasileiro e os impactos na sociedade e no meio ambiente, decorrentes da adoção desta tecnologia no espaço territorial brasileiro.

Justificativa: para que esta justificativa esteja redigida de forma completa, é preciso contemplar as relações existentes entre a adoção da nanotecnologia e seus impactos na sociedade brasileira e em nosso meio ambiente.

4.0 Objetivos

4.1 Objetivo geral

O objetivo do programa é criar e desenvolver novos produtos e processos em nanotecnologia, implementando-os para aumentar a competitividade da indústria nacional e capacitando pessoal para o aproveitamento das oportunidades econômicas, tecnológicas e científicas da nanotecnologia.

Seu impacto deverá impulsionar vários setores da economia: eletroeletrônica, veículos e equipamentos de transportes, tecnologia da informação, construção civil, química e petroquímica, energia, agronegócio, biomedicina e terapêutica, ótica, metrologia, metalurgia, produção mineral, proteção e remediação ambiental. Além disso, haverá um impacto sobre áreas estratégicas como as de segurança nacional, pessoal, patrimonial e alimentar.

Ao atingir todos estes setores, certamente estará implicando mudanças significativas na sociedade e meio ambiente em que estas atividades produtivas se desenvolvem. É preciso que identifiquemos, de preferência a priori, quem serão os vencedores e perdedores, do ponto de vista social, político, ético, cultural e ambiental. Só assim serão viáveis alterações de rotas e dinâmicas para que se possa alcançar a melhoria da qualidade de vida da população, concomitantemente à melhoria da qualidade ambiental do território brasilei-

ro onde se materializa o desenvolvimento econômico que vem com a adoção desta tecnologia.

Justificativa: o objetivo geral deve estar ancorado nos três pilares já referenciados (ciência/tecnologia, empresas e sociedade) como necessários ao perfeito entendimento ao universo de abrangência da nanotecnologia, que necessariamente requer uma visão multidisciplinar que contemple também aspectos relativos à sociedade e ao meio ambiente: incorporar cientistas sociais aos grupos/redes de nanotecnologia já consolidados no país; realizar o primeiro seminário brasileiro sobre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.

4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do programa são:

- geração de novos conhecimentos;
- desenvolvimento tecnológico e inovação, capacitando o país para a competição em nível internacional;
- formação de recursos humanos em alta tecnologia, capacitando gestores, pesquisadores, engenheiros e trabalhadores ao aproveitamento das oportunidades abertas pela nanotecnologia;
- formação e manutenção de uma rede nacional de laboratórios e facilidades de pesquisa, associados em torno de objetivos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em nanotecnologia;
- execução de projetos de P&D&I, enfatizando os que favoreçam a interação e sinergia entre os laboratórios de pesquisa e o setor produtivo;
- agregação de valor e tecnologia a produtos industriais, do agronegócio e serviços, criando empregos qualificados, em números significativos. Produção industrial que incorpore conceitos, conhecimentos, descobertas e desenvolvimentos da nanotecnologia;
- criação de empresas inovadoras. Modernização e aumento de competitividade de empresas. Aumento da participação brasileira na economia global;
- atualização curricular de cursos nas áreas afins à nanotecnologia;
- informação da sociedade sobre os impactos da nanotecnologia na vida do cidadão, as novas oportunidades e os riscos de obsolescência que ela cria para produtos e processos atuais;
- *formação de recursos humanos voltados à análise de mudanças tecnológicas e seus impactos na sociedade e meio ambiente;*
- *atualização curricular dos cursos nas áreas afins de nanotecnologia visando incorporar disciplinas do campo das ciências sociais;*
- *formação de uma rede nacional de pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente;*

- *formação de um Centro de Pesquisa Virtual Distribuído, coordenador das atividades da Rede Nacional de Pesquisa em Sociedade e Meio Ambiente;*
 - *produção de conhecimento em ciências sociais aplicadas a nanotecnologia, sociedade e meio ambiente;*
 - *oportunidades abertas pela nanotecnologia, priorização de atividades, a otimização no uso dos recursos disponíveis e a inovação nas áreas escolhidas, seja por razões estratégicas ou competitivas. Portanto, o programa é um instrumento de competitividade econômica, um fator de aumento da participação do Brasil no produto econômico mundial e de soberania.*
- Além de ser um instrumento para atingir os objetivos assinalados, este programa tem o cuidado também no sentido de conhecer e atuar de forma preventiva em relação aos impactos sociais, políticos, ambientais, éticos, culturais e legais advindos da disseminação desta tecnologia na sociedade brasileira. Agindo desta forma, estaremos estruturando este programa em três pilares fundamentais, quais sejam: a produção de nanociência e nanotecnologia, sua incorporação ao processo de desenvolvimento industrial brasileiro e os impactos ocorridos na sociedade e meio ambiente decorrentes da adoção desta tecnologia no espaço territorial brasileiro.*

Justificativa: estes objetivos visam a materializar de forma definitiva neste programa de nanotecnologia a produção de conhecimentos advindos do campo das ciências sociais, necessários para a compreensão integral da nanotecnologia no Brasil.

5.0 Diretrizes do programa

As diretrizes do programa, abaixo apresentadas, foram definidas por um grupo de trabalho (23) composto por representantes da comunidade científica e do setor privado com atuação em nanotecnologia e nanociência.

- A estruturação do programa deverá ser compatibilizada com o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (24) e levar em conta a visão estratégica da indústria na área da nanotecnologia, *bem como os impactos na sociedade e no meio ambiente.*
- Os investimentos em P&D devem incluir a pesquisa básica e serem definidos à luz de: i) uma estratégia de desenvolvimento tecnológico que corresponda às vocações e projetos de ação da indústria; ii) percepção de novos fatos e oportunidades científicas, pelos pesquisadores.
- A implementação do programa deve buscar parcerias com as fundações estaduais de amparo à pesquisa e órgãos estaduais ou regionais de desenvolvimento, ciência e tecnologia (25).
- Promover a cooperação internacional e a inserção internacional da nanotecnologia brasileira.
- Induzir a criação de empresas inovadoras.

- Desenvolver mecanismos para apoio inicial a empresas de base nanotecnológica.
- Induzir e assegurar a formação e manutenção de recursos humanos em nanociência e nanotecnologia, provendo bolsas e recursos para atração e remuneração de pesquisadores.
- Incentivar a identificação e estabelecimento de parcerias que possam ser estimuladas a contribuir para o desenvolvimento da nanotecnologia.
- Identificar e estabelecer parcerias entre instituições de pesquisa e empresas.
- Incentivo à criação de programas de pós-graduação em nanotecnologia, preferivelmente com caráter multidisciplinar e multiinstitucional, com inclusão de disciplinas de empreendedorismo na formação.
- Cooperação internacional com laboratórios de nanotecnologia.
- Modernizar e equipar adequadamente laboratórios existentes. Promover a criação de laboratórios multiusuários com gestão integrada (26), para o apoio às atividades de pesquisa executadas pelas redes e aos projetos específicos de P&D&I em nanotecnologia.
- Criar um laboratório de tecnologia e nanofabricação em Si, três laboratórios de nanobiotecnologia e realizar estudos de criação de outros laboratórios.
- Criar uma estrutura logística e de informação que permita o máximo aproveitamento dos recursos humanos especializados e equipamentos existentes, beneficiando números crescentes de usuários e otimizando os investimentos realizados.
- Estabelecer mecanismos de prospectiva, acompanhamento e avaliação que realmente este programa e permitam a contínua reavaliação de seus objetivos e metas.
- Analisar e propor modelos de gestão para laboratórios existentes e outros que venham a ser criados, que permitam efetivo controle social, mas evitem efeitos negativos de estruturas administrativas incompatíveis com a operação produtiva dos laboratórios.
- Estabelecer uma estrutura de gestão e de uma estrutura financeira de suporte às ações de médio e longo prazo, realística e com características de estabilidade e continuidade mínimas para que as ações do programa possam produzir resultados.
- Sensibilizar e treinar pesquisadores, estudantes e profissionais no uso da literatura de patentes e na proteção da propriedade intelectual gerada por este programa.
- Definir alvos e metas de maneira sistêmica, considerando todos os agentes relevantes e interessados: agências de governo, empresas, instituições de ensino e pesquisa, *organizações não-governamentais dedicadas à pesquisa, à defesa de interesses difusos da sociedade, bem como entidades de representação profissional e científica.*

- *Realizar esforços de prospecção em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*

- *Iniciar o trabalho de identificação de entidades produtoras de conhecimento relativas a mudança tecnológica, sociedade e meio ambiente que possam ter afinidades com a área de nanotecnologia.*

- *Identificar e estabelecer parcerias entre instituições de pesquisa e organizações não-governamentais dedicadas a pesquisa, a defesa de interesses difusos da sociedade, bem como entidades de representação profissional e científica.*

Os investimentos em P&D devem incluir pesquisas básicas a serem definidas à luz de:

- i) uma estratégia de desenvolvimento tecnológico que corresponda às vocações e projetos de ações da indústria; ii) *melhoria da qualidade de vida dos brasileiros e preservação/recuperação do meio ambiente*; iii) percepção de novos fatos e oportunidades científicas pelos pesquisadores.

- *induzir a criação e desenvolver mecanismos para o apoio inicial de empresas inovadoras no campo da avaliação de mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.*

- *induzir e assegurar a formação e manutenção de recursos humanos em mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente, provendo de bolsas para a atração e remuneração de pesquisadores.*

- *promover a cooperação e a inserção internacional da nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*

- *incentivar a identificação e o estabelecimento de parcerias que possam ser estimuladas a contribuir para o desenvolvimento da nanotecnologia e da avaliação de seus impactos na sociedade e no meio ambiente.*

Justificativa: o grupo de trabalho composto por representantes da comunidade científica (exatas e biológicas) e do setor privado elaborou diretrizes para dois pilares deste programa (produção em nanotecnologia e nanociência e desenvolvimento industrial). Cabe estabelecer as diretrizes para o terceiro pilar deste programa, relativo às interações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Acreditamos que, com estes três pilares, este programa torna-se completo.

6.0 Estratégias do programa

Estão relacionadas a seguir estratégias deste programa, separadas entre estratégias de curto, médio e longo prazos.

6.1 Curto prazo

- Definir alvos e metas de maneira sistêmica, considerando todos os agentes

relevantes e interessados: agências de governo, empresas, instituições de ensino e de pesquisa.

- Preservar e aproveitar os esforços de prospecção já realizados.
- Intensificar o trabalho de identificação de empresas, laboratórios e centros de P&D com afinidade na área de nanotecnologia e que possam vir a participar do esforço nacional.
- Incentivo à criação de programa de pós-graduação em nanotecnologia, preferivelmente com caráter multidisciplinar e multi-institucional, com inclusão de disciplinas de empreendedorismo, *mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente, para a formação do pós-graduando.*
- *Cooperação internacional com centro de investigação em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*
- *Criar a rede brasileira de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*
- *Equipar adequadamente o chamado Virtual Distributed Research Center (VDRC), local físico onde se realizará a coordenação dos trabalhos, administração dos recursos necessários, busca de instituições parceiras e viabilização de projetos de pesquisa relativos à rede de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*
- *Sensibilizar e treinar pesquisadores, estudantes e profissionais em mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.*
- *Incluir pesquisadores em ciências sociais nas redes de nanotecnologia já existentes.*

Justificativa: as ações de curto prazo visam implantar o terceiro pilar deste programa (nanotecnologia, sociedade e meio ambiente) para que este seja perfeitamente sólido, consistente e abarque a nanotecnologia de forma integral, antecipando-se, assim, a problemas já identificados em outros processos de mudanças tecnológicas, como, por exemplo, o caso da biotecnologia/transgênicos.

6.2 Médio prazo

- Atrair indústrias e investidores de risco para atividades de nanotecnologia.
- Crescimento sustentado do capital humano e da infra-estrutura de nanotecnologia.
- Avaliar e acompanhar o programa, redefinindo objetivos e estratégias, sempre que necessário.
- Apoiar a criação de empresas inovadoras.
- Apoiar a criação de uma associação ou sociedade brasileira de nanociência e nanotecnologia.
- *Incluir pesquisadores em ciências sociais nos grupos de pesquisa de nanotecnologia.*

- *Atrair ONGs de pesquisas, desenvolvimento, meio ambiente e defensoras de interesses difusos da sociedade, bem como sociedades de representação profissional e científica.*
- *Apoiar as empresas inovadoras em avaliação de mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.*
- *Apoiar a criação da Sociedade Brasileira de Nanociência, Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.*

Justificativa: no médio prazo, a contribuição das ciências sociais deve estar presente nas diversas equipes que produzem nanociência e nanotecnologia no Brasil, tornando-as, assim, efetivamente multidisciplinares como exige esta tecnologia. Na medida em que a aplicação da nanotecnologia traz mudanças, impactos na sociedade e no meio ambiente, é preciso incorporar as entidades da sociedade civil que atuam nesta área. A constituição de uma sociedade brasileira deverá contemplar esta visão multidisciplinar.

6.3 Longo prazo

- *Apoiar a criação de empresas inovadoras.*
- *Conquistar uma posição destacada no cenário mundial de nanotecnologia.*
- *Apoiar as empresas inovadoras em avaliação de mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.*
- *Conquistar uma posição destacada no cenário mundial da nanotecnologia e da avaliação de seus impactos na sociedade e no meio ambiente.*

Justificativa: a posição destacada a ser almejada deve refletir os três pilares em que se fundamenta este programa.

7.0 Implementação do programa

Um instrumento para que este programa possa alcançar os objetivos mencionados é a implementação das ações do PPA 2004-2007, com estimativa de continuidade até 2011. É desejável que sejam implementadas as seguintes ações:

- *Implantação de laboratórios e redes de nanotecnologia (projeto) (27);*
- *Apoio às redes e laboratórios de nanotecnologia (atividade) (28);*
- *Pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia (atividade);*
- *Gestão do programa (atividade);*
- *Implantação de um programa especial de formação de recursos humanos.*

As ações serão implementadas através de contratação direta ou da execução de projetos selecionados em processo competitivo, mediante editais. O acompanhamento das ações (assim como de todos os programas do PPA) é feito por meio do sistema de informações gerenciais do Ministério do Planejam-

to (Sigplan); além disso, a gestão do programa será feita de forma participativa, com o apoio de uma câmara técnica.

- *Implantação da Rede Brasileira de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (projeto).*
- *Implantação do Virtual Distributed Research Center, espaço físico onde se realizará a coordenação da nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.*
- *Pesquisas em nanociência, sociedade e meio ambiente (atividade).*
- *Implantação de um programa especial de formação de recursos humanos em mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente.*

Justificativa: as medidas indicadas de implantação e pesquisas vão materializar o terceiro pilar de sustentação deste programa de nanotecnologia.

8.0 Gestão do programa

O programa será gerido pelo MCT, que manterá uma coordenação de nanotecnologia. A gestão do programa contará com o apoio de uma câmara técnica, com representação paritária de: i) comunidade científica e tecnológica, ii) órgãos da administração federal; iii) empresas; iv) *entidades representativas dos interesses difusos da sociedade e de representação profissional e científica*, que serão partes ativas na definição de políticas estratégicas e procedimentos de avaliação para o desenvolvimento da nanotecnologia no país. À câmara técnica caberá, ainda, propor melhorias no programa ao longo de sua execução. Pretende-se, com isso, dar transparência e conferir um caráter participativo à gestão do programa.

As alocações de recursos serão feitas mediante processos competitivos e públicos, consistindo na publicação de editais de chamada de propostas, processo de julgamento por pares, anúncio público de resultados e implementação pelas agências do MCT (Finep ou CNPq). Os processos de julgamento seguirão sempre as melhores práticas internacionais, sendo realizados por comitês formados por especialistas do mais alto nível.

Justificativa: é preciso que a câmara técnica reflita os pilares sobre os quais se sustenta este programa de nanotecnologia. Na medida em que as preocupações relativas aos impactos que esta tecnologia impõe à sociedade e ao meio ambiente estejam contempladas, é necessário que entidades que representam estas preocupações tenham assentos nesta câmara técnica, para que ela tenha representatividade relativa a todos os atores envolvidos neste tema.

9.0 Metas

São mostradas na Tabela 1 as metas a serem atingidas no programa Desenvolvimento da Nanotecnologia e da Nanociência de 2004 a 2007.

Tabela 1. Metas do programa

Meta	Valor de referência ano-base (08/2003)	Ano			
		2004	2005	2006	2007
1. Formação de recursos humanos	600	690	790	950	1.140
2. Ampliação do depósito de patentes envolvendo nanotecnologia	17	22	28	5	43
3. Evolução das exportações de materiais, produtos e processos baseados em nanotecnologia	1	4	8	13	21
4. Taxa de participação das patentes envolvendo nanotecnologia em relação ao total de patentes	600	3%	4%	6%	8%
5. Taxa de crescimento do número de produtos científicos e tecnológicos, em nanotecnologia	1.200	20%	44%	73%	107%
6. Taxa de crescimento do número de empresas que incorporaram produtos ou processos nanotecnológicos ⁸	10	50%	100%	150%	200%

a) A expectativa é que, inicialmente esses produtos e empresas tenham participação expressiva dos produtores de materiais poliméricos, metálicos e cerâmicos.

1- Número de alunos de pós-graduação na área. Valores absolutos.

2- Foram consideradas 17 patentes como valor de referência e foi feita uma projeção de 5, 6, 7 e 8 patentes adicionais para 2004, 2005, 2006 e 2007, respectivamente.

3- Foi feita uma projeção de três, quatro, cinco e oito novos materiais, produtos ou processos exportados em 2004, 2005, 2006 e 2007, respectivamente. O valor de referência foi tomado como sendo igual a um, para evitar divisão por zero no cálculo de taxas.

4- Estima-se um crescimento de 3%, 4%, 6% e 8% em relação ao valor base (600) em 2004, 2005, 2006 e 2007, respectivamente.

5- A previsão é um acréscimo de 20% ao ano em relação ao ano base.

6- A previsão é o surgimento de cinco empresas por ano.

Metas	Valor(ref. 2003)	2004	2005	2006	2007
<i>Formação de recursos humanos</i>	<i>Não-disponível</i>	3	10	16	19
<i>Rede Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente</i>	zero	3	15	23	30
<i>Virtual Distributed Research Center</i>	zero	1	3	5	6
<i>Incorporar pesquisadores de ciências sociais nas redes</i>	zero	3	3	3	3
<i>Incorporar pesquisadores de ciências sociais nos laboratórios</i>	zero	3	4	3	3
<i>Realizar Seminário Brasileiro Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente</i>	zero	1	1	1	1
<i>Taxa de crescimento do número de empresas mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente</i>	zero	zero	100%	100%	100%

Justificativa: a formação de recursos humanos em mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente encontra-se estimada em 10% da dos números previstos para as áreas de exatas e biológicas, exceto para o ano de 2003. A presença de profissionais da área de ciências sociais nas redes, centro de pesquisa virtual e laboratórios é que vai materializar a produção de conhecimentos relativos a relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Para atrair novos pesquisadores do campo das ciências sociais e consolidar a rede de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente, é preciso realizar anualmente encontros nacionais. Por fim, espera-se, a partir de 2005, a constituição de empresas especializadas em mudanças tecnológicas, sociedade e meio ambiente, à taxa anual de 100%.

10.0 Facilidades implantadas ou apoiadas

Nas tabelas 2 e 3 são mostradas as facilidades que deverão ser implantadas ou apoiadas pelo programa, identificadas pelo grupo de trabalho. A proposta de implantação do Laboratório de Tecnologia e Nanofabricação de Silício é a mais vultosa e complexa.

Tabela 2. Facilidades implantadas ou apoiadas pelo programa

Tipo de facilidade ou rede	Nº de unidades		Nº estimado de pesquisadores		Área construída (m ²)	
	2007	2004	2007	2004	2007	
Redes						
Rede de Nanobiotecnologia	1	100	170	500	1.500	
Rede de Nanoanálise e Diagnóstico	1	40	100	500	1.000	
Rede de Materiais Nanoestruturados e Filmes Finos	1	100	170	500	1.500	
Rede de Nanometrologia e Instrumentação	1	35	75	500	1.000	
Rede de Nanodispositivos e Materiais Semicondutores	1	85	170	500	1.500	
Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces	1	65	130	500	1.500	
Laboratórios¹						
Laboratório de Síntese (úmida)	5	20	45	0	300x5 unid.	
Laboratório de Síntese (vácuo)	5	20	45	500	300x5 unid.	
Laboratório de Nanopós	3	20	40	0	200x3 unid.	
Laboratório de Produção de Nanoestruturas (poliméricas, metálicas, cerâmicas, funcionais)	5	20	50	0	400x5 unid.	

Laboratório de Nanodispositivos Fotônicos	2	20	40	-	300x2 unid.
Laboratório de Microscopia Eletrônica	4	30	60	500	500x4 unid.
Laboratório de Espectroscopia	4	30	60	300	500x4 unid.
Laboratório de Microanálise	4	30	60	300	500x4 unid.
Laboratório de Caracterização e Tratamento de Superfícies	4	20	40	500	500x4 unid.
Laboratório de Caracterização Magnética	3	20	30	0	500x3 unid.
Laboratório de Caracterização Elétrica	1	20	40	0	500x1 unid.
Laboratório de Tecnologia e Nanofabricação de Silício	1	50	100	750	1.500
Laboratórios de Nanobiotecnologia ²	3	50	100	0	500x3 unid.

1. Os laboratórios terão o compromisso de prestar serviços a pesquisadores em nanotecnologia participantes do programa e também a outros usuários interessados. Cada laboratório deverá ser equipado no estado da arte. Os laboratórios serão do tipo laboratórios abertos, multiunidades onde cada unidade será responsável por uma diferente etapa relacionada ao laboratório em que esta se enquadra. Desta forma, por exemplo, o laboratório de espectroscopia pode ser composto por unidades responsáveis por espectroscopia óptica, espectroscopia Raman, espectroscopia resolvida no tempo, etc. (ou outra divisão de tarefas apropriadas). As unidades podem estar alocadas em diferentes regiões, estados ou instituições e podem ter como base um laboratório já existente, com boa infra-estrutura e que possua um histórico de laboratório multiusuário (no sentido amplo do termo)

2. *Centros de fármacos e vacinas, de nanobiossensores e de drogas magnéticas.*

Tabela 3. Facilidades implantadas ou apoiadas pelo programa, número de usuários e setores econômicos envolvidos

Tipo de facilidade ou rede	Número de pesquisadores usuários (doutores)	Número estimado de empresas usuárias	Setores econômicos das empresas usuárias, tipos de produtos, metodologias envolvidas
	2007		
Redes			
Rede de Nanobiotecnologia	150	10	Fármacos, diagnóstico, biomateriais, vacinas, meio ambiente, terapia gênica, <i>drug-delivery</i> , biorreceptores, cosmética, regeneração de tecidos, agroindústria, ambiental

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Rede de Nanoanálise e Diagnóstico	100	5-6	Saúde, análises químicas, fármacos, produtos geneticamente modificados
Rede de Materiais Nanoestruturados e Filmes Finos	150	15	Nanopartículas (viscosidade, <i>drug-delivery</i> , colóides, pigmentos, dispersões, <i>coatings</i> , ferro-fluido, partículas magnéticas); filmes (guias de onda, filmes nanoestruturados), agroindústria
Rede de Nanometrologia e Instrumentação	70	5-6	Processos, procedimentos e instrumentação, normas e padrões, eletrônica
Rede de Nanodispositivos e Materiais Semicondutores	90	3-4	Sensores, sistemas químicos integrados, dispositivos a base de nanotubos, <i>start-ups</i> , eletrônica
Rede de Nanotecnologia Molecular e Interfaces	80	3-5	Nanotecnologia molecular, membranas, reconhecimento molecular, absorvedores de luz, eletrônica
Laboratórios			
Laboratório de Síntese (úmida)	50	10	Indústria química (nanoemulsões, lubrificantes, cosmética, sol-gel, tecnologia de cerâmicas, colóides, pigmentos, dispersões, emulsões)
Laboratório de Síntese (vácuo)	40	5	Eletrônica, revestimento, ferramentas de corte especiais, química
Laboratório de Nanopós	40	15	Indústria química (cosmética, sol-gel, tecnologia de cerâmicas, colóides, dispersões)
Laboratórios de Produção de Nanoestruturas (poliméricas, metálicas, cerâmicas, funcionais)	40	15	Dispositivos eletrônicos, sistemas químicos integrados
Laboratório de Nanodispositivos Fotônicos	30	10	Fotônica, optoeletrônica, sensores ópticos
Laboratório de Microscopia Eletrônica	130	10	Caracterização de nanomateriais, geral
Laboratório de Espectroscopia	80	5	Caracterização de nanomateriais (necessidade de resolução espectroscópica espacial em nm), agroindústria
Laboratório de Microanálise	130	20	Caracterização química, nanoanálise (elementos traços), agroindústria
Laboratório de Caracterização e Tratamento de Superfícies	50	5-10	Caracterização de superfícies (nano), adesão, corrosão, catálise, química
Laboratório de Caracterização Magnética	50	5-10	Nanopartículas magnéticas, sistemas spintrônicos

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Laboratório de Caracterização Elétrica	50	2-3	Start-ups, eletrônica
Laboratório de Tecnologia e Nanofabricação de Silício	100	4	Métodos de microeletrônica visando à nanoeletrônica (nanolitografia). Mems, Nems, Moems, circuitos à base de nanotubos, caracterização de nanocircuitos
Laboratórios de Nanobiotecnologia	150	20	Biossensores, biorreceptores, farmácia, ambiental, alimentos

Facilidades implantadas ou apoiadas pelo programa

Tipo de facilidade ou rede	Número de unidades	Número estimado de pesquisadores		Área construída	
		2004	2007	2004	2007
Rede Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente	1	3	30	6	100
Virtual Distributed Research Center	1	1	6	6	50

Facilidades implantadas ou apoiadas pelo programa, número de usuários e setores sociais envolvidos

Tipo de facilidade ou rede	Número de pesquisadores usuários (doutores)	Número estimado de entidades da sociedade civil	Setores sociais usuários, produtos e metodologias envolvidas
Rede Brasileira de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente	50	100	Entidades de defesa do consumidor, do meio ambiente, trabalhadores, bairros

Justificativa: trata-se de configurar fisicamente as condições necessárias para que a produção de nanotecnologia realizada de forma multidisciplinar materialize-se e permita que também a sociedade civil organizada e não só as empresas possam colher os frutos dos investimentos realizados pela sociedade no desenvolvimento desta tecnologia.

11.0 Orçamento

A tabela a seguir [expressa em reais] apresenta as demandas orçamentárias de recursos do Tesouro Nacional e/ou de outras fontes, inclusive os Fundos Setoriais, necessárias à execução do programa. [...]

DESENVOLVIMENTO RECENTE DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Item	2004	2005	2006	2007	Total
Implantação de laboratórios e redes de nanotecnologia	71.130.00	71.130.000	71.130.000	71.130.000	284.520.000
Apoio às redes e laboratório de nanotecnologia	3.720.000	5.990.000	9.012.000	11.278.000	30.000.000
Gestão do programa	350.000	350.000	350.000	350.000	1.400.000
Pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia	21.500.000	21.500.000	21.500.000	21.500.000	86.000.000
Total	96.700.000	98.970.000	101.992.000	104.258.000	401.920.000

A esses recursos, deverão somar-se recursos de empresas e de órgãos estaduais ou regionais, especialmente para as atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia.

Específico para a área de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente (em reais)

Item	2004	2005	2006	2007	Total
Implantação de rede e centro virtuais	711.000	1.422.000	1.422.000	1.422.000	4.977.000
Apoio a rede e centro virtuais	37.000	120.000	180.000	240.000	577.000
Pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente	430.000	1.075.000	1.075.000	1.075.000	3.655.000
TOTAL	1.178.000	2.617.000	2.677.000	2.737.000	9.209.000

Justificativa: o presente orçamento para a área de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente em termos de implantação e apoio significa recursos entre 1% a 2% dos recursos para as atividades de nanociência e nanotecnologia previstos no PPA 2004-2007. No que toca a recursos para a pesquisa, estão estimados em 5% dos previstos para a nanociência e nanotecnologia no mesmo PPA 2004-2007. Assim sendo, por um pequeno percentual o programa de nanotecnologia e nanociência passará a ter seu terceiro pilar devidamente constituído, transformando este programa em algo sólido sob os diversos pontos de vista presentes nas ciências exatas, biológicas e sociais.

12.0 Resultados esperados

Ao final da execução deste programa, deverão ter sido alcançados os seguintes resultados:

- criação, expansão e consolidação de pequenas e médias empresas de alta tecnologia, desenvolvendo, produzindo e comercializando produtos nanotecnológicos;
- inserção de produtos e processos nanotecnológicos em vários setores industriais;
- consolidação de um programa de formação de RH com sua absorção e inserção nos setores acadêmico e industrial e *social* do país;
- elaboração de *roadmap* e planejamento de laboratórios avançados;
- geração de riqueza e de emprego qualificados e bem-remunerados;
- maior competitividade industrial em nível internacional, *fundamentada em maior preservação do meio ambiente e maior qualidade de vida*;
- redução da dependência externa do país e do déficit da balança comercial nos produtos de alta tecnologia;
- *identificação dos impactos na sociedade brasileira e no seu meio ambiente advindos da adoção da nanotecnologia*;
- *produção de conhecimentos que permitirá ao Estado brasileiro conduzir o processo regulatório referente à nanotecnologia, antecipando-se a entraves já identificados em outras tecnologias (biotecnologia/transgênicos)*;
- *inserção de conhecimentos sobre nanotecnologia em vários setores da sociedade civil brasileira organizada, em especial daqueles que defendem os interesses difusos dessa sociedade*;
- *identificação do grau de aceitação da nanotecnologia junto à sociedade brasileira*.
- *criação, expansão e consolidação de empresas de pesquisas sobre mudanças tecnológicas, meio ambiente e sociedade*;
- *melhoria da qualidade de vida dos brasileiros com a preservação/recuperação do meio ambiente*.

Justificativa: todos estes resultados são esperados na medida em que este programa se fundamenta concretamente em três pilares: produção de conhecimentos relativos a nanociência e nanotecnologia (exatas e biológicas); relações entre nanotecnologia, sociedade e meio ambiente (sociais). Incorporando-se as ciências sociais para pesquisar este objeto, que é essencialmente multidisciplinar, os resultados acima esperados serão materializados com grandes benefícios para a sociedade brasileira.

(1) Fonte: < <http://www.estado.estadao.com.br/editorias/2003/06/15/quer011.html> > .

(2) Estimativa da Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos Estados Unidos. (www.nsf.gov).

Aproximadamente US\$ 300 bilhões em eletrônica, US\$ 340 bilhões em materiais, além da parte de síntese química, e US\$ 180 bilhões em produtos farmacêuticos. Estima-se que serão criados, mundialmente, 2 milhões de postos de trabalho na área.

(3) Faraday atribuiu as diferenças de cor entre amostras de ouro coloidal (do azul até a “púrpura de Cassius”) a diferenças de tamanho entre as suas partículas. Hoje, sabe-se que são partículas nanométricas e as menores são vermelhas.

(4) Grande parte do transporte de pessoas e mercadorias depende de pneus, cujas propriedades dependem muito criticamente de partículas nanométricas de carbono, o “negro de fumo”.

(5) A manipulação direta da matéria em escala nanométrica exige um de dois tipos de abordagens básicas: i) aquelas usadas na síntese química e na criação de estruturas supramoleculares, que foram grandemente aperfeiçoadas durante o século 20; ii) a existência de elementos de máquinas capazes de executarem movimentos com precisão de nanômetros ou menos, o que se tornou viável graças aos muitos aperfeiçoamentos dos materiais piezelétricos (descobertos em 1880 por Pierre e Paul-Jacques Curie e que hoje permitem a execução de deslocamentos com uma precisão de centésimos de nanômetros), bem como pelo uso e aperfeiçoamento de técnicas de feixes de elétrons e de íons.

(6) There’s plenty of room at the bottom: an invitation to enter a new field of Physics. Palestra proferida na reunião anual da American Physical Society, em 29 de dezembro de 1959. In: *Engineering and Science*, Caltech, 22 de fevereiro de 1960 (ver www.zyvex.com/nanotech/feynman.html).

(7) Como exemplo, tomamos o dispositivo da “língua eletrônica”. Este dispositivo reúne e explora dois conceitos: a membrana quimicamente seletiva e a microfabricação (www.comciencia.br/noticias/21dez01/lingua.htm).

(8) Por exemplo, na Alemanha foram criadas seis redes de pesquisas (centros de competência) em nanotecnologia: a) Filmes ultrafinos funcionais (88 organizações participantes), b) Nano-optoeletrônica (59 org.), c) Funcionalidade via química (113 org.), d) Nanoestruturas laterais (76 org.), e) Tratamento de superfícies ultrapreciso (53 org.) e f) Nanoanalítica (60 org.). Nos Estados Unidos, o Molecular Foundry, do Laboratório Nacional Lawrence Livermore, estará dotado de facilidades nas seguintes áreas: a) Nanoestruturas inorgânicas, b) Nanofabricação, c) Síntese orgânica, inclusive de polímeros e biopolímeros, d) Nanoestruturas biológicas, e) “Imaging” e manipulação e f) Teoria de materiais nanoestruturados. O início da operação está previsto para 2006.

(9) De janeiro a dezembro de 2002, os pesquisadores integrados às quatro redes de nanotecnologia existentes no país produziram aproximadamente 1.100 publicações em periódicos internacionais, depositaram 17 patentes em N&N e realizaram mais de 200 apresentações em eventos internacionais. Foram criados produtos como a “língua eletrônica”, nanodosímetro de radiação UV, fotodetector de radiação ionizante, nanoestruturas de memória Flash, vacinas por transferência gênica, fármacos de liberação controlada e circuitos integrados à base de silício. Além disso, 3 dos 15 mais ambiciosos projetos do MCT, os Institutos do Milênio, atuam em nanotecnologia.

(10) Contribuem fortemente a biologia, biotecnologia, engenharias elétrica (especialmente a microeletrônica), mecânica, química e de materiais, a física, matemática e a química. Um exemplo muito claro da enorme interdisciplinaridade de nanotecnologia é o recente lançamento da revista *Ieee Transactions on Nano Bioscience*.

(11) Já há uma oferta de disciplinas de nanotecnologia, ao lado de várias disciplinas regulares relevantes para a nanotecnologia. Por exemplo, o Instituto de Química da Unicamp oferece, em 2003, a disciplina de Introdução à Nanotecnologia no curso de graduação, com

excelente resultados. A Universidade de Mogi das Cruzes, no ano de 2003, oferece um curso de pós-graduação em biotecnologia intitulado Nanobiotecnologia.

(12) O próprio CNPq, reconhecendo a importância da iniciação à pesquisa, resolveu, muito recentemente, premiar os melhores trabalhos e orientações. É desejável que o CNPq defina uma cota de bolsas para as atividades de nanotecnologia.

(13) Quando a tecnologia de fibras ópticas foi introduzida no Brasil, durante muitos anos não havia mão-de-obra técnica especializada, sendo grande parte do trabalho técnico (por exemplo: solda de fibras ópticas) realizada por profissionais de nível superior.

(14) Por facilidades entende-se apenas um conjunto de prédios, equipamentos e equipe de operação, sujeitos a qualquer estrutura legal ou de gestão.

(15) Por exemplo, técnicas de varredura com sondas, microscopia eletrônica, instrumentação para análise de superfícies, emissão de campo, análise por sondas atômicas, nanomanipuladores, equipamentos para teste, calibração e medidas, nanoferramentas, nanomotores e nanomáquinas, nanosondas, multi-sondas equipamentos para caracterizar propriedades magnéticas, ópticas, elétricas e mecânicas de nanoestruturas com resolução espacial, microfluídica, tecnologias de feixes de íons focalizados, *software* para análise de dados, representação, simulação e modelagem, instalações com facilidades para trabalhos em ambientes ultra-limpas, dentre outras.

(16) É importante que tal profissional faça parte das equipes de pesquisa e que tenha possibilidades de progressão profissional, além, é claro, de remuneração competitiva e mecanismos de avaliação diferentes dos aplicados aos aplicados aos pesquisadores e docentes universitários.

(17) O Brasil deve adotar uma postura clara em relação a este ramo de atividade científica, de desenvolvimento e industrial. O país precisa optar, e optará mesmo que não o faça de forma consciente, por entrar no setor, seja a) como país que domina as tecnologias e atua como consumidor consciente, b) como país que domina as tecnologias e contribui para a produção industrial na área, c) como país que domina a tecnologia e disputa e/ou aspira à competitividade ou d) como país que seguirá sendo consumidor inconsciente e dependente de produtos desta natureza para incorporar nos seus produtos industriais.

Muito em especial, é absolutamente necessário adotar uma postura clara e decidida em relação à tecnologia do silício aplicada à produção de componentes eletrônicos semicondutores integrados. Esta área atingiu um estágio maduro, deverá continuar baseada no silício por pelo menos mais 50 anos e o país pode e deve entrar nela. Porém, devido ao seu alto grau de desenvolvimento, esta entrada só será possível mediante decisão estratégica. Um laboratório de pesquisa e desenvolvimento, com as instituições de pesquisa como suporte e com a indústria como objetivo, nas linhas do que foi praticado na Bélgica, na Coreia e na Irlanda, é essencial. É imprescindível a criação de pelo menos um laboratório no país que possa constituir um embrião de atividade na área. Qualquer pretensão de resultados a curto prazo e/ou de construir um laboratório destes a baixo custo está certamente condenada ao fracasso. É necessário compreender que:

a) No plano internacional, a indústria que é competitiva em microeletrônica, microfabricação, nanobiotecnologia, nanofármacos e outros utiliza métodos, técnicas, conhecimentos e infra-estrutura industrial desenvolvida nos últimos 40-50 anos, ao longo dos quais os investimentos em infra-estrutura foram contínuos e vultosos. Somente um milagre levaria o Brasil a ingressar a baixo custo e rapidamente no seletíssimo clube de países competitivos em alta tecnologia.

b) Ao contrário, não existem milagres. Os setores de atividade industrial nos quais o Brasil ensaia competitividade, como os do petróleo, da siderurgia, química de base e petroquímica, da aeronáutica, de autopeças, de açúcar e álcool, papel e celulose e outras agroindústrias, resultaram de enormes investimentos com dinheiro público, mantidos continuamente duran-

te longos intervalos de tempo. A pergunta cabível é: como país, estamos arrependidos dos investimentos que fizemos nestes setores? Se a resposta é que não estamos, eis o caminho a seguir em nanotecnologia em particular e em alta tecnologia em geral.

(18) Por exemplo, o projeto Millipede, da IBM (www.research.ibm.com/resources/news/20020611_millipede.shtml), de fabricação de memórias. Nestas, cada *bit* é representado pela existência ou não de um furo de cerca de 20 nanômetros em um filme de um termoplástico amorfo, como o PMMA. A gravação, leitura e desgravação dos *bits* é feita por agulhas do tipo usado em microscópios de varredura de sonda, montadas em monólitos microfabricados em silício. Os monólitos desempenham funções eletro-eletrônicas e mecânicas, simultaneamente.

(19) Por exemplo, os alcóxidos de metais, que são fundamentais para todos os processos do tipo sol-gel, ou as fibras de carbono.

(20) Cerca de 50% da informação científica documentada em patentes jamais chega à literatura científica aberta. Por outro lado, a leitura e análise de patentes pela comunidade científica brasileira é pouco freqüente, como se observa da leitura de planos de pesquisa e projetos submetidos às agências. Para informações sobre patentes, ver <www.wipo.org>, <<http://ep.espacenet.com>>, <www.uspto.gov> e <www.inpi.gov.br>.

(21) Muitas oportunidades, sejam de pesquisa, sejam industriais, dependem fundamentalmente da informação e, sobretudo, da velocidade com que são processadas e apropriadas. Sistemas de “antena” e de “observatório” têm-se mostrado muito valiosos. Estes sistemas beneficiam-se de muitos diferentes tipos de contribuição. Por exemplo, os adidos científicos das embaixadas brasileiras em países-chave contribuem muito para o processo de coleta de informação e de análise dos impactos locais de determinadas notícias, produtos e processos de nanotecnologia.

(22) Por outro lado, os resultados de programas de governo bem focalizados são absolutamente claros nos setores aeroespacial, do agronegócio, de petróleo, petroquímica, química de base e biotecnologia, entre outros. O Brasil tem hoje uma elevada produção científica, tecnológica e industrial em todas as áreas verticais do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), iniciado em 1983 e que agora está sendo encerrado. Esse exemplo demonstra a importância de programas plurianuais e da ação sistêmica do governo.

(23) Criado pela Portaria n° 252 do MCT, de 16 de maio de 2003.

(24) O Brasil precisa construir um sistema nacional de C&T, com base na visão estratégica da indústria e, se os líderes da indústria se dispuserem, deve ser liderado pela indústria. Os pesquisadores, qualquer que seja sua área de atuação – indústria, universidades, centros de pesquisa –, precisam reconhecer que a situação atual é de quase total esgotamento da capacidade de investir. Portanto, mesmo investimentos a fundo perdido em investigação científica básica devem ser feitos à luz de uma estratégia de desenvolvimento tecnológico que corresponda às vocações e projetos de ação da indústria. A missão dos pesquisadores é compreender isto e apoiar, ao invés de resistir corporativamente, para superar impasses históricos de nosso país. Em resumo, podemos e devemos fazer melhor do que a Coreia. É importante aprender com as experiências do passado: atingimos um excepcional nível de atividade e produção científica em física teórica e simulação e modelagem numérica de sistemas físicos e biofísicos. Tal nível foi atingido mediante investimentos a fundo perdido em investigação básica. No entanto, qual a estratégia do país para capitalizar todo este conhecimento e competência e colocá-lo a serviço do desenvolvimento tecnológico do país? Quantos dos muitos físicos teóricos e simuladores-modeladores numéricos excepcionais que possuímos estão em contato com as empresas industriais do país construindo parcerias? Note-se aqui que os pouquíssimos que o fizeram tiveram muito sucesso.

(25) Retomando as propostas da comissão de transição na área federal, lembra-se aqui o importantíssimo propósito ali firmado de construir um sistema nacional de ciência e tecnologia baseado na ação integrada do ministério e das agências federais com as fundações estaduais de apoio à pesquisa. A irresponsabilidade dos estados com o desenvolvimento tecnológico, com a única e óbvia exceção de São Paulo, deve ser corrigida imediatamente por ação federal. Como proposto na comissão de transição, o sistema nacional de ciência e tecnologia deve ser uma construção conjunta do MCT e das FAPs e deve ter o seguinte princípio básico norteador: investimentos federais em pesquisa em um determinado estado da federação serão proporcionais ao percentual do valor constitucional (do estado) repassado à sua FAP. Não se trata de discutir valores absolutos, tendo em vista a grande diferença de arrecadação entre estados. Trata-se de discutir se um determinado governo estadual está investindo em desenvolvimento científico e tecnológico no nível previsto pela sua constituição, o que em termos práticos traduz-se por um certo percentual da renda tributária líquida do estado repassado à FAP. Se não está, o sistema nacional de ciência e tecnologia deve agir na direção de contribuir para que isto seja feito. Isto é crucial, pois as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa emanam de um conceito justo de participação dos Estados da Federação no fomento à pesquisa científica e tecnológica. Justo porque:

EM PRIMEIRO LUGAR - O investimento privado em pesquisa no Brasil ainda é muito pequeno, tornando imprescindíveis investimentos públicos, tanto em pesquisa fundamental quanto na pesquisa para o desenvolvimento industrial. A missão das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa é adequar tal fomento às vocações da matriz produtiva e sócio-econômica de cada estado, otimizando os investimentos tanto temática quanto regionalmente.

SEGUNDO - As Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa constituem o ponto de apoio mediante o qual a matriz de pesquisa instalada no Estado, juntamente com as matrizes industriais e de serviços, alavancam a captação de investimentos federais e internacionais. Se, por um lado, os Estados em geral não dispõem dos recursos necessários para manter toda a sua matriz de pesquisa e, muito em especial, para fomentar a pesquisa industrial, por outro lado a captação de recursos federais e internacionais deve ser baseada na contrapartida do interessado principal, no caso, o Estado.

TERCEIRO - A ação das Fundações de Amparo à Pesquisa promove a reflexão, no âmbito estadual, da questão do desenvolvimento econômico e social no contexto da sociedade tecnológica, na qual, como é bem sabido, o maior valor agregado a qualquer produto ou serviço é a tecnologia e o conhecimento.

QUARTO - A ação das Fundações de Amparo à Pesquisa renova e redimensiona os sistemas de educação superior e técnica do Estado ao colocá-los em interação permanente e dinâmica com o setor produtivo e de serviços.

Vale aqui acrescentar, e louvar, o notório e crescente papel que a Fapesp exerce na inovação e competitividade industrial de São Paulo, através de programas como o Pite - Parceria para a Inovação Tecnológica. Deste, resultaram mais de mil registros de novas pequenas e médias empresas de base tecnológica naquele Estado nos últimos quatro anos. Exemplo igualmente eficaz é a atuação conjunta das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, dos pesquisadores, dos agentes políticos e outros agentes de influência das Regiões Norte e Nordeste, os quais têm assegurado, *a priori*, um percentual fixo e substancial de todos os investimentos federais em ciência e tecnologia para aquelas regiões.

(26) Os laboratórios terão uma ampla faixa de tamanho, indo desde laboratórios dedicados a uma técnica, conjuntos de laboratórios, facilidades de médio e grande porte, até laboratórios de porte nacional. Os laboratórios serão abertos aos usuários e formados por várias unidades. Cada unidade será responsável por uma diferente etapa relacionada ao laboratório onde ela se enquadra. Desta forma, por exemplo, o Laboratório de Espectroscopia pode ser composto por unidades responsáveis por espectroscopia óptica, espectroscopia Raman, espectroscopia resolvida no tempo, etc. (ou outra divisão apropriada). As unidades podem estar alocadas em uma região diferente, estado ou instituição e podem ter como base um laboratório já existente, com boa infra-estrutura e que possua um histórico de laboratório multiusuário (no sentido

amplo do termo). Os laboratórios terão o compromisso de prestar serviços a pesquisadores em nanotecnologia participantes do programa e também a outros usuários interessados.

(27) Na nomenclatura do Plano Plurianual, uma atividade é contínua no tempo, enquanto um projeto tem início e fim determinados.

(28) Esta ação tem por finalidade prover recursos para a manutenção das redes e laboratórios.

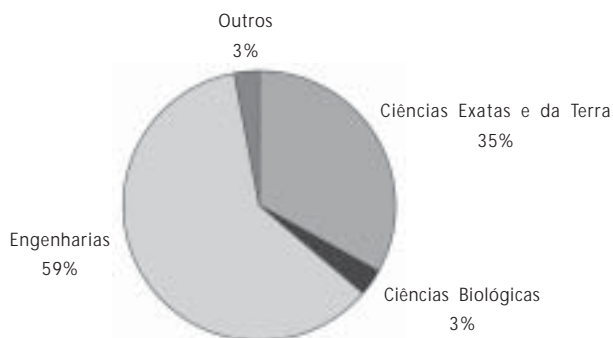
4 Fundos setoriais

Além do PPA 2004-2007 e do Programa Nacional de Nanotecnologia, os fundos setoriais tornaram-se outra importante fonte de recursos para as atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia no Brasil.

Com os fundos setoriais, a experiência foi a mesma no tocante à exclusão de propostas de estudos no campo de atuação dos profissionais que se dedicam a produzir conhecimentos que possam efetivamente tornar a nanotecnologia no Brasil uma atividade multidisciplinar.

Também aqui o projeto encaminhado foi recusado, na medida em que “não obteve a pontuação necessária ao seu aproveitamento”. No Gráfico 1 a proporção entre as áreas que tiveram projetos aprovados:

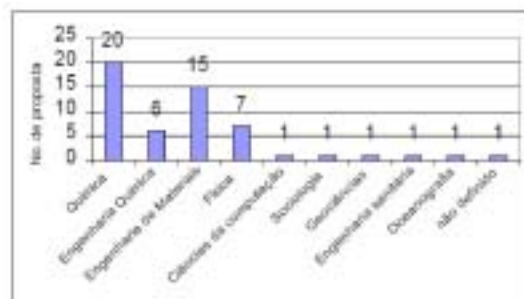
Gráfico 1. Projetos aprovados seguindo as áreas



Fonte: o autor com base em BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Diretoria de Políticas e Programas Temáticos. Coordenação Geral de Políticas e Programas de Nanotecnologia. *Relatório sobre a inclusão da nanotecnologia no fundo setorial de Petróleo e Gás (CT-Petro)*. Brasília, mar. 2004c, p. 6.

No item “Outros” da figura acima, encontra-se a proposta encaminhada por Paulo Roberto Martins, no campo da sociologia, que foi registrada no gráfico a seguir:

Gráfico 2. Classificação das propostas do Grupo I por áreas tradicionais



Fonte: BRASIL (2004c), p. 6.

Embora 88 projetos tenham sido aprovados neste edital do CT-Petro, nem um único projeto oriundo do campo da sociologia apresentado foi contemplado, o que demonstra a exclusão das ciências humanas destes editais dos fundos setoriais, pois não há notícia de projetos na área de ciências humanas em outro fundo setorial que tenha financiado atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanociência e nanotecnologia.

A leitura do item 1 – “Histórico”, da exposição de motivos elaborada com a contribuição de dois importantes professores do Instituto de Química da Unicamp, deixa clara a exclusão dos temas relativos aos impactos da nanotecnologia no campo do petróleo no que diz respeito à sociedade, ao meio ambiente, à ética, etc.

Esta constatação se completa com a análise do comitê técnico que julgou as 844 propostas, o qual não contou com um representante sequer da área de ciências humanas.

1 Histórico

Em 2003, a nanotecnologia foi incluída pela primeira vez em um edital do Fundo Setorial de Petróleo e Gás (CT-Petro), como fruto da articulação da CGNT com o Comitê Gestor do CT-Petro. Na ocasião, foi apresentada ao Comitê Gestor e ao Grupo de Apoio Técnico do CT-Petro a seguinte exposição de motivos (colaboração dos professores Fernando Galembeck e Oswaldo Alves, da Unicamp):

A nanotecnologia é hoje um dos principais focos das atividades de C&T&I em todos os países industrializados. Os investimentos na área têm sido crescentes e atingiram, mundialmente, um valor de US\$ 5 bilhões em 2002. Estima-se que de 2010 a 2015, o mercado mundial para materiais, produtos e processos industriais baseados em nanotecnologia será de US\$ 1 trilhão. Esta vultosa pro-

dução estará distribuída por praticamente todos os setores da economia, porque a nanotecnologia afetará um grande número de produtos e processos industriais, em todas as áreas, além de criar novas atividades e serviços.

Reconhecendo esta potencialidade, o MCT criou em 2003 a Coordenação Geral de Nanotecnologia. Além disso, criou um GT multidisciplinar e multisetorial para elaborar um programa nacional de grande envergadura, identificando as reais necessidades para decisivamente alavancar a nanotecnologia no país, conferindo-lhe capacidade para competir no cenário internacional.

Existe hoje uma produção científica significativa no Brasil, nos temas de manipulação de nano-objetos, nanoeletrônica, e nanomagnetismo, nanoquímica e nanobiotecnologia, incluindo os nanofármacos, a nanocatálise e os nanocompósitos, sejam os poliméricos, sejam os de outras famílias de materiais. De janeiro a dezembro de 2002, os pesquisadores integrados às 4 redes de nanotecnologia existentes do país produziram aproximadamente 1.100 publicações em periódicos internacionais, depositaram 17 patentes em N&N e realizaram mais de 200 apresentações em eventos internacionais. Foram criados produtos como a “língua eletrônica”, nanodosímetro de radiação UV, fotodetector de radiação ionizante, nanoestruturas de memória Flash, vacinas por transferência gênica, fármacos de liberação controlada e circuitos integrados à base de silício. Além disso, 4 dos 15 mais ambiciosos projetos do MCT, os Institutos do Milênio, atuam em nanotecnologia. Também há projetos sendo executados por empresas, isoladas ou em cooperação com universidades ou institutos de pesquisa. Na área de nanocompósitos, há projetos de grandes empresas, como a Rhodia-Ster e a Braskem. [...]

Na área de petróleo, já há projetos em execução, abordando a utilização de nanocompósitos magnéticos na remoção de óleo derramado em água (UnB/UFG/UFRJ, apoiado pelo CT-Petro) e o desenvolvimento de nanocatalisadores que diminuem a produção de compostos aromáticos no processamento de petróleo (UFRGS, apoiado pelo CT-Petro).

Alguns produtos nanotecnológicos estão se destacando como novos materiais na construção de equipamentos de vários tipos, como os filmes finos usados em revestimento que dão alta resistência às paredes de tubos metálicos, os nanotubos de carbono que estão sendo ensaiados em nanocompósitos de baixa densidade e alta resistência, em um grande número de aplicações: materiais estruturais, componentes de turbinas. Ferrofluidos estão sendo usados em selos hidráulicos e também como fluidos em atuadores magneto-hidráulicos.

Um dos principais grupos de produtos nanotecnológicos são os sensores de vários tipos, especialmente os utilizados em sistemas nanoeletrônicos

integrados de baixíssimo preço unitário, que permitam o monitoramento de substâncias na atmosfera, em meios líquidos e em seres vivos, em tempo real e eventualmente à distância. Suas aplicações vão desde o monitoramento de vazamentos de óleo até o controle de gases de escapamento de automóveis. [...]

Petróleo (catálise)

Não é muito difícil mostrar que a catálise é uma das mais importantes tecnologias colocadas à disposição da sociedade moderna, que permite a produção de uma gama extensa de materiais e combustíveis, sendo também fundamental no controle das emissões poluentes provenientes da indústria e dos automóveis. A nanotecnologia poderá oferecer a chave para um aprofundado conhecimento dos processos catalíticos, como eles ocorrem, como melhorar os processos já existentes, “desenhar” e desenvolver novos processos.

A maioria dos catalisadores são “catalisadores heterogêneos”. São materiais altamente porosos com elevadas áreas superficiais. Muitos dos catalisadores consistem de uma fase ativa e uma fase passiva, sendo a última feita de um material quimicamente e termicamente estável, como a alumina. Este suporte, ou fase passiva, permite que a fase ativa exista como nanopartículas que são resistentes à sinterização. A faixa de tamanho para estas nanopartículas vai desde o atômico disperso até o tamanho micrométrico, embora comumente estejam na faixa de 1-10 nm.

As áreas de impacto da catálise ligadas à cadeia do conhecimento do petróleo são:

- Produção de combustível – a catálise é crucial na reforma de destilados de petróleo para gerar misturas apropriadas para automóveis, caminhões, aviões, etc. (lembrar que muitos produtos do petróleo são usados em diversos tipos de indústrias de transformação). Elevados conteúdos de enxofre são removidos em níveis muito baixos, por exemplo, em nosso país, pela dessulfurização catalítica.
- Produção de materiais – todos os polímeros são produzidos usando catalisadores. Alguns dos polímeros sofrem um grande número de diferentes processos, como por exemplo: a produção de *nylon* exige mais de 12 diferentes processos catalíticos em larga escala.
- *Commodities* – uma variada e extensa gama de produtos químicos básicos (matérias-primas) é produzida do óleo e do gás, usando a catálise. Um exemplo é o óxido de etileno.

Várias questões estão abertas quando se quer entender as propriedades de catalisadores nanoparticulados: i) natureza dos sítios ativos; ii) conhecimento da morfologia da superfície ao nível atômico; conhecimento das forças que fazem com que um catalisador seja melhor ou mais efetivo para uma

dada reação; iii) correlação da estrutura das partículas e sua reatividade; iv) produção de “arrays” de nanopartículas; v) como produzir estes catalisadores nanoparticulados pensando substituir a grande escala dos processos hoje utilizados (toneladas)?”

O edital teve por objetivo: “Apoiar projetos de pesquisa básica, aplicada ou de desenvolvimento tecnológico que possibilitem a geração de conhecimento novo e suas possíveis aplicações, nas áreas temáticas para o setor de petróleo e gás natural. Foram apoiados projetos relacionados com a cadeia do conhecimento do setor petróleo e gás natural, nas áreas de materiais avançados e nanotecnologia. Os recursos disponíveis foram de R\$ 12.000.000,00, sendo R\$ 6.000.000,00 para 2003.”

As propostas submetidas ao CNPq foram analisadas por um comitê técnico composto pelos seguintes pesquisadores (BRASIL, 2004c, p. 1-3):

Alberto Garcia de Figueiredo Júnior – [Universidade Federal Fluminense] (UFF)

Carlos Alberto Achete – [Universidade Federal do Rio de Janeiro] (UFRJ)

Carlos Antônio Cabral dos Santos – [Universidade Federal da Paraíba] (UFPB)

César Zucco – [Universidade Federal de Santa Catarina] (UFSC)

Cristina Célia Silveira Brandão – UnB

Daniel Mário Ugarte – LNLS

Ednildo Andrade Torres – [Universidade Federal da Bahia] (Ufba)

Elísio Caetano Filho – [Centro de Pesquisas da Petrobras] CENPES

Fernando Galembeck – Unicamp

Gisella Maria Zanin – [Universidade Estadual de Maringá] (UEM)

Joel Camargo Rubin – UnB

Joel Carneiro de Castro – [Universidade Estadual Paulista] (Unesp)

Jorge Maurício David – Ufba

José Camapum de Carvalho – UnB

José d’Albuquerque e Castro – UFRJ

Marcos Valério Ribeiro – Unesp

Olivar Antônio Lima de Lima – Ufba

Osvair Vidal Trevisan – Unicamp

Petrus D’Amorim Santa Cruz Oliveira – Ufpe

Roberto Guardani – USP

Tereza Neuma de Castro Dantas – UFRN

Wilson Sérgio Venturini – USP

Os valores referentes aos fundos setoriais podem ser assim sintetizados:

Quadro 3. Quantidades de projetos em nanotecnologia aprovados com recursos de fundos setoriais por ano

Ano	Valor (R\$)	Observações
2003	6.652.097,00	65 projetos
2004	9.115.128,45	42 projetos
2005	27.000.000,00*	53 projetos
2006	5.200.000,00	PPA 2004/7 fundos
Total	47.967.225,45	

Fonte: os autores, com base em BRASIL (2006b, tabelas n^os 5, 6, 7, 9, 11).

*Total relativo somente a projetos (não inclusos valores destinados a laboratórios estratégicos e nacionais)

Embora a fonte em questão não apresente de forma discriminada os valores relativos aos fundos setoriais para os anos de 2005 e 2006 – na medida em que há projetos financiados em conjunto pelo PPA 2004-2007 e fundos setoriais –, para os objetivos deste trabalho os dados são contundentes em demonstrar que, entre as centenas de projetos aprovados, não há um único oriundo da área de ciências humanas que tenha contado com recursos dos fundos setoriais destinados a nanociência e nanotecnologia. Portanto, quer seja o PPA 2004-2007, quer sejam os fundos setoriais ou outras fontes relativas ao MCT/CNPq, todas estiveram praticamente fechadas a estudos sobre nanotecnologia que tivessem origem nas ciências humanas.

5 Sobre a Renanosoma

A Renanosoma foi constituída por iniciativa de Paulo Roberto Martins, pesquisador do IPT. Os pesquisadores que a compunham em outubro de 2004, no início dos trabalhos, eram os seguintes: Ruy Braga Neto, sociólogo, doutor em Ciências Sociais pelo Departamento de Sociologia da Universidade de São Paulo; Henrique Rattner, sociólogo e economista, doutor em Ciências Sociais pela Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo; Richard Domingues Dulley, agrônomo, doutor em Ciências Sociais, pesquisador do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo; Sônia Maria Dalcomuni, economista, PHD em Economia, diretora do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo; Edmundo Lopes Júnior, sociólogo, doutor em Ciências Sociais pelo Departamento de Ciênci-

as Sociais da Universidade do Rio Grande do Norte; Tânia Elias Magno da Silva, socióloga, doutora em Ciências Sociais, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe; Eliane Cristina Pinto Moreira, advogada, doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pelo Centro Universitário do Pará; Marcos Antonio Mattedi, sociólogo, doutor em Ciências Sociais, diretor do Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau; Adriano Premebida, historiador, mestre em Sociologia, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Em termos de componentes, a Renanosoma passou de 10 pesquisadores, em outubro de 2004, para 29 pesquisadores em março de 2007. Isto pode ser constatado no espelho da Renanosoma, que é o grupo de pesquisa do CNPq intitulado Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Em termos de instituições, a ampliação foi de 11 para 21 instituições.

As linhas de pesquisa da rede são as seguintes: impactos da nanotecnologia na sociedade e meio ambiente; ética e nanotecnologia; nanotecnologia, agricultura e sociedade; comunicação e nanotecnologia (em implantação).

Organização de seminários internacionais

Por iniciativa da Renanosoma, foram realizados sete seminários internacionais:

1) Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (I Seminanosoma) – São Paulo, 18 e 19 de outubro de 2004. Patrocinado pelo MCT/CNPq via edital. Entidades co-promotoras: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP), Instituto de Estudos Avançados (IEA/USP) e IPT.

2) Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (II Seminanosoma) – São Paulo, 19 e 21 de outubro de 2005. Patrocinado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário/Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (MDA/Nead). Co-promotores: IEA/USP, Instituto de Economia Agrícola (IEA/SAA), Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo (CCJE/Ufes), IPS/Furb, IPT.

3) Terceiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (III Seminanosoma) – São Paulo, 6 a 9 de novembro de 2006. Patrocinado pelo MDA/Nead. Entidades co-promotoras: IEA/SAA, CCJE/Ufes, IPS/Furb, IPT, Intercâmbio, Informações, Estudos e Pesquisas (Iiep), International Sociological Association ISA/RC n° 23, Science and Technology.

4) Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia e os Trabalhadores – São Paulo, 8 a 10 de novembro de 2006. Em parceria com: Iiep, Dieese e Fundação Jorge Duprat Figueiredo (Fundacentro). Entidades patrocinadoras: Finep e MDA/Nead.²⁰

5) Seminário Novas Tecnologias para um Novo Mundo Possível: É a Nanotecnologia uma Nova Solução? – Quinto Fórum Social Mundial, Porto Alegre, 28 de janeiro de 2005.

6) Seminário Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente para um Novo Mundo Possível – Sexto Fórum Social Mundial, Caracas/Venezuela, 26 de janeiro de 2006.

7) Seminário Internacional Nanotecnologia e *Commodities* Agrícolas e Minerais – São Paulo, 28 de maio de 2007. Em parceria com: Instituto Meridien (Estados Unidos), ETCGroup (Canadá), IEA, Iiep, Dieese e Fundacentro.

Organização de seminários nacionais

Três foram os seminários nacionais organizados pela Renanosoma:

1) Seminário Nanotecnologia e a Crítica à Tecnociência – São Paulo, 12 de abril de 2007. Em parceria com: Departamento de Sociologia, FFLCH/USP.

2) Primeiro Semanário Nanotecnologia, Agricultura e os Trabalhadores – Fortaleza, 9 de fevereiro de 2007. Em conjunto com: Iiep, Instituto Florestan Fernandes de Fortaleza/CE e Central Única dos Trabalhadores do Estado do Ceará (CUT/CE).

3) Seminário Nanotecnologia e Sociedade – Manaus, 31 de agosto e 1º de setembro de 2006. Em conjunto com: Fundação Djalma Batista.

4) Seminário Engajamento Público em Nanotecnologia. Segundo Fórum Social Brasileiro – Recife, 21 abril de 2006. Nesta ocasião foi constituído o Comitê Pró-Engajamento Público em Nanotecnologia.

Participação de membros da Renanosoma nos seminários internacionais

1) I Seminanosoma

Edmilson Lopes Júnior – Departamento Ciências Sociais/UFRN; Eliane Cristina Pinto Moreira – Centro Universitário de Pará (Ceupa/PA); Henrique

²⁰ Todos estes seminários estão disponíveis no sítio da Renanosoma: <<http://www.nanotecnologia.iv.fapesp.br>>.

Rattner – FEA/USP; Marcos Antônio Mattedi – IPS/Furb; Paulo Roberto Martins – IPT; Ruy Braga – Departamento de Sociologia/USP; Sônia Maria Dalcomuni – CCJE/Ufes

2) II Seminariosoma

Adriano Premebida – doutorado Sociologia/UFRGS; Edmilson Lopes Júnior; Eliane Cristina Pinto Moreira; Henrique Rattner; Marcos Antônio Mattedi; Noela Invernizzi – FE/UFPR; Paulo Roberto Martins; Ruy Braga; Sônia Maria Dalcomuni; Ricardo de Toledo Neder – Unesp/Rio Claro; Richard Domingues Dulley – IEA/SAA

3) III Seminariosoma

Adriano Premebida; Edmilson Lopes Júnior; Eliane Cristina Pinto Moreira; Henrique Rattner; Maurício de Carvalho Ramos – Departamento de Filosofia/USP; Noela Invernizzi; Paulo E. M. Marques – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (Esalq/USP); Paulo Roberto Martins; Ruy Braga; Sônia Maria Dalcomuni; Ricardo de Toledo Neder; Richard Domingues Dulley; Tania E. Magno da Silva UFS

Conferências e palestras

1) O Negócio da Vida: Biopolítica e Tecnociência, Conceitos, Desafios e Ações – Rio de Janeiro, 10 de abril de 2007. Instituição: Fundação Heinrich Boll.

Mesa Redonda: Visibilidade de Iniciativas Nacionais e Internacionais de Temas Interligados a Biopolítica

Exposição: O trabalho no campo das nanotecnologias

2) Novas Tecnologias da Genética Humana: Avanços e Impactos para a Saúde – Rio de Janeiro, 22 de março de 2007. Instituição: Projeto Ghente. Estudos Sociais, Éticos e Jurídicos sobre Genomas na Área da Saúde.

Mesa Redonda: Avanços e Riscos para o Ser Humano

Exposição: Desenvolvimento Recente da Nanotecnologia no Brasil: Reflexões sobre a Política de Riscos e Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais em Nanotecnologia

3) Nanotecnologia, Agricultura e os Trabalhadores – Fortaleza, 9 de fevereiro de 2007. Instituição: CUT/Ceará.

Exposição: Nanotecnologia, Agricultura e os Trabalhadores: Um desafio a ser enfrentado

4) Stakeholders'Board Meeting – Rio de Janeiro, 19 de janeiro de 2007.
Entidade: Researching Inequality through Science and Technology (ResIST)
Exposição: Nanoscience, Nanotechnology and Inequality: the Brazilian Case.

5) Segundo Ciclo de Estudos – Desafios da Física para o Século XXI: um Diálogo desde a Filosofia – São Leopoldo-RS, 22 de novembro de 2006.
Instituição: Instituto Humanitas da Universidade Vale dos Sinos.
Palestra: A Nanotecnologia e os Impactos na Sociedade

6) Segundo Ciclo de Estudos Desafios da Física para o Século XXI – São Leopoldo-RS, 21 de novembro de 2006. Instituição: Instituto Humanitas da Universidade Vale dos Sinos/RS.

Conferência: Desafios ao Desenvolvimento da Nanotecnologia no Brasil

7) Semana de Ciência e Tecnologia – Campinas, 18 de setembro de 2006. Entidade: Instituto Educacional Imaculada.
Conferência: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

8) Seminário Nanotecnologia e Sociedade – Manaus, 1º de setembro de 2006. Entidade: Fundação Djalma Batista.

Mesa Redonda: As Humanidades, a Nanotecnologia e as Políticas de Ciência e Tecnologia

9) Minapin 2006 Seminar – Manaus, 1º de setembro de 2007. Entidade: Superintendência da Zona Franca de Manaus.

Exposição: Challenges to Development of Nanotechnology in Brazil

10) Seminário Nanotecnologia e Sociedade – Manaus, 31 de agosto de 2006. Entidade: Fundação Djalma Batista.

Palestra: As Novas Tecnologias, o Meio Ambiente e a Sociedade

11) Primeiro Simpósio da SBPC no Amazonas – Manaus, 31 de agosto de 2006. Entidade: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Mesa Redonda: Ciência, Meio Ambiente e Sociedade: Compreendendo a Tecnologia

Exposição: Nanotecnologia e Meio Ambiente: Desafios e Perspectivas

12) Lançamento do Livro do Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente – Rio de Janeiro, 18 de agosto de 2006. Entidade: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional (Fase).

Mesa Redonda: Nanotecnologia

Exposição: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

13) ISA XVI World Congress of Sociology – Durban-África do Sul, 25 de julho de 2006. Entidade: International Sociological Association (ISA).

Exposição: Public Goods and New Technologies: the Case of Nanotechnology.

14) ISA XVI World Congress of Sociology – Durban-África do Sul, 26 de julho de 2006. Entidade: ISA.

Exposição: Nanotechnology and Environmental Sustainability: a New Solution or a New Nightmare?

15) Ciencia, Tecnología y Sociedad II – Buenos Aires, 6 de junho de 2006. Entidade: Sociedad Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias.

Mesa Redonda: Ética y Ciência

Expositor: Nanociência, Nanotecnologia e Ética: Apontamentos e Reflexões

16) Reunião da Comissão de Educação, Cultura, Desporto, Ciência e Tecnologia – Porto Alegre, 6 de junho de 2006. Entidade: Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul.

Palestra: Engajamento Público em Nanotecnologia

17) Nanotecnologia e Sociedade – Porto Alegre, 5 de junho de 2006. Entidade: Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UFRGS.

Exposição: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

18) Engajamento Público em Ciência e Tecnologia: o caso da Nanotecnologia – Recife, 21 de abril de 2006. Entidade: Fórum Social Brasileiro.

Expositor: Engajamento em Nanotecnologia

19) Semana de Ciência e Tecnologia – São Paulo, 7 de dezembro de 2005. Instituição: Senai Ipiranga.

Conferência: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

20) Debates Tecnológicos – São Paulo, 6 de dezembro de 2005. Instituição: Associação dos Engenheiros da Cetesb.

Conferência: Nanotecnologia e Meio Ambiente: Desafios e Perspectivas

21) Semana de Ciência e Tecnologia – São Caetano do Sul-SP, 22 de setembro de 2005. Instituição: Senai São Caetano do Sul.

Exposição: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

22) Terceira Semana de Produção + Limpa – São Paulo, 12 de setembro de 2005. Instituição: Terceira Conferência Paulista de Produção + Limpa
Exposição: Nanotecnologia e Meio Ambiente: Desafios e Perspectivas

23) MBA em Gestão Tecnológica e Inovação – São Paulo, 27 de agosto de 2005. Instituição: Faculdades Fiap.

Conferência: Nanotecnologia na Perspectiva de um Novo Mundo

24) Lançamento do livro *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente* – Porto Alegre, 24 de agosto de 2005. Instituição: Pró-Reitoria de Pesquisas da UFRGS.

Exposição: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

25) Ética em Pesquisa – Porto Alegre, 23 de agosto de 2005. Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Conferência: Novas Tecnologias para um Novo Mundo Possível: É a Nanotecnologia uma Solução? (Questões Científicas e Éticas)

26) Colóquio Socioantropologia da Modernidade: Macrossistemas Técnicos e Paradóxicos do Progresso – Niterói-RJ, 8 de julho de 2005. Instituição: Programa de Pós-Graduação em Antropologia da UFF.

Exposição: O Necessário Confronto Social no Uso de Novas Tecnologias: a Nanotecnologia e o Novo Mundo Possível

27) Lançamento do livro *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente* – Recife, 23 de junho de 2005. Instituição: Instituto de Química da Ufpe.

Conferência: Natureza, Tecnologia e Nanotecnologia

28) Lançamento do livro *Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente* – Vitória, 21 de junho de 2005. Instituição: CCJE/Ufes.

Conferência: Natureza, Tecnologia e Nanotecnologia

29) Imaging Nanospace Seminar – Bielefeld-Alemanha, 13 de maio de 2005. Instituição: Universität Bielefeld.

Exposição: Will be Nanoimage a Wonder Thing for a “Illiterate of Image” People?

30) Segundo Seminário Internacional Sociologia Crítica “Jesús Ibañez” – Valença, 11 de maio de 2005. Instituição: Departamento de Sociologia e Antropologia da Universidade de Valença-Espanha.

Exposição: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente em Tempos de Globalização e Destruição Territorial.

31) Primeiro Seminário de Biotecnologia e Saúde: Realidade e Ficção – Rio de Janeiro, 29 de abril de 2005. Instituição: Instituto Nacional do Câncer (Inca).

Exposição: Nanotecnologia e Sociedade

32) Debates IEA – São Paulo, 13 de agosto de 2004. Instituição: IEA. Conferência: Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

Livros publicados

INVERNIZZI, Noela; FOLADORI, Guillermo. Nanotecnología disruptiva. Implicaciones sociales de las nanotecnologías. México, DF: Universidade Autónoma de Zacatecas, 2006.

MARTINS, Paulo R. (Coord.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal**. São Paulo: Xamã, 2007.

MARTINS, Paulo R. (Org.) **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. Primeiro Seminário Internacional. São Paulo: Humanitas, 2005.

MARTINS, Paulo R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. Trabalhos apresentados no Segundo Seminário Internacional. São Paulo: Xamã, 2006.

MARTINS, Paulo R. (Org.). **Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente**. Trabalhos apresentados no Terceiro Seminário e Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia e os Trabalhadores. São Paulo: Xamã, 2007. No prelo.

Artigos publicados

DULLEY, Richard D. Biossegurança, muito além da biotecnologia. **Revista Agricultura em São Paulo**, v. 54, n. 2, abr. de 2007. No prelo.

MARTINS, Paulo R. Introducción a la nanotecnología. **Revista Arxius de Ciències Socials**, Valença, n. 12, p. 141-148, dez. 2005.

MARTINS, Paulo R. Nanotecnologia. In: CATTANI, Antonio David; HOLZNANN, Lorena (Org). **Dicionário de trabalho e tecnologia**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2005. p. 183-186.

MARTINS, Paulo R. Nanotecnologia. In: INTERCÂMBIO, INFORMAÇÕES, ESTUDOS E PESQUISAS. **Nanotecnologia e os trabalhadores**. São Paulo: Iiep, 2006. p. 21-28.

MARTINS, Paulo R. Nova tecnologia a ser checada pela sociedade. **Scientific American Brasil**, São Paulo, ano II, n. 32, p. 26, 2004.

MARTINS, Paulo R.; BRAGA, Ruy. Promessas e dilemas da revolução do invisível. **Sociologia**, São Paulo, ano 1, n. 5, p. 14-23, 2007.

Projetos aprovados em editais

1) Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal. Coordenador: Paulo R. Martins (IPT). Edital MCT/CNPQ n° 13/2004.

Valor: R\$ 25.000,00

Vigência: 23 de dezembro de 2004 a 23 de abril de 2007.

2) Engajamento Público em Nanotecnologia. Coordenador: Paulo R. Martins.

Edital MCT/CNPQ n° 12/2006.

Valor: R\$ 119.000,00

Vigência 1° de novembro de 2006 a 31 de outubro de 2008.

Orientações

1) Dissertação de mestrado

VAN DE KOKEN, Fernanda S. Cossate. **Nanotecnologia no agronegócio**: um estudo econômico do uso da “língua eletrônica” na cafeicultura. 2006, Vitória. Dissertação (Mestrado em Economia)– Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

2) Trabalho de Iniciação Científica

FEITOSA, Paulo Henrique A. Projeto: **Inovações nanotecnológicas, economia e desenvolvimento**. Sub-projeto: Quem é quem na nanotecnologia no ES: um estudo sobre projetos, produtos e pesquisadores em nanotecnologia. Período: 2005-2006. Orientadora: Sonia Maria Dalcomuni.

PREMOLI, Marcus V. Zandonadi. Projeto: **Inovações nanotecnológicas, economia e desenvolvimento**. Sub-projeto: Impactos da difusão da nanotecnologia “língua eletrônica” no trabalho dos centros de degustação de café no Espírito Santo. Período: 2005-2006. Orientadora: Sonia Maria Dalcomuni.

3) Em andamento

1) CARLOTTO, Maria Carames. **Capitalismo e propriedade intelectual**: um estudo sobre pesquisas nanotecnológicas do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) Mestrado em Sociologia. Departamento de Sociologia da USP. Orientador: Ruy Braga. Bolsista Fapesp.

2) JARDIN, Fernando. **O macrocosmo social da nanociência**: um estudo sobre as pesquisas nanotecnológicas da Embrapa. Mestrado em Sociologia. Departamento de Sociologia da USP. Orientador: Ruy Braga. Bolsista Fapesp.

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 Ciência 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.

Adriano Premebida é graduado em História pela Universidade do Estado de Santa Catarina, mestre em Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutorando em Sociologia por essa mesma universidade. É pesquisador da Renanosoma e atua nas áreas de sociologia do conhecimento científico e inovação tecnológica.

Ruy Braga é sociólogo, mestre em Sociologia pelo IFCH-Unicamp e doutor em Ciências Sociais pela mesma instituição. Professor do Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, é pesquisador da Renanosoma.



Impresso por
Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.
Rua Itaoça, 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