

Fronteira tecnológica e escassez de recursos: uma análise da nanotecnologia no Brasil

Samuel César Júnior

1 Introdução

O conceito de nanotecnologia, essencialmente transdisciplinar, traz consigo uma conotação de variadas aplicações para produtos resultantes de manipulação em nível atômico ou molecular. Por estar associado à fronteira tecnológica e a inovações radicais, são expressivas suas possibilidades de lucro e seu potencial efeito de transbordamento para os diversos setores da economia. Daí a importância de um estudo direcionado ao tema.

Entre os diversos conceitos de nanotecnologia existentes, destaca-se o ISO TC 229, que a define como: *i)* compreensão e controle da matéria e processos em escala nanométrica, em geral – mas não exclusivamente – abaixo de 100 nanômetros em uma ou mais dimensões, em que o aparecimento de fenômenos ligados ao tamanho geralmente permite novas aplicações; e ainda *ii)* utilização de propriedades dos materiais em nanoescala, a qual difere da escala dos átomos, das moléculas e da matéria a granel, para a criação de melhores materiais, dispositivos e sistemas que exploram estas novas propriedades. Ou seja, para um dispositivo ser considerado nanotecnológico, não basta ter dimensões nanométricas; ele deve apresentar propriedades diferenciadas associadas à nanoescala.

A nanotecnologia promete desde feitos simples, como confecção de meias com nanopartículas de prata que evitam o mau cheiro, à cura de doenças como o câncer e a AIDS, passando pela criação de supercomputadores quânticos, as conquistas espaciais e até a solução dos problemas energéticos mundiais. A nanotecnologia muito em breve estará presente em diversas áreas do conhecimento humano, e seus avanços serão incorporados em todos os setores, com impactos econômicos, sociais e ambientais. O Brasil precisa aproveitar esta janela de oportunidade para se estabelecer como um ator relevante no cenário mundial enquanto há tempo.

A percepção de que a nanociência representa um novo patamar de conhecimento, com imensos e ainda não plenamente mensurados impactos científicos,

tecnológicos e econômicos, tem levado potências como Estados Unidos, Japão e União Europeia a desenharem iniciativas de incentivo e financiamento privilegiado para esta área. Com investimentos mais modestos, vários países em desenvolvimento, como Índia, México, Chile e Argentina, também já descobriram o grande potencial da nanotecnologia e, em função disso, constituíram suas iniciativas nacionais, que poderão se reverter em significativos benefícios sociais (ALVES, 2010).

O mercado total de produtos que incorporam nanotecnologias (incluindo-se semicondutores e eletrônicos) atingiu US\$ 135 bilhões em 2007 (ABDI, 2010). Segundo a Lux Research, uma das principais consultorias norte-americanas especializadas em nanotecnologia, o mercado deve alcançar, em 2015, cerca de US\$ 3,1 trilhões (LUX RESEARCH, 2008).

O crescimento previsto para o setor não está ligado apenas à produção de nanocompósitos básicos, mas também à capacidade de lidar com eles em segmentos específicos e transformá-los em produtos de alto valor agregado. Há, assim, uma expectativa de que a nanotecnologia possa impactar o desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil. Tais contribuições virão por meio de inovações em áreas emergentes do conhecimento, capazes de colocar o país em posição de destaque mundial. Inovações voltadas para setores tradicionais da indústria brasileira ganharão maior sustentabilidade.

A nanotecnologia foi inserida na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) lançada em 2008 pelo governo federal, na qual é considerada estratégica. Com isso, o governo pretende solidificar o espaço da nanotecnologia na agenda pública e garantir visibilidade para futuros aportes de recursos, além de estimular a inovação e a inserção internacional das empresas brasileiras.

Nesse contexto, os fundos setoriais representam o principal instrumento de estímulo ao fortalecimento do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

Os fundos têm o objetivo de garantir a estabilidade de recursos para as atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), fomentar novos modelos de gestão, com a participação de vários segmentos sociais, e tentar promover sinergia entre as universidades, centros de pesquisa e setores produtivos. Os benefícios sociais decorrentes do desenvolvimento da nanotecnologia justificam o investimento governamental nesta etapa inicial e, adiante, a indústria certamente passará, naturalmente, a assumir setores de maior potencial de lucro.

Este trabalho busca evidenciar de forma agregada os investimentos federais, por meio dos fundos setoriais, em projetos autodenominados nanotecnológicos entre 2000 e 2007 no Brasil. Devido a sua importância para o país no médio e longo prazo, buscou-se destacar os principais projetos de desenvolvimento, utilização e promoção da nanotecnologia, a distribuição temporal e regional dos recursos investidos, os principais fundos de financiamento e, ainda, parcerias entre setor produtivo e grupos de pesquisa.

2 Fundamentos

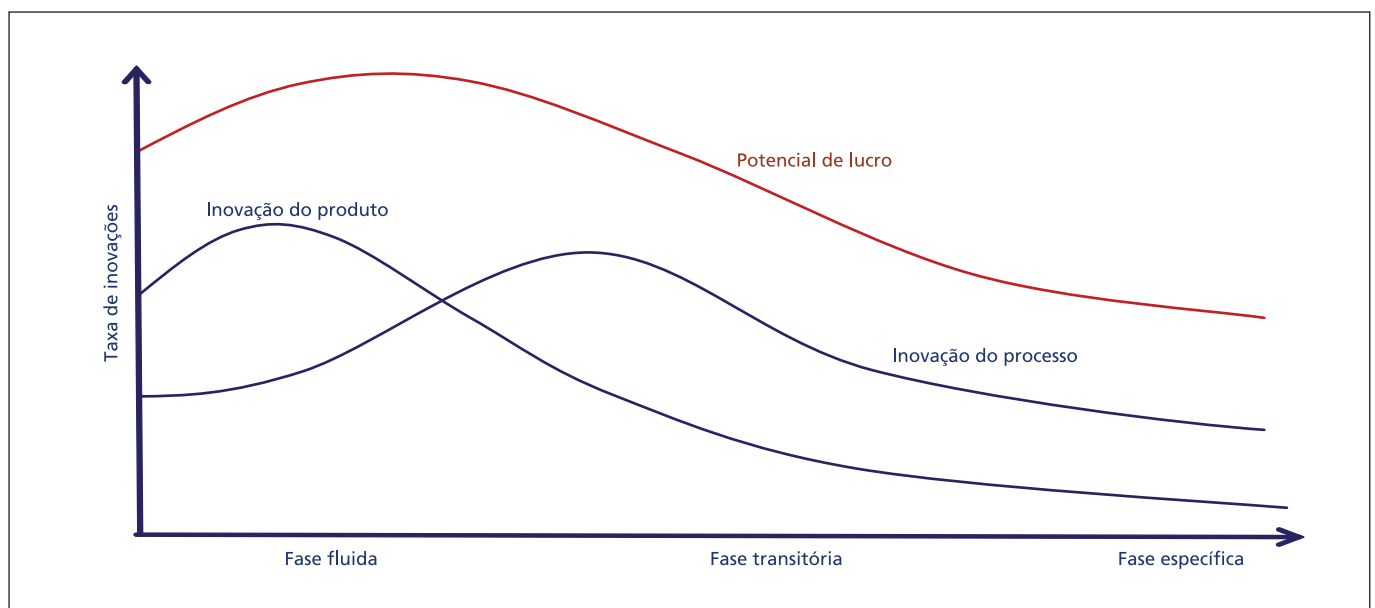
Poucos setores da economia mostram-se tão promissores para novos investimentos quanto a nanotecnologia. Vale destacar que os produtos nanotecnológicos, com alto valor agregado, desenvolvidos por empresas pioneiras no setor, já começaram a chegar às prateleiras. No Brasil, as oportunidades de negócio em nanotecnologia tendem a surgir primeiramente em setores que já comercializam produtos com a tecnologia incorporada, como

o mercado de cosméticos, a indústria química (que produz catalisadores, tintas, revestimentos) e petroquímica, e o ramo de plásticos, borrachas e ligas metálicas.

Em 2005, o *site* da BBC News veiculou artigo denominado *Nanotech Promise for Global Poor*, no qual destaca o resultado de um painel realizado com 63 especialistas mundiais, que identificaram as dez áreas mais promissoras da nanotecnologia para países em desenvolvimento. As principais dizem respeito ao armazenamento, produção e conversão de energia; incrementos na agricultura; tratamento de água; e remediação ambiental. Diagnósticos como este são vitais para que países em desenvolvimento reconheçam a importância que a nanotecnologia tem para eles. É importante salientar que, conforme será mostrado, o Brasil tem vários grupos de pesquisa atuando nestas áreas.

Frente a essa nova perspectiva para o mercado, vale ressaltar alguns fundamentos teóricos relevantes. Em 1975, Abernathy e Utterback propuseram um modelo, amplamente aceito no meio acadêmico atual, que descreve a dinâmica da inovação de produto e processo para a indústria (UTTERBACK, 1996). O modelo Abernathy-Utterback, como é conhecido, aborda desde a fase de criação de novos produtos até sua fase de maturidade. Este modelo, que se aplica à nanotecnologia, parte da hipótese de que tanto as inovações de produtos como as de processo seguem um padrão geral ao longo do tempo e mantêm relação entre si.

Figura 1. A dinâmica da inovação – modelo Abernathy-Utterback



Conforme evidenciado na figura 1, a taxa de inovação de um produto, ou classe de produtos, é mais alta durante os anos de sua formação. Este é um período chamado de fase fluida, durante a qual ocorre um enorme volume de experiências com o projeto do produto e as características operacionais, realizadas pelos concorrentes. Segundo o modelo, tipicamente o período de fluidez é seguido de uma fase transitória, em que a taxa de grandes inovações de produto diminui e a taxa de inovações de processo aumenta. Neste ponto, a variedade de produtos começa a dar lugar a projetos padronizados, que já provaram seu valor no mercado como a melhor forma de atender às necessidades dos usuários. À medida que a forma do produto se estabiliza, o ritmo das melhorias na maneira como ele é produzido se acelera. Na fase específica, os detentores do(s) projeto(s) dominante(s) se tornam extremamente concentrados no custo, no volume e na capacidade de produção; a inovação do produto surge na forma de pequenos passos incrementais. Nesta fase, o produto já atingiu a maturidade e os processos passam a ser padronizados e automatizados, e novos investimentos em inovações começam a ter retornos decrescentes. A depender do produto, todo o processo pode durar de alguns anos a várias décadas.

Estudos mostram que é extremamente improvável acontecer um processo de *catch-up* baseado apenas em tecnologias maduras (PEREZ, 2001). Tecnologias maduras chegam a um ponto em que apresentam um potencial reduzido para produzir lucros e praticamente não há espaço para melhoria de produtividade. Assim, em geral, partindo-se da fase de maturidade, o processo torna-se caro, não muito rentável e nem muito promissor, daí a necessidade de se inserir na disputa durante os estágios iniciais.

Ao se tomar como premissa que os recursos são escassos e que as grandes potências mundiais dispõem de orçamento e realizam investimentos muito superiores aos dos países emergentes, o ponto de entrada mais promissor, para países em desenvolvimento como o Brasil, é a fase fluida. Nesta etapa, os lucros potenciais são os mais elevados, há um grande mercado consumidor não cativo e os custos de investimento são relativamente baixos. Além disso, este é o estágio em que as lacunas (*gap*) – relacionadas a recursos disponíveis, defasagem tecnológica, experiência e mercado consumidor – existentes entre os países desenvolvidos e os demais se mostram menores.

Outro ponto fundamental é que, nesta fase, apesar de se exigir um alto nível intelectual para o desenvolvimento dos novos produtos, o saber envolvido

tende a ser de domínio público (disponível nas universidades, por exemplo). Assim, a experiência industrial requerida pode não ter tanta importância e, de fato, a sua posse pode até ser uma desvantagem, porque revoluções tecnológicas impõem novos modelos de gestão que tornam os anteriores obsoletos.

Estudos demonstram que o Brasil tem prestígio acadêmico em pesquisas nanotecnológicas. Muitos autores preferem o discurso evolucionário da nanociência, segundo o qual ela seria o resultado do desenvolvimento de linhas de pesquisa previamente existentes. Neste sentido, vários pesquisadores brasileiros já estão inseridos na pesquisa nanotecnológica desde a década de 1980 (FERNANDES e FILGUEIRAS, 2010), embora não utilizando o termo nano. O Brasil conta com uma comunidade científica dedicada à nanociência e à nanotecnologia composta por cerca de três mil pesquisadores.

Pelo exposto, é possível perceber que os recursos investidos na fase inicial do processo podem gerar um impacto proporcionalmente maior que os investimentos realizados durante as fases subsequentes. Tendo em vista que o desenvolvimento da nanotecnologia no mundo ainda se encontra na fase fluida em vários setores, ainda há espaço para investimentos modestos que proporcionem grandes resultados. Dessa forma, se se pretende obter um lugar de liderança em relação à nanotecnologia no mundo, esta é a hora de intensificar os investimentos e estruturar uma política eficaz de médio e longo prazo.

3 Metodologia

Foi utilizada, como fonte de pesquisa, a base de dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) sobre os projetos apoiados pelos fundos setoriais entre 2000 e 2007. Atualmente existem cadastrados no MCT cerca de 20 mil projetos apoiados pelos fundos desde sua criação. A base de dados utilizada neste trabalho, disponível no Ipea, abrange cerca de 13 mil projetos. O restante, incluído a partir do segundo semestre de 2008, ainda não está disponível para utilização. De toda forma, para análise do panorama atual brasileiro, este conjunto de dados é suficiente, pois representa, de forma significativa, o universo dos investimentos federais durante o período em questão.

A base de dados é composta por vários segmentos que caracterizam os projetos. Alguns foram preenchidos pelos proponentes e outros pelo próprio sistema de composição da base. A pesquisa foi iniciada pela busca do termo nanotecnologia nos segmentos “demandas do governo (título do edital)”, título do projeto,

objetivos do projeto e palavras-chave do projeto. Numa segunda etapa, fez-se a busca pelo termo nano (e não apenas nanotecnologia), a fim de identificar-se palavras relacionadas com o tema, como nanociência, nanocompósitos, nanoestruturas, nanotubos etc. Foi necessário um trabalho individual com cada projeto para eliminar aqueles que não fazem parte do objeto de estudo.

Foram identificados vários projetos voltados para o desenvolvimento de infraestrutura ou capacitação relacionados ao tema, como construção ou melhorias de laboratórios e promoção de congressos de nanotecnologia. É notório que este tipo de projeto não resulta em produtos em um primeiro momento; entretanto, contribui para o desenvolvimento de futuros projetos, bem como para a base científica e tecnológica do país. Optou-se por mantê-los entre os projetos de nanotecnologia.

Na última fase da pesquisa, buscou-se o termo nano na base de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Plataforma Lattes, com o objetivo de identificar os grupos de pesquisa brasileiros que, de alguma forma, trabalham com a utilização ou o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Esta seleção também objetiva avaliar o interesse e comprometimento da academia com o tema e, conseqüentemente, o volume de recurso necessário à formação e manutenção destes grupos. Os resultados obtidos são expostos a seguir.

4 Resultados

De um universo de 12.969 projetos apoiados pelos fundos setoriais de 2000 a 2007, a partir dos procedimentos relatados, foram encontrados 504 (3,89%) projetos relacionados à nanotecnologia. Os recursos destinados a estes projetos somaram R\$ 195,3 milhões, o que representa 5,02% dos projetos financiados pelos fundos setoriais neste período (R\$ 3,9 bilhões).

Para se ter uma noção da grandeza de valores, os Estados Unidos, hoje com produto interno bruto (PIB) cerca de dez vezes maior que o brasileiro, possuem uma proposta orçamentária aprovada de US\$ 1,8 bilhão para a nanotecnologia em 2011 (THE NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE, 2010). Em outras palavras, somente em 2011 eles pretendem gastar quantia cerca de 16 vezes maior que a despendida pela principal fonte de investimentos brasileira em todo o período de análise. Em valores agregados, eles investiram US\$ 12,8 bilhões desde 2001, incluindo 2010, apenas neste segmento. Pelo fato de o hiato tecnológico, científico e industrial se mostrar menor, conforme explicado, seria justificável que o Brasil mantivesse investimentos semelhantes aos dos países desenvolvidos. É claro que não há, hoje, condições para isso, mas pode-se argumentar que a solução envolveria a seleção de setores estratégicos para investimentos mais pesados.

Tabela 1. Distribuição, por fundo, dos projetos relacionados à nanotecnologia entre os apoiados pelos fundos setoriais (2000 a 2007)

Fundo	Nº Projetos	%	Valor (R\$)	%
CT-Transversal	263	52	85.676.700,32	44
CT-Energia	57	11	9.203.012,21	5
CT-Petróleo	47	9	7.462.757,16	4
Subvenção	34	7	44.623.885,47	23
CT-Infraestrutura	31	6	36.036.854,00	18
Verde e amarelo	23	5	5.374.710,71	3
CT-Biotecnologia	14	3	1.364.445,80	1
Outros	35	7	5.528.770,97	3
TOTAL	504	100	195.271.136,64	100

Fonte: MCT/Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).
Elaboração do autor.

Ao fazer a busca por fundo de apoio, observou-se que a maioria dos projetos foi financiada pelo fundo setorial denominado CT-Transversal (52% dos projetos). É considerável também a participação do CT-Energia, CT-PETRO, entre outros, conforme tabela 1.

No que diz respeito à categoria dos projetos, observa-se um predomínio absoluto de pesquisa, desenvolvimento e inovação em termos de quantidade de projetos apoiados. Entretanto, o valor aplicado se equipara ao investido em infraestrutura, conforme indicado na tabela 2.

Tabela 2. Distribuição por categoria de projetos relacionados à nanotecnologia apoiados pelos fundos setoriais (2000 a 2007)

Item	Categoria	Nº Projetos	%	Valor (R\$)	%
1	Pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas	352	69,8	60.454.616,40	31,0
2	Apoio à inovação tecnológica nas empresas	44	8,7	16.289.104,47	8,3
3	Infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica	36	7,1	64.755.733,00	33,2
4	Subvenção	34	6,7	44.623.885,47	22,9
5	Eventos	14	2,8	540.000,00	0,3
6	Incentivo à criação e consolidação de empresas intensivas em tecnologia	11	2,2	1.024.540,03	0,5
7	Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social	6	1,2	708.821,04	0,4
8	Formação de recursos humanos para CT&I	4	0,8	2.690.386,21	1,4
9	Tecnologia para a inovação nas empresas	2	0,4	3.934.050,02	2,0
10	Consolidação institucional do sistema nacional de CT&I	1	0,2	250.000,00	0,1
Total		504	100	195.271.136,64	100

Fonte: MCT/FINEP.
Elaboração do autor.

Verifica-se ainda na tabela 2 que os itens 2, 4, 6 e 9 são categorias mais intensamente relacionadas a empresas. Assim, entre os 504 projetos, 91 se enquadram em algum destes itens, o que representa 18% dos projetos financiados pelos fundos setoriais. Em termos de valores, estes projetos representam aproximadamente 33,7% do total (aproximadamente R\$ 65,9 milhões). Ou seja, apesar de representarem

uma parcela pequena, em média envolvem mais recursos, possivelmente por já objetivarem a fabricação de produtos comercializáveis.

Em seguida, procurou-se destacar os maiores projetos, em termos de valores. A tabela 3 mostra os principais projetos relacionados à nanotecnologia apoiados pelos fundos setoriais entre 2000 e 2007.

Tabela 3. Projetos relacionados à nanotecnologia com maiores valores entre os projetos apoiados pelos fundos setoriais (2000 a 2007)

Título do projeto apoiado	Estado	Valor (R\$)	%
Ampliação da infraestrutura e expansão das instalações experimentais do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron para pesquisas em nanociência e nanotecnologia	SP	12.000.000,00	6,1
Implantação de laboratório multiuso e laboratórios associados em nanociência e nanotecnologia, atuando em rede, no Rio de Janeiro	RJ	4.632.280,00	2,4
Multidisciplinaridade em ação: integrando a pesquisa na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	RJ	5.997.480,00	3,1
Microscopias de varredura de sondas	SP	4.903.381,52	2,5
Novas formas farmacêuticas – nanoemulsões	SP	4.097.998,00	2,1
Pesquisa estratégica 2005 – nanotecnologia e desenvolvimento regional, por meio do apoio à infraestrutura dos grupos de pesquisa proponentes, colaboradores e unidades de ensino correspondentes –Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	RS	4.533.573,00	2,3
Rede de nanotecnologia molecular e de interfaces – terceiro estágio – química	PE	4.295.694,23	2,2
Rede de nanofotônica – física	PE	4.321.918,08	2,2
Stents coronários recobertos com nanocarreadores magnéticos: nanotecnologia aplicada para liberação controlada de fármacos	GO	4.333.916,56	2,2
Outros		146.154.895,25	74,8
TOTAL		195.271.136,64	100

Fonte: MCT/FINEP.
Elaboração do autor.

Pela análise dos principais projetos, foram identificados alguns grandes grupos ou centros de pesquisa relacionados à nanotecnologia no Brasil. Alguns são centros de referência

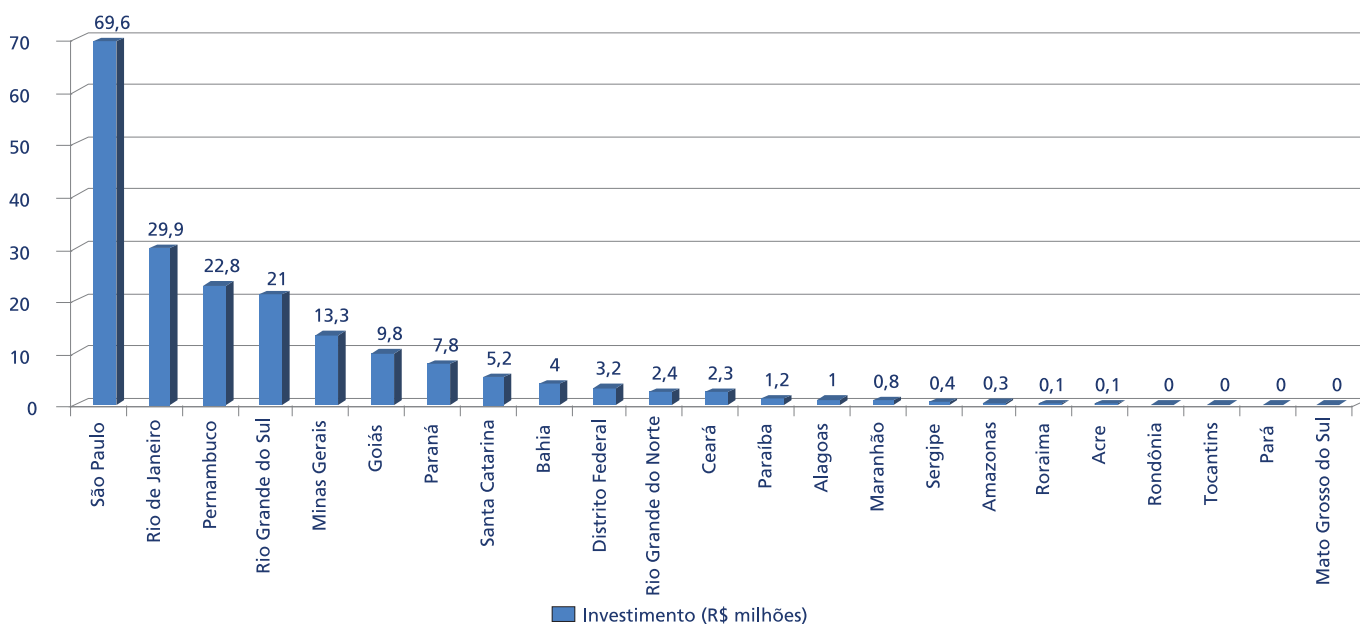
nacional em desenvolvimento nanotecnológico, com equipamentos sofisticados, como é o caso do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, do Laboratório Multiuso

no Rio de Janeiro e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

No que diz respeito à distribuição geográfica dos recursos, destacam-se os estados de São Paulo (R\$ 69,6 milhões) e Rio de Janeiro (R\$ 29,9 milhões). Este predomínio traduz o perfil de desenvolvimento brasileiro: os estados que, tradicionalmente, já inves-

tem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e possuem centros de excelência em outras áreas também buscam ser referência neste novo ramo. Vale destacar que, de acordo com os critérios de pesquisa escolhidos, não foram identificados projetos relacionados à nanotecnologia em quatro Unidades da Federação: Amapá, Espírito Santo, Mato Grosso e Piauí.

Gráfico 1. Distribuição geográfica dos recursos relacionados à nanotecnologia entre os projetos apoiados pelos fundos setoriais (2000 a 2007)



Fonte: MCT/FINEP.
Elaboração do autor.

Em seguida, fez-se uma análise da evolução temporal dos investimentos em nanotecnologia por meio dos fundos setoriais. Os resultados podem ser conferidos no gráfico 2.

Gráfico 2. Distribuição temporal dos projetos e recursos relacionados à nanotecnologia entre aqueles apoiados pelos fundos setoriais (2000 a 2007)



Fonte: MCT/FINEP.
Elaboração do autor.

Com a finalidade de fomentar o avanço científico e tecnológico, o CNPq/MCT lançou, em 2005, o Edital nº 29/2005 para apoio à formação de redes cooperativas integradas de pesquisa básica e aplicada à nanotecnologia. Estas redes podem justificar o aumento expressivo de

recursos naquele ano. Por sua vez, em 2007, observam-se uma queda no montante de investimentos e um aumento exponencial da quantidade de projetos apoiados. A tabela 4 mostra o detalhamento dos editais e chamadas públicas em que estes projetos foram enquadrados.

Tabela 4. Editais e chamadas públicas em 2007

Demanda	Número de projetos	%	Valor (R\$)	%
Edital MCT/CNPq nº 15/2007 – Universal – Faixa A (até R\$ 20.000,00)	71	29,0	702.575,60	1,5
Edital MCT/CNPq nº 15/2007 – Universal – Faixa B (de R\$ 20.001,00 a R\$ 50.000,00)	52	21,2	1.257.101,57	2,7
Edital MCT/CNPq nº 15/2007 – Universal – Faixa C (de R\$ 50.001,00 a R\$ 150.000,00)	51	20,8	4.100.902,54	8,8
Edital MCT/CNPq nº 09/2007 – Programa Nacional de Nanotecnologia - Jovens pesquisadores	41	16,7	2.777.587,00	5,9
Chamada pública MCT/FINEP nº 01/2007 – Subvenção econômica à inovação	19	7,8	29.344.106,85	62,7
Chamada pública MCT/FINEP nº 01/2006 – CT-Infra e Proinfra	4	1,6	6.271.638,00	13,4
Outros	7	2,9	2.351.769,70	5,0
TOTAL	245	100	46.805.681,26	100

Fonte: MCT/FINEP.
Elaboração do autor.

Ao se examinar a tabela 4, verifica-se que a maioria dos projetos foi apoiada pelo Edital nº 15/2007. Este foi um edital de propósito universal, cujo objetivo era apoiar atividades de pesquisa científica, tecnológica e de inovação, mediante três faixas de financiamento de projetos em todas as áreas do conhecimento. Na primeira (faixa A), foram selecionados 71 projetos de até R\$ 20 mil relacionados à nanotecnologia. Na faixa B (R\$ 20 mil a R\$ 50 mil), foram selecionados 52 projetos. Note-se que apenas estas duas faixas apoiaram metade dos projetos de 2007, apesar de o valor envolvido não chegar a 5% do montante daquele

ano. Esta mudança do modo de aplicação de recursos explica, em grande medida, o elevado número de projetos observado em 2007, ainda que os recursos tenham sido inferiores aos de 2006.

Na última fase da pesquisa (busca na base de dados do CNPq), foi encontrado o termo nano relacionado a 568 grupos. Este número representa os grupos de pesquisa brasileiros que, de alguma forma, trabalham com a utilização ou o desenvolvimento de nanotecnologia no Brasil. Estes grupos estão divididos em 44 áreas de atuação. As que concentram mais grupos podem ser vistas na tabela 5.

Tabela 5. Distribuição dos grupos de pesquisa com trabalhos em nanotecnologia, por área de atuação

Áreas de atuação	Nº Grupos
Física	114
Química	104
Engenharia de materiais e metalúrgica	66
Engenharia química	25
Farmácia	22
Engenharia elétrica	19
Bioquímica	15
Engenharia biomédica	15
Biofísica	14
Farmacologia	14
Medicina	14
Morfologia	10
Outros	136
TOTAL	568

Fonte: CNPq (Plataforma Lattes).
Elaboração do autor.

5 Conclusões

Por meio da análise dos resultados, a primeira conclusão a que se chega é que R\$ 195,3 milhões investidos ao longo de oito anos não parecem ser um volume grande de recursos para uma área estratégica. Observam-se, ainda, uma redução de investimentos ano após ano a partir de 2005, e um aumento do número de projetos apoiados.

Nota-se que a nanotecnologia, assim como outros setores estratégicos, não tem uma fonte própria de recursos, nem garantia de disponibilidade mínima e constante de recursos, apesar de estar inserida na PDP. Ao considerar-se o potencial de alavancagem tecnológico e econômico, e ainda o cenário internacional, é importante que haja um planejamento de médio e longo prazo capaz de garantir a perenidade dos recursos. A urgência advém do fato de que a tecnologia ainda se encontra no momento mais propício para investir (fase fluida), de modo a obter as melhores oportunidades. O benefício social resultante deste processo justifica, em termos concretos, os investimentos governamentais.

Outro ponto observado é a aparente dispersão dos recursos. Em termos de economia de escala, é bastante razoável um planejamento para organização dos processos produtivos de maneira que se alcance a máxima utilização dos fatores produtivos. Ao se

Referências

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Panorama da nanotecnologia no mundo e no Brasil.** Technology Montreal, Science-Metrix Inc., 2008. Disponível em: < http://www.abdi.com.br/?q=system/files/Panorama_INI_Nanotecnologia_0.pdf >. Acesso em 3 de agosto, 2010.

ALVES, O. L. **Nanotecnologia e desenvolvimento.** Instituto de Química UNICAMP, São Paulo, Disponível em: < http://lqes.iqm.unicamp.br/images/pontos_vista_artigo_divulgacao_35_1_nanotecnologia_desenvolvimento.pdf >. Acesso em: 3 de julho, 2010.

BBC NEWS. **Nanotech promise for global poor.** BBC News, abril, 2005. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4421867.stm>>. Acesso em: 03 de julho, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Edital Universal MCT/CNPq 15/2007.** Disponível em: <<http://www.cnpq.br/editais/ct/2007/015.htm>>. Acesso em: 03 de julho, 2010.

FERNANDES, M. F. M.; FILGUEIRAS, C. A. L. **Um panorama da nanotecnologia no Brasil** (E Seus Macro-

falar em fronteira tecnológica, salvo raras exceções, projetos de maior impacto são frutos de laboratórios de ponta, com equipamentos adequados, equipes capacitadas e disponibilidade de recursos para pesquisa e manutenção de infraestrutura. É indiscutível a importância e relevância do financiamento também de projetos menores, todavia deve-se ter atenção para não se pulverizarem excessivamente os recursos e, ao final, não se conseguir atingir o objetivo do programa nacional de desenvolvimento da nanotecnologia.

A salutar característica da nanotecnologia de abranger diversas ciências possibilita que espaços sejam ocupados por variados agentes, cada um conforme sua especificidade. A seleção de ramos estratégicos conduzirá à conquista de mercados relevantes para o país, em setores como agronegócio, energia, petróleo e química. Neste sentido, seria apreciável uma política de foco estratégico, com aportes de recursos mais intensos em certas linhas de pesquisas consideradas relevantes ao país.

É, portanto, bastante claro que o momento é adequado para que o Brasil revigore suas iniciativas de caráter nacional, visando apoiar um programa coordenado de investimentos de longo prazo na área. É preciso que o país se posicione em uma condição de maior competitividade científica, tecnológica e industrial em relação aos demais países do mundo.

Desafios). Quím. Nova [online], v. 31, n. 8, 2008. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/?q=system/files/Panorama_INI_Nanotecnologia_0.pdf>. Acesso em: 03 de julho, 2010.

LUX RESEARCH. **Overhyped technology starts to reach potential:** nanotech to impact \$3.1 trillion in manufactured goods in 2015. Nova York, julho, 2008. Disponível em: < www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_Nano-SMR_7_22_08.pdf >. Acesso em: 3 de julho, 2010.

PEREZ, C. Technological change and opportunities for development as a moving target. **Cepal Review**, n. 75, December, 2001.

THE NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. **Research and development leading to a revolution in technology and industry.** Supplement to the President's 2011 Budget. Disponível em: <http://www.nano.gov/NNI_2011_budget_supplement.pdf>. Acesso em: 3 de julho, 2010.

UTTERBACK, J. M. **Dominando a dinâmica da inovação.** Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1996.

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Revisão

Luciana Dias Jabbour

Marco Aurélio Dias Pires

Reginaldo da Silva Domingos

Leonardo Moreira de Souza (estagiário)

Maria Angela de Jesus Silva (estagiária)

Editoração Eletrônica

Bernar José Vieira

Cláudia Mattosinhos Cordeiro

Everson da Silva Moura

Luís Cláudio Cardoso da Silva

Renato Rodrigues Bueno

Eudes Nascimento Lins (estagiário)

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br



Ipea – Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Secretaria de Assuntos Estratégicas
da Presidência da República