

## **1. MOTIVAÇÃO**

É amplamente reconhecido que a pesquisa em nanociência e nanotecnologia (N&N), tanto pura quanto aplicada, é um campo emergente e próspero, no qual fenômenos em nanoescala podem ser teórica e experimentalmente manipulados. Isto se deve principalmente ao desenvolvimento, nas duas últimas décadas, de ferramentas adequadas e convenientes para explorar e medir sistemas físicos com estas dimensões características. A habilidade para trabalhar no nível molecular, ou mesmo átomo a átomo, para criar grandes estruturas com organização essencialmente nanométrica, está nos levando a uma compreensão e a um controle sem precedentes das propriedades fundamentais da matéria. Como consequência, temos um impacto imediato em desenvolvimentos tecnológicos. Além disso, N&N é um campo verdadeiramente transdisciplinar, cujo desenvolvimento firme requer uma revisão completa do modo pelo qual vemos a educação e o treinamento científico.

Consciente do impacto e da importância da N&N para o desenvolvimento moderno de qualquer país, o governo brasileiro, através do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e de sua principal agência de fomento, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), iniciou, em novembro de 2000, uma iniciativa coordenada com vistas ao desenvolvimento de um Programa Nacional Balanceado que pudesse não apenas estimular as contribuições de cientistas brasileiros para o avanço científico da área, mas também induzir os desenvolvimentos tecnológicos domésticos correspondentes e a transferência dos benefícios daí decorrentes para a sociedade.

Apesar de esforços individuais reconhecidos e bem estabelecidos terem sido anteriormente encaminhados por cientistas trabalhando independentemente no campo, até então N&N não estavam na Agenda Brasileira de C&T, nem eram um tema bem conhecido mesmo entre cientistas de diferentes campos. Como resultado da iniciativa do MCT/CNPq, N&N tornaram-se parte do Livro Verde de C&T, lançado em Brasília, em setembro de 2001, durante a Conferência Nacional sobre C&T, e a disseminação de seus conceitos básicos também começaram a surgir na imprensa. Antes da concepção da Iniciativa Brasileira em N&N, vários programas internacionais similares foram não apenas avaliados e seus responsáveis mais importantes contatados, mas também importantes documentos disponibilizados foram estudados, passos extremamente úteis para a construção da iniciativa.

Portanto, a Iniciativa Brasileira em N&N foi instituída em um momento oportuno e apresenta grandes possibilidades de se expandir em um Programa Nacional consistente e em longo prazo.

## **2. DEFINIÇÃO DE NANOESCALA**

Nanociência e nanotecnologia dizem respeito ao entendimento, controle e exploração de materiais e sistemas cujas estruturas e componentes exibem propriedades e fenômenos físicos, químicos e biológicos significativamente novos e/ou modificados devido à sua escala nanométrica – a nanoescala. A nanoescala é definida pela existência de pelo menos uma dimensão física característica na faixa entre 1nm e 100nm ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m} = 1$  bilionésimo de metro). Uma dimensão típica de 10nm é 1000 vezes menor do que o diâmetro de um fio de cabelo humano. O diâmetro de um átomo é cerca de 0,25nm, enquanto que o tamanho típico de uma proteína é 50nm. A menor dimensão de um instrumento eletrônico experimental é 10nm. É neste regime que se torna aparente a capacidade de se trabalhar no nível molecular, átomo a átomo, para criar grandes estruturas com uma organização molecular fundamentalmente nova.

Conforme destacado em um dos documentos do programa americano (plano de implementação nni, ou *nni implementation plan*)<sup>1</sup> “as mudanças mais importantes de comportamento são causadas não pela redução de ordem de magnitude, mas pelos fenômenos intrínsecos, ou tornando-se predominantes

na nanoescala, que têm sido recentemente observados. Estes fenômenos incluem confinamento de tamanho, predominância de fenômenos de interface e mecânica quântica. Uma vez que seja possível controlar o tamanho das estruturas, também será possível aprimorar propriedades de materiais e funções de dispositivos, além do que atualmente somos capazes de fazer ou mesmo considerar como factível. Seremos capazes de reduzir as dimensões de estruturas até a nanoescala nos leva às propriedades únicas dos nanotubos de carbono, fios e pontos quânticos, filmes finos, estruturas baseadas em DNA e emissores de laser. Estas novas formas de materiais e dispositivos prenunciam uma era revolucionária para a Ciência e Tecnologia, uma vez que possamos descobrir e utilizar completamente seus princípios fundamentais”.

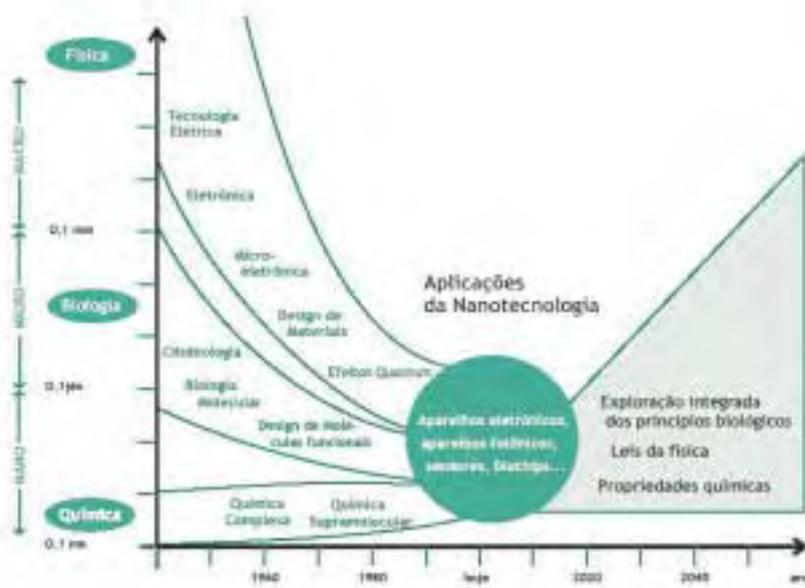
### **3. O IMPACTO DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA**

É amplamente reconhecido que, em seu famoso discurso de 1959 – *There is Plenty of Room at the Bottom* – no California Institute of Technology, Richard Feynman foi capaz de antever, desafiando a platéia, as novas e excitantes descobertas que poderiam ser feitas se materiais pudessem ser fabricados e manipulados na escala atômica/molecular. Feynman destacou que, para tal revolução ocorrer, seria necessário desenvolver uma nova classe de instrumentos para manipular e fazer medições na escala nanométrica. No entanto, foi apenas na década de 80 que a visão de Feynman tornou-se uma realidade, quando tais instrumentos começaram a se tornar disponíveis, microscópios de tunelamento, microscópios de força atômica, microscópio de campo próximo (“*near field microscope*”) e outros dispositivos com características similares de “visão” e “manipulação” de nanoestruturas. Simultaneamente, a capacidade computacional tornou possível ocorrerem sofisticadas e precisas simulações do comportamento de materiais na nanoescala. Deste modo, cientistas de várias áreas do conhecimento foram capazes de simular, fabricar e “ver” estruturas, nas quais pelo menos uma dimensão é nanométrica, e mudar as propriedades dos materiais devido a esta dimensão. Isto levou ao entendimento e fabricação de dispositivos “de baixo para cima” (*bottom up*), em vez do contrário (*from top to bottom*).

De acordo com documentos recentes da América, Europa e do Apec (*Center for Technology Foresight*), o impacto da nanociência e nanotecnologia beneficiará basicamente todas as áreas científicas e tecnológicas conhecidas

hoje, incluindo materiais e fabricações em nanoeletrônica, dispositivos de tecnologia da informação, saúde e medicina, exploração espacial e aeronáutica, energia e meio ambiente, biotecnologia e agricultura, segurança nacional, educação e competitividade nacional.

O gráfico abaixo (Figura 1), extraído do documento Apec, ilustra como a ciência evoluiu, ao longo das últimas décadas, para permitir, no início deste novo milênio, o florescimento de um novo campo. Estamos agora no limiar de uma revolução nos modos pelos quais produtos e materiais serão criados. Isto é resultado da convergência dos campos tradicionais da Química, Física e Biologia para formar o novo campo da nanociência e nanotecnologia.



**Figura 1.** A Física, a Biologia e a Química se encontram na nanotecnologia  
Fonte: APEC e VDI-Technology Center, Future Technologies Division.

#### A) OPORTUNIDADE PARA INVESTIMENTOS

De acordo com o documento da Apec, os desenvolvimentos mencionados acima podem ser divididos em três temas principais, os quais são oportunidades reais para nanociência e nanotecnologia (o texto abaixo é uma modificação do documento citado):

*i) Engenharia molecular inspirada pela biologia*

A escala dos sistemas vivos está entre a escala micrométrica e a nanométrica, e é possível combinar unidades biológicas tais como enzimas com estruturas fabricadas pelo homem. Um dos mais significantes impactos da nanotecnologia está na interface bioinorgânica de materiais. Combinando enzimas e *chips* de silício, podemos produzir biossensores que, se implantados em animais e humanos, podem monitorar a saúde e ministrar doses corretivas de drogas. Os biossensores têm potencial para melhorar a saúde de humanos, a baixo custo, e aumentar a produtividade animal. O desenvolvimento de próteses humanas tais como pele artificial, de “bandagens inteligentes”, ou mesmo de instrumentos como marca-passos, podem ser dependentes da nanotecnologia. Outras aplicações de biossensores se darão no controle ambiental da produção de alimentos e suprimento de água.

*ii) Nova eletrônica, optoeletrônica, fotônica e nanodispositivos magnéticos*

Há potencial para aumentar a capacidade de microchips até 1 bilhão de bits de informação por chip. Entretanto os custos de produção serão dramaticamente elevados, e há um intenso esforço mundial para determinar o ponto, na escala física, em que continuar a tendência em direção à redução do tamanho e incremento da complexidade dos microchips se tornará fisicamente inviável ou financeiramente não atraente. A pesquisa focaliza a fabricação de estruturas eletrônicas na escala nanométrica baseada inteiramente em uma nova Física. Os dispositivos em desenvolvimento incluem lasers para optoeletrônica, *switches* ultra-rápidos, dispositivos de memória para computadores e dispositivos controlados por eventos eletrônicos simples. Este último tem potencial para revolucionar a Tecnologia da Informação e Comunicação com extensões em todos os aspectos da vida moderna.

*iii) Dispositivos e processos baseados em novos materiais*

Materiais inteligentes e pesquisa na ciência da superfície são fatores críticos para avanços futuros da nanotecnologia. Uma das propriedades interessantes de materiais como metais e cerâmicas na dimensão nanométrica é sua elevada área de superfície por unidade de volume a qual tem potencial para aumentar a velocidade de reações catalíticas, separações biomédicas e farmacêuticas e melhorar a eficiência de vários processos. Tais materiais podem

ser produzidos também por uma abordagem *bottom-up*, isto é, a partir de átomos ou moléculas individuais, ou por uma abordagem *top-down*, quebrando materiais volumosos em nanopartículas por meio de *mechanical milling* (moagem mecânica) ou *nano-cutting* (nanocorte). A primeira abordagem pode produzir filmes ou aglomerados (*clusters*) para nanodispositivos, enquanto que a segunda possibilita a fabricação de microcomponentes com novas propriedades mecânicas e magnéticas pela consolidação de nanopartículas. Modificações de estruturas a profundidades de 1-100nm podem levar a significantes mudanças nas propriedades físicas e químicas, por exemplo, corrosão, fricção e reatividade, que teriam maiores aplicações industriais.

As afirmações acima se aplicam igualmente à iniciativa brasileira em nanociência e nanotecnologia e certamente a outros programas ao redor do mundo. Um recente estudo estimou que a demanda mundial por produtos que incorporam nanotecnologia aumentará para US\$ 40 bilhões em 2002. As sete maiores áreas de demanda são: periféricos de Tecnologia da Informação (TI), aplicações médicas e biomédicas, equipamento industrial e automotivo, telecomunicações, controle de processos, monitoramento ambiental e produtos domésticos.

#### B) PERSPECTIVA INTERNACIONAL

O cenário internacional em nanotecnologia e nanociência é um dos mais positivos, otimistas e de evolução mais rápida. A comunidade científica mundial tradicional e a pouco tradicional tornaram-se – ou rapidamente estão se tornando – conscientes do crescente potencial científico e tecnológico do “nanomundo”, tanto que um grande esforço internacional está em andamento. Onde tradicionalmente os atores industriais têm desempenhado papel fundamental no desenvolvimento e na transferência de tecnologia para a sociedade, nanodispositivos já estão sendo utilizados comercialmente. Em outros países onde isto não é tão comum – incluindo Brasil – esforços estão sendo feitos para envolver o setor industrial o máximo possível.

Vários programas têm sido postos em ação no mundo, e a maioria deles tem suas bases disseminadas e disponíveis na internet. A seguinte lista de endereços eletrônicos mostra muito destes documentos.

Bancos de dados contendo os documentos do programa americano:

<http://www.nano.gov/>

<http://itri.loyola.edu/nanobase/>

M.C. Roco, *International Strategy for Nanotechnology Research and Development*, publicado em *J. of Nanoparticle Research, Kluwer Academic Publ., Vol. 3, No. 5-6, pp. 353-360, 2001* (baseado em apresentação no simpósio Global Nanotechnology Networking, International Union of Materials Meeting, 28 de agosto de 2001), artigo que pode ser encontrado em [http://www.nano.gov/international/1jnr\\_int.doc](http://www.nano.gov/international/1jnr_int.doc) <sup>2</sup>.

Página do Institute of Nanotechnology no Reino Unido:

Contém informações sobre outros programas europeus disponíveis a pedido (mediante pagamento de taxas):

<http://www.nano.org.uk/>

A Apec (Asia-Pacific Economic Cooperation) tem um centro responsável pela previsão tecnológica, e a nanotecnologia é um dos seus projetos. Artigos de economia de vários países podem ser encontrados na sua página.

<http://www.apecsec.org.sg/>

[http://www.nstda.or.th/apec/html/f\\_research.html](http://www.nstda.or.th/apec/html/f_research.html)

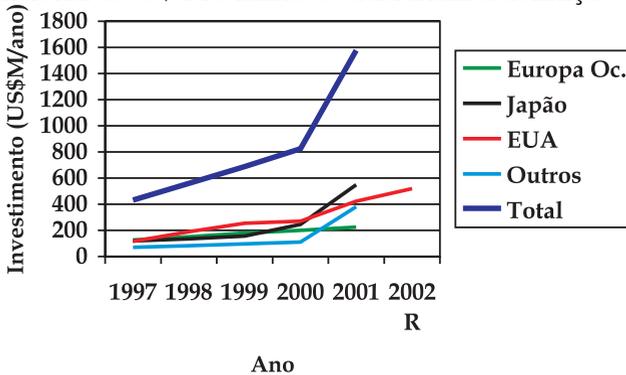
A tabela e o gráfico abaixo (extraídos do artigo de Roco mencionado acima) mostram o investimento internacional de 1997 a 2001.

Tabela 1. **Investimentos estimados em nanociência e nanotecnologia**

Área	1997		1998		1999		2000		2001		2002
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
Europa Oc.		126		151		179		200		225	
Japão		120		135		157		245		410 +	
										140*	
EUA	116		190		225		270		422		519
Outros*		70		83		96		110		380	
<b>Total</b>		<b>432</b>		<b>559</b>		<b>687</b>		<b>825</b>		<b>1.577</b>	
<b>(% de 1997)</b>		<b>100%</b>		<b>129%</b>		<b>159%</b>		<b>191%</b>		<b>365%</b>	

Notas explanatórias: “Europa Oc.” inclui países da EU e Suíça; a uma taxa de câmbio \$1 = 1.1 Euro; taxa de câmbio para o Japão \$1 = 120 yen; “Outros” inclui Austrália, Canadá, China, FSU, Coréia, Cingapura, Taiwan e outros países com P&D em nanotecnologia. O ano fiscal começa em 1º de outubro do ano anterior, nos EUA (denotado por “a” na tabela), e na maioria dos outros países em 1º de março ou 1º de abril do respectivo ano (denotado por “b”).

(\*) Estimativas de uso de nanotecnologia, definidas como em NNI (ver Roco, Williams e Alivisatos, 1999), incluindo os gastos governamentais divulgados publicamente. Note que o Japão suplementou seu investimento inicial de US\$ 410 milhões em nanotecnologia, em 2001, com cerca de US\$ 140 milhões (somados nesta tabela perfazendo US\$ 550 milhões) para nanomateriais, incluindo metais e polímeros; não é claro se todos os componentes do programa adicional de US\$ 140 milhões satisfariam a definição do NNI.



**Figura 2.** Financiamento governamental mundial para P&D em nanotecnologia (agosto de 2001)

#### **4. O ESTÁGIO ATUAL DA P&D EM NANOCIÊNCIA & NANOTECNOLOGIA NO BRASIL**

Apesar de diferentes grupos em universidades ou centros de pesquisa no Brasil terem desenvolvido previamente pesquisa teórica e experimental em materiais nanoestruturados, tal progresso ocorreu, principalmente, devido a iniciativas individuais em vez de uma ação coordenada. De fato, pesquisadores brasileiros têm publicado em importantes periódicos internacionais vários estudos em nanoeletrônica, nanoquímica, nanocompósitos, nanomateriais para liberação de drogas, nanotubos, nanomateriais magnéticos e outros. Mais

recentemente, a importância de alguns destes trabalhos foi destacada mundialmente.

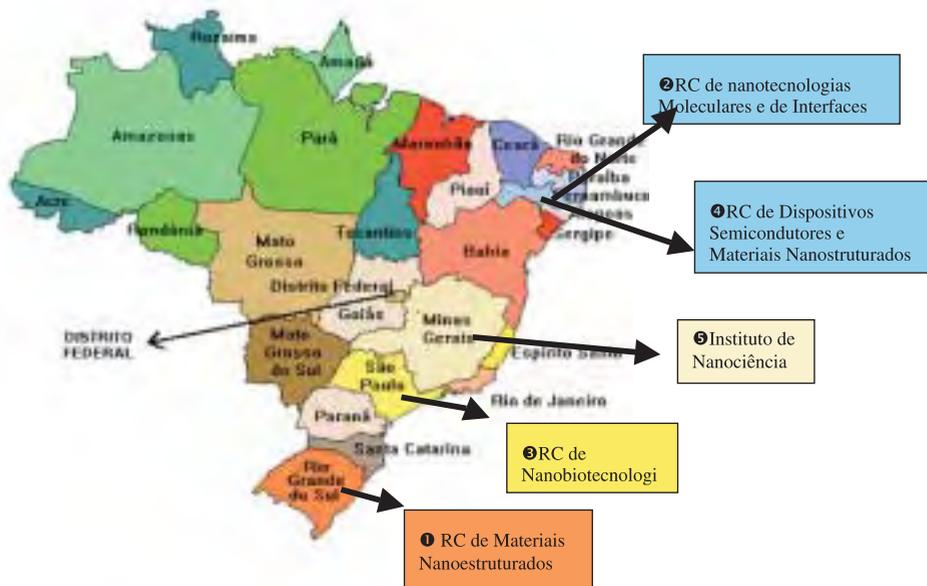
Desde o começo de 2001, as agências brasileiras pertencentes ao MCT, em particular o CNPq, têm oferecido apoio financeiro induzido por meio de um esforço coordenado. A cronologia do desenvolvimento do esforço coordenado em N&N no Brasil é a seguinte:

### **Cronologia da iniciativa em nanociência e nanotecnologia no Brasil**

22 de novembro 2000	Primeiro encontro de pesquisadores brasileiros do CNPq trabalhando no campo – Criação do Comitê de Articulação para preparar um documento com propostas.
Dezembro de 2000	Contato com atores-chave em nanociência e nanotecnologia nos Estados Unidos e Europa.
Março de 2001	Visita ao Brasil e encontro, com parte do Comitê de Articulação, do Dr. Richard Siegel, um dos consultores científicos (Scientific Advisors) do programa americano.
Abril de 2001	Divulgação do documento do Comitê de Articulação na página do CNPq.
Abril de 2001	Encontro do Comitê de Articulação com uma missão da França (em Campinas) – Disseminação da iniciativa brasileira em seminário internacional em Campinas (CTI).
Julho de 2001	O CNPq anuncia chamada de propostas de redes em nanociência e nanotecnologia em áreas selecionadas.
Agosto de 2001	O Dr. Celso Melo (Diretor do CNPq) apresenta a Iniciativa Brasileira N&N no <i>Workshop on International Collaboration and Networking: creating global nanotechnology networks</i> , Cancun, de 26 a 30 de agosto.
Outubro de 2001	O MCT anuncia o resultado das chamadas de propostas para o programa dos institutos do milênio: o Instituto de Nanociência, localizado em Minas Gerais, e coordenado por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais, é selecionado.
Dezembro de 2001	O CNPq anuncia os resultados da submissão de propostas: quatro redes foram formadas.
Janeiro de 2002	O MCT inicia procedimentos para definir centros nacionais de referência em nanotecnologia, com missões e locais a serem definidos.
Março de 2002	Missão da Alemanha faz visita ao Brasil para discutir colaboração internacional em nanociência e nanotecnologia.
Julho de 2002	Dr. Cylon Gonçalves entrega documento ao MCT com proposta a respeito dos Centros Nacionais de Referência em nanotecnologia.
Agosto de 2002	Encontro, no CNPq, com os coordenadores das redes cooperativas brasileiras em N&N e do Instituto do Milênio em Nanociência (UFMG).

Um dos passos importantes para implementação da Iniciativa em N&N, e para o desenvolvimento adicional de um programa nacional foi a seleção de quatro redes cooperativas (RC) em nanociência e nanotecnologia. Inicialmente, 28 propostas foram submetidas. As quatro RCs atuam nas seguintes áreas: (1) materiais nanoestruturados; (2) nanotecnologias moleculares e de interfaces; (3) nanobiotecnologia; e, (4) nanodispositivos semicondutores e materiais nanoestruturados. Além disso, do Programa dos Institutos do Milênio do MCT, um (5) Instituto de Nanociência, localizado em Belo Horizonte, foi estabelecido, como já mencionado. O mapa abaixo mostra as localizações geográficas das Instituições coordenadoras. Os objetivos gerais das redes formadas são principalmente articular as competências individuais, disseminar esta nova área de pesquisa e iniciar um programa educacional em nanociência e nanotecnologia. Mais detalhes e endereços para contato dos coordenadores das redes e do Instituto de Nanociência podem ser encontrados no Anexo I.

### **Mapa com a localização das instituições coordenadoras das redes cooperativas e do Instituto de Nanociência**



## **5. IMPLEMENTAÇÃO EM CURTO PRAZO**

### **5.1 Temas propostos**

A principal tarefa de uma iniciativa nacional em N&N é definir prioridades e prover os recursos apropriados para realizá-las. A iniciativa brasileira foi concebida com base nas competências existentes, tendo em vista as necessidades de curto e médio prazo e preparando um ambiente adequado para o desenvolvimento de um programa nacional de longo prazo. Em graus diferentes, pesquisa fundamental, desenvolvimento tecnológico, transferência de tecnologia, educação e treinamento deveriam ser incluídos como parte de qualquer tema a ser desenvolvido. Os principais temas estimulados neste momento, embora não os únicos estudados pelos grupos de pesquisa, referem-se às seguintes áreas:

- a) Materiais nanoestruturados e dispositivos – no sentido amplo de dispositivos e processos baseados em novos materiais, (fotônicos, magnéticos e orgânicos) incluindo tecnologia eletrônica baseada em semicondutores;
- b) Nanobiotecnologia e nanoquímica – no sentido amplo de engenharia molecular inspirada pela biologia, incluindo interfaces;
- c) Processos em nanoescala e aplicações ao meio ambiente – incluindo aplicações em economia de energia e agricultura;
- d) Bionanodispositivos e aplicações à saúde – incluindo nanodispositivos farmacêuticos;
- e) Nanometrologia – incluindo aplicações em áreas estratégicas.

### **5.2 Apoio financeiro**

A questão de financiar uma nova e ampla área de pesquisa requer modelos inovativos de suporte contínuo, uma vez reconhecido que os esquemas convencionais em que uma ou duas agências financiam toda a pesquisa estão ultrapassados. O envolvimento, desde cedo, de diferentes atores

no planejamento da iniciativa pode ser mais eficiente e efetivo, mesmo que a decisão final seja pela continuidade do uso de uma única agência operacional. Se, por um lado, o financiamento em curto prazo será baseado em fundos existentes, por outro, a participação colaborativa de diferentes ministérios, motivada por interesses naturais próprios, deverá aumentar o orçamento total sob responsabilidade da agência operacional. A tabela abaixo dá um exemplo de como diferentes ministérios brasileiros poderiam apoiar pesquisas em temas de N&N que são relevantes para suas atividades (marcados com X):

### **Temas sugeridos em N&N para apoio financeiro pelos ministérios brasileiros**

<b>Ministérios Agências</b>	<b>MCT</b>	<b>CNPq</b>	<b>Finep</b>	<b>MS</b>	<b>MT</b>	<b>MDIC</b>	<b>MA</b>	<b>MMA</b>	<b>MD</b>	<b>MME</b>
Materiais e dispositivos nanoestruturados	X	X	X		X	X			X	X
Nanobiotecnologia e nanoquímica	X	X	X	X			X	X		X
Processos em nanoescala e aplicações ao meio ambiente	X	X	X		X			X		
Bionanodispositivos aplicações em saúde	X	X	X	X						
Nanometrologia	X	X	X		X	X			X	
Segurança nacional	X	X							X	

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (agência/ MCT)

Finep – Financiadora de Estudos e Projetos (foco na indústria)

MS – Ministério da Saúde

MT – Ministério dos Transportes

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MA – Ministério da Agricultura

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério das Minas e Energia

MD – Ministério da Defesa

Nos últimos dois anos, um sistema completamente novo de desenvolvimento científico e tecnológico foi estabelecido no Brasil, baseado nos chamados Fundos Setoriais. Estes recursos são oriundos da desregulação e abertura de diferentes setores econômicos. Há, no momento, 14 fundos, cujos recursos poderiam ser parcialmente usados para apoiar projetos em nanociência e nanotecnologia e que poderiam servir aos interesses específicos do setor correspondente, incrementando, desta forma, o plano para um programa nacional em N&N. Pelas suas designações, não é difícil identificar, entre os temas propostos, os que melhor se adequam e cujos recursos poderiam ter um forte impacto no desenvolvimento da área coberta pelo fundo setorial de interesse. Estes fundos, que juntos injetarão mais de R\$ 1,2 bilhão/ano em P&D, podem ser usados para os financiamentos de curto, médio e longo prazo do programa em N&N, e dirigidos para os seguintes setores:

#### **Lista dos Fundos Setoriais**

CT-Petro – Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural
CT-Infra – Fundo de Infra-Estrutura
CT-Energ – Fundo Setorial de Energia
CT-Hidro – Fundo Setorial de Recursos Hídricos
CT-Mineral – Fundo Setorial Mineral
CT-Transporte – Fundo Setorial de Transportes Terrestres
CT – Verde Amarelo – Fundo para Interação Universidade-Indústria
CT-Espacial – Fundo Setorial Espacial
Funtell – Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações
CT-Info – Fundo Setorial para Tecnologia da Informação
CT-Saúde – Fundo Setorial de Saúde
CT-Agronegócio – Fundo Setorial de Agronegócio
CT-Biotecnologia – Fundo Setorial de Biotecnologia
CT-Aeronáutico – Fundo para o Setor Aeronáutico

### **5.3 Redes cooperativas**

De acordo com a estratégia de curto prazo para a implementação da iniciativa nacional, a implantação das redes cooperativas, apoiadas pelo CNPq, foi o primeiro passo para o desenvolvimento de um programa coordenado. Como mencionado antes, há quatro redes cooperativas, envolvendo mais de

50 instituições, em diferentes áreas de pesquisa, com cerca de 150 pesquisadores e estudantes envolvidos no processo. Essas redes cooperativas começaram a operar recentemente e serão monitoradas nos próximos dois anos para seguir o seu desenvolvimento.

Um segundo passo considerado neste momento envolve o estabelecimento de instalações nacionais dedicadas aos programas em N&N, na possível forma de laboratórios nacionais, centros nacionais de referência, ou outras instalações de âmbito nacional que possam fazer a Iniciativa Brasileira em N&N avançar. Discussões sobre o formato dessas instalações, incluindo sua missão e propósitos, foram realizadas ao longo do primeiro semestre de 2002, e um documento considerando possíveis alternativas foi entregue ao MCT em julho de 2002.

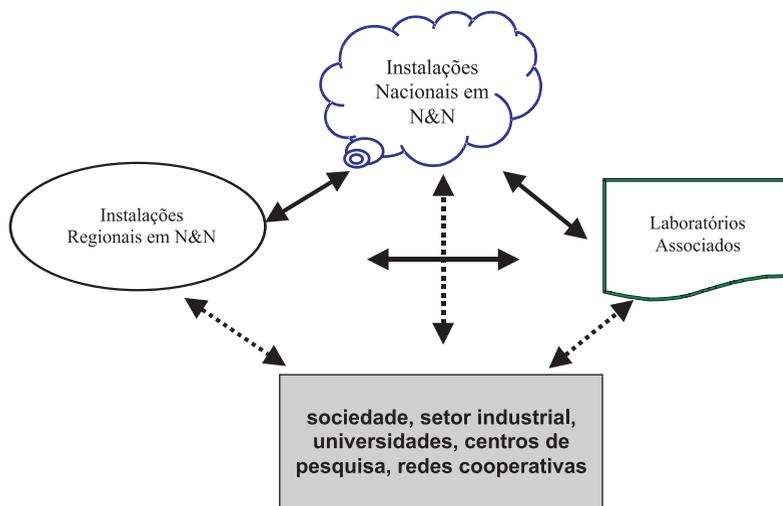
## **6. PARA UM PROGRAMA NACIONAL DE LONGO PRAZO**

Dados os desenvolvimentos descritos até agora, uma parcela entusiástica da comunidade científica brasileira está fortemente empenhada em juntar-se ao MCT e ao CNPq na elaboração de um programa nacional de longo prazo em N&N. Outros ministérios e setores interessados da sociedade brasileira, tais como o de negócios ou o industrial, estão sendo estimulados a contribuir neste processo e a serem parceiros na formulação de tal programa. Isto requererá ações e decisões importantes e bem fundamentadas em vários aspectos, alguns dos quais são ressaltados abaixo:

- a) O programa tem que ser amplo, com apoio de iniciativas espontâneas, e deve dar espaço a ações de indução;
- b) Uma ênfase particular deve ser dada à formação de recursos humanos em todos os níveis;
- c) O setor industrial tem que ser agregado ao programa desde o seu início;
- d) Devem ser concebidos programas especiais para induzir transferência de conhecimento;
- e) O programa deveria inovar com a exploração dos aspectos transdisciplinares do campo, particularmente na formação de recursos humanos;

- f) Recursos financeiros deveriam ser assegurados por um número pré-definido mínimo de anos;
- g) Cooperações internacionais com parceiros líderes na área deveriam ser buscadas;
- h) Deveria ser desenvolvido um modelo para apoio de infra-estrutura em níveis nacional e regional, viabilizando formas efetivas para enfrentar os desequilíbrios regionais em P&D existentes no Brasil, além do nível de interação ainda incipiente com a indústria (ver figura abaixo).

### Visão pictórica da estrutura do Programa Brasileiro em N&N



A descrição pictórica acima dá uma idéia geral do tipo de apoio de infra-estrutura que é requerido. Desde a sua concepção, o papel de cada setor no programa deve ser claramente definido e as demandas da sociedade e do setor industrial claramente identificadas.

No artigo de Roco, acima mencionado, “Estratégias Internacionais para Pesquisa e Desenvolvimento em Nanotecnologia”, os seguintes pontos são levantados como assuntos estratégicos fundamentais mundialmente válidos:

- Focos em P&D diferenciados, como função do país;
- O treinamento de pessoal é um componente fundamental para o sucesso em longo prazo;

- Há desafios científicos e técnicos comuns correspondentes aos objetivos mais amplos da humanidade;
- Foco na manufatura em nanoescala;
- Parcerias: encorajando interdisciplinaridade e atividades integradoras;
- Aceleração da colaboração internacional.

É importante notar que alguns desses temas estão sendo diretamente abordados na atual iniciativa brasileira, enquanto que outros requerem uma continuidade dos esforços já iniciados. O Brasil é mencionado no documento devido a um dos seus mais importantes laboratórios científicos, e agora é reconhecido como um dos países, e o único na América Latina, a ter um “programa” em nanociência e nanotecnologia, a despeito de, do nosso ponto de vista, ainda haja muito a ser feito.

Como tem acontecido em muitos outros países, é esperado pela comunidade científica que, no Brasil, a nanociência e nanotecnologia também formem um programa estratégico no planejamento, em longo prazo, de prioridades em Ciência, Tecnologia & Inovação. As competências existentes, os primeiros sucessos das iniciativas recentemente adotadas e o interesse internacional no campo mostram que as ações tomadas estão no caminho correto. Neste momento, outros aspectos requeridos para a evolução dessa iniciativa em um programa estão sendo identificados.

Conforme ressaltado por Neal Lane, assistente para Ciência e Tecnologia do Presidente dos Estados Unidos, em sua carta à Casa Branca, em julho de 2000, acompanhando o Plano Americano de Implementação da Iniciativa em N&N<sup>1</sup>, “a nanotecnologia terá um profundo impacto na nossa economia e sociedade (i.e. a americana), no início do Século 21, talvez comparável ao da tecnologia da informação ou o da genética e da biologia celular e molecular”.

Portanto, a nanociência e nanotecnologia devem receber o devido reconhecimento, por todos os setores governamentais e pela sociedade como um todo, como uma ação integrada de extrema importância para o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico do Brasil no século XXI.

*Brasília, novembro de 2002*

ANDERSON S. L. GOMES  
CELSO P. DE MELO

## 7. AS REDES BRASILEIRAS E O INSTITUTO DO MILÊNIO EM NANOCIÊNCIA

### Rede Cooperativa #1 (Programa do CNPq)

#### 1. Identificação de rede cooperativa

Rede de Pesquisa em Nanobiotecnologia

#### 2. Coordenadores e instituições coordenadoras:

Universidade de Campinas (Unicamp)

Coordenador: Professor Nelson Eduardo Caballero Duran

E-mail: duran@iq.unicamp.br

Instituto de Química (Unicamp)

Campus Universitário – Campinas

Telefone: xx19-37883149

#### 3. Instituições participantes

Nome	Deptº ou Laboratório	Pessoal envolvido			Contato
		PhD	Sc	Estudante	
Unicamp/ Umc	Instituto de Química – Unicamp	5	2	5	Nelson Duran duran@iq.unicamp.br
Unicamp	Departamento de Engenharia Química	3	3	2	Maria Helena Santana lena@feq.unicamp.br
Unicamp	Departamento de Ciências Biológicas	1	2	2	Patrícia Melo pmelo@unicamp.br
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP	Departamento de Bioquímica e Imunologia – Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico	2	2	1	José Maciel Rodrigues Júnior jmrj@life-sciences.com.br
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – USP	Departamento de Fármacos e Medicamentos	5	3	2	Maria Vitória Badra Bentley vbentley@fcfrp.usp.br
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- USP	Centro de Pesquisa em Tuberculose	6	4	2	Célio Lopes Silva clsilva@fmrp.usp.br
IPT	Laboratório de Partículas	2	2	1	Maria Inês Ré mire@ipt.br
Universidade de São Francisco	Laboratório de Nanotecnologia	1	1	0	Ana Maria de Paula adepaula@
UFRGS	Instituto de Química	2	3	5	Adriana Pohlmann pohlmann@iq.ufrgs.br
IB/UnB	Lab. de Genética	1	0	7	Z.G.M. Laçava zulmira@unb.br
IB/UnB	Lab. de Morfologia	1	0	6	R.B. Azevedo ravezvedo@unb.br

Nome	Deptº ou Laboratório	Pessoal envolvido			Contato
IB/UnB	Lab. de Microscopia Eletrônica	2	0	6	S.N. Bão snbao@unb.br
IF/UnB	Lab. Mössbauer	2	0	0	V.K. Garg garg@unb.br
IF/UnB	Lab. de Magnetismo	2	0	0	K. Skeff Neto skeffneto@unb.br
IF/UnB	Lab. de Ótica	4	1	16	P.C. Morais pcmor@unb.br
IF/UnB	Lab. de Química	1	0	2	M.F. Da Silva flettere@unb.br
IF/UFG	Lab. de Ressonância	1	1	4	F. Pelegrini fpelegrin@if.ufg.br
IQ/UFG	Lab. de Materiais	2	0	4	E.C.D. Lima elima@quimica.ufg.br
FFCLRP/USP	Lab. de Fotobiologia	2	0	4	A.C. Tedesco tedesco@ffclrp.usp.br
FF/UFU	Lab. de Materiais Óticos	1	0	3	Fanyao Qu fanyao@ufu.br
IF/UFRJ	Lab. de Magnetismo	2	0	4	M.A. Novak mnovak@if.ufrj.br
FF/UFSC	Lab. de Farmacotécnica	1	3	2	E.L. Senna lemos@ccs.ufsc.br
FF/UFSC	Lab. de Farmacotécnica	0	0	2	AM de Campos angelacampos@ccs.ufsc.br
FQ/UFSC	Lab. Polimat	3	1	0	V. Soldi vsoldi@qmc.ufsc.br
FF/UFSC	Lab. de Neurobiologia	1	1	0	M. Alvarez
IB/UFRJ	Imunofarmacologia	1	3	1	Bartira Rossi Bergmann bartira@biof.ufrj.br
IB/UFRJ	Laboratório de Física Biológica	4	0	0	Paulo Mascarello Bisch pmbisch@biof.ufrj.br
UEPG	Defar	3	2	2	Jocélia Jansen jojansen@uol.com.br
UFRGS	Faculdade de Farmácia	0	4	4	Sílvia Guterrez nanoc@farmacia.ufrgs.br
ICB/UFMG	Depto. de Fisiologia & Biofísica Depto. de Parasitologia	5	3	1	Frederic Frézard frezard@mono.icb.ufmg.br
Icex/UFMG	Depto. de Química	2	2	3	Cynthia Demicheli demichel@dedalus.lcc.ufmg.br
FF/UFMG	Lab. de Tecnologia Farmacêutica	2	0	6	Monica Oliveira monica@farmacia.ufmg.br
Embrapa/SC	Laboratório de AFM	2	0	0	Paulo Herrmann herrmann@cnpdia.embrapa.br

**4. Linhas de Pesquisa na RC**

<b>Linha de pesquisa</b>	<b>Sumário de objetivos</b>	<b>Projetos em andamento</b>
Fluidos magnéticos biocompatíveis	Síntese, caracterização e aplicações	3
Fluidos magnéticos	Síntese, caracterização e aplicações	1
Magnetolipossomos	Síntese, caracterização e aplicações	2
Compostos magnéticos e semicondutores	Síntese, caracterização e aplicações	3
Fotobiologia	Aplicações em terapia fotodinâmica	2
Nanoestruturas magnéticas e semicondutoras	Caracterização ótica	4
Desenvolvimento de nano e micropartículas como sistemas liberadores de drogas	Desenvolvimento de processos e sistemas de liberação	8
Estudo de biopolímeros com aplicação em liberação controlada de drogas	Uso de matrizes poliméricas (filmes finos e matrizes poliméricas) para sistemas de liberação controlada	1
Biologia celular e molecular do sistema hematopoiético; Imunopatologia de tumores		2
Desenvolvimento de drogas e vacinas contra leishmaniose	1) Identificar novas drogas potenciais, naturais e sintéticas; 2) Identificar novas vacinas nativas, recombinantes e de DNA; 3) Potencializar a sua efetividade contra a leishmaniose pela vetorização em nanopartículas.	2
Restauração de imagem em SPM	Restaurar as características da amostra biológica usando ferramentas matemáticas	1
Espectroscopia de força	Medir as forças adesivas entre pares e superfícies ligando receptor	2
Caracterização de superfícies	Uso de AFM na caracterização de superfícies biológicas em escala nanométrica	1
Sistemas tópicos coloidais	- Desenvolvimento de sistemas tópicos coloidais (lipossomos, derivados de celulose, ácidos lácticos, nanopartículas lipídicas); - Estudo do transporte de drogas encapsuladas através da pele.	4
Desenvolvimento de nanopartículas como veículos de drogas	- Desenvolver e caracterizar suspensões poliméricas de nanopartículas; - Desenvolver e caracterizar pós de nanopartículas congelados e secos.	4
Desenvolvimento de sistemas de partículas	Desenvolvimento e otimização de sistemas de partículas processos	3

Rede Cooperativa #2 (Programa do CNPq)

**1. Identificação da rede cooperativa**

Rede Cooperativa para Pesquisa em Nanodispositivos Semicondutores e Materiais Nanoestruturados – Nanosemimat  
 website: <http://www.if.sc.usp.br/~nanosemimat/>

**2. Coordenador e instituição coordenadora:**

Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco  
 Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE - Brasil  
 Coordenador: Eronides F. da Silva Jr  
 e-mail: [eron@ufpe.br](mailto:eron@ufpe.br)  
 Telefone: + 55 81 32718450, fax: + 55 81 3271 0359

**3. Instituições participantes**

Nome	Deptº ou Lab.	Pessoal envolvido			Contato
		PhD	MSc	Estudantes	
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE	Física	6		10IC, 5M, 7D	E. F. da Silva Jr <a href="mailto:eron@ufpe.br">eron@ufpe.br</a> coordenador
Universidade Federal do Ceará – UFC	Física	4		7IC, 6M, 4D	V. N. Freire <a href="mailto:valder@fisica.ufc.br">valder@fisica.ufc.br</a> coordenador regional
Universidade de São Paulo – USP/SP	Física de Novos Materiais Semicondutores	12	2	4IC, 3M, 11D	J. R. Leite <a href="mailto:jrleite@macbeth.if.usp.br">jrleite@macbeth.if.usp.br</a> coordenador adjunto
Universidade Federal da Bahia – UFBA	Física	3		2IC, 2M, 2D	A.F. da Silva <a href="mailto:ferreira@fis.ufba.br">ferreira@fis.ufba.br</a>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN	Física	4		4IC, 3M, 2D	E. L. Albuquerque <a href="mailto:eudenilson@dfte.ufrn.br">eudenilson@dfte.ufrn.br</a>
Universidade Federal de Alagoas – Ufal	Física	2		4IC, 2M, 1D	M. L. Lyra <a href="mailto:marcelo@fis.ufal.br">marcelo@fis.ufal.br</a>
Universidade Federal do Maranhão – UFMA	Física	1		2IC, 0M, 0D	M. C. A. Lima <a href="mailto:mlima@ufma.br">mlima@ufma.br</a>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	Microeletrônica/ Física	1		3IC, 2M, 0D	H. Boudinov <a href="mailto:henry@if.ufrgs.br">henry@if.ufrgs.br</a>
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	Física	4		2IC, 2M, 3D	E. A. Meneses <a href="mailto:elermes@ifi.unicamp.br">elermes@ifi.unicamp.br</a>
Universidade de São Paulo – USP/Bauru	Física	1		2IC, 1M, 0D	A. Tabata <a href="mailto:atabata@macbeth.if.usp.br">atabata@macbeth.if.usp.br</a>
Universidade Católica – PUC/RJ	Física	2		2IC, 1M, 4D	E. Anda <a href="mailto:anda@fis.puc-rio.br">anda@fis.puc-rio.br</a>
Universidade Estadual do Rio de Janeiro – Uerj	Física	2		0IC, 1M, 1D	I C. da Cunha Lima <a href="mailto:ivancl@uol.com.br">ivancl@uol.com.br</a>
Escola Politécnica – USP/SP	Engenharia Elétrica	3		2IC, 3M, 3D	J. Ramirez <a href="mailto:jramirez@lme.usp.br">jramirez@lme.usp.br</a>

Nome	Deptº ou Lab.	Pessoal envolvido			Contato
Universidade de São Paulo – USP/São Carlos	Física/Ciência da Computação	2		3IC, 1M, 0D	G. Sipahi sipahi@if.usp.br
Centro Federal de Educação Tecnológica – Cefet/MA	Ciências Exatas	1		1IC, 0M, 0D	P. W. Mauriz mauriz@dfte.ufrn.br
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN	Física	1		1IC, 0M, 0D	M. S. Vasconcelos manoelvasconcelos@yahoo.com.br
Universidade de Brasília – UnB	Física	3	1	2IC, 3M, 3D	A. Cleves Oliveira oacn@helium.fis.unb.br

#### 4. Linhas de pesquisa na rede cooperativa: Nanosemimat

Linha de pesquisa principal	Sumário de objetivos	Projetos em andamento
Materiais Semicondutores Nanoestruturados: III-V e II-VI	Síntese, crescimento, ou deposição de materiais nanoestruturados: formação de sistemas multicamadas e dispositivos nanoeletrônicos baseados em semicondutores e materiais híbridos. Uso de Técnicas Teóricas para Estudar Novos Fenômenos em Materiais Nanoestruturados e Nanodispositivos: Autoconsistente, DFT/LDA, <i>Ab initio</i> , Massa Efetiva, Dinâmica Molecular, Monte Carlo, Propriedades Termodinâmicas de Nanoestruturas Quase Periódicas	Nitretos/Fapesp/DFG/ Pronex Spintronics/CNPq/CNRS/Fapesp Dielétricos com alto k/CTPetro/Fapesp
Propriedades Óticas e de Transporte em Nanodispositivos e Semicondutores Nanoestruturados	Estudo de Propriedades Óticas e Vibracionais, Fenômenos de Transporte em Sistemas 0-3D em Diversos Semicondutores. Multicamadas Quase Periódicas Metalmagnéticas envolvendo Interações de Longo Alcance, Condutância Eletrônica Anômala em Semicondutores, Estruturas Quase Cristalinas, Nanoestruturas de Semicondutores Magnéticos Diluídos, Transporte Spin-polarizado em estruturas Quase bidimensionais	Confinamento Excitônico em GaAs/AlGaAs e sistemas Si (SiC) /SiO2 /CTPetro Transporte Magnético/CNPq /CNRS Nanotubos de carbono de paredes simples/CNPq/Fapesp Propriedades óticas de cerâmicas /CNPq
Dispositivos Semicondutores baseados em Si e SiC, Materiais de Gap Largo, Cerâmicas e Polímeros	Física de Interfaces, Dispositivos de Tecnologia MOS, Ruptura Dielétrica, Interação (Geração) da Radiação com (pelos) Nanodispositivos e Materiais Nanoestruturados	Dispositivos em Si e SiC para aplicações como sensores /PADCT Dispositivos em SiC MIS, Filmes ultrafinos/CTPetro Dispositivos Óticos e Materiais /Pronex LEDs de Nitreto /Fapesp/Pronex/DFG

Linha de pesquisa principal	Sumário de objetivos	Projetos em andamento
Aplicações de Nanodispositivos: Sensores Óticos e físico-químicos	Inovação em Processamento de Dispositivos, Novas Estruturas- Dispositivos e Simulação de Nanoestruturas Semicondutoras 3D, Produção de Dispositivos Semicondutores Discretos e Componentes para aplicações em optoeletrônica sensores e áreas relacionadas. Aplicações de Semicondutores, polímeros, cerâmicas e materiais porosos. Caracterização de Dispositivos AFM	Sensores UV /PADCT Fotodetectores baseados em Si /PADCT Sensores de Gás/CTPetro Células solares de Si /BNB Narizes Eletrônicos /Fapesp Biossensores/Fapesp/CNPq. Crescimento MBE de Pontos quânticos em InAs /Fapesp RHEED investigação durante crescimento II-V MBE /Fapesp Caracterização de AFM/STM /CTPetro

### Rede Cooperativa #3 (Programa do CNPq)

#### 1. Rede cooperativa, nome e sigla

Rede de pesquisa em materiais nanoestruturados

website: [www.nanoestruturas.cjb.net](http://www.nanoestruturas.cjb.net)

[www.if.ufrgs.br/~israel](http://www.if.ufrgs.br/~israel)

#### 2. Coordenador e instituição coordenadora

Israel J.R. Baumvol

Instituto de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Bento Gonçalves, 9500

91509-900 Porto Alegre, RS

Brasil

E-mail: [israel@if.ufrgs.br](mailto:israel@if.ufrgs.br)

Telefone/fax - 55 51 33166526

#### 3. Instituições participantes

Nome	Deptº ou Lab.	Pessoal envolvido			Contato
		Doutores	Mestres	Estudantes	
UFRGS	Física e Química	7	10	6 M 15 D	Israel Baumvol <a href="mailto:israel@if.ufrgs.br">israel@if.ufrgs.br</a>
PUC-RJ	Física e Engenharias	6	5	4 M 11 D	Fernando Lázaro Freire <a href="mailto:lazaro@vdg.fis.puc-rio.br">lazaro@vdg.fis.puc-rio.br</a>
UFMG	Física, Química e Ciência da Computação	30	12	20 M 31 D	Helio Chacham <a href="mailto:chacham@fisica.ufmg.br">chacham@fisica.ufmg.br</a>
UFRJ	Física	26	7	15 M 16 D	Raimundo dos Santos <a href="mailto:rrds@if.ufrj.br">rrds@if.ufrj.br</a>

Nome	Deptº ou Lab.	Pessoal envolvido			Contato
		Doutores	Mestres	Estudantes	
UFPE	Física	6	1	3 M 5 D	Sergio Resende smr@df.ufpe.br
Unicamp	Física	21	5	15 M 22 D	Marcelo Knobel knobel@ifi.unicamp.br
USP	Física	5	1	3 M 3 D	Adalberto Fazzio fazzio@if.usp.br
LNLS	Física, Química e Engenharias	7	2	3 M 7 D	Daniel Ugarte ugarte@lnls.br
UFP	Química e Física	4	1	3 M 4 D	Aldo Zarbin aldo@quimica.ufpr.br
CBPF	Física	5	0	2 M 5 D	Elisa Saitovich elisa@cbpf.br
UFSC	Física	6	2	3 M 5 D	Yara Gobato yara@df.ufscar.br

#### 4. Linhas de pesquisa na RC

Linha de pesquisa	Sumário de objetivos	Projetos em andamento
Nano-objetos	Não informado	Não informado
Semicondutores	Não informado	Não informado
Nanoestruturas Magnéticas	Não informado	Não informado
Automontagem, Polímeros, Cerâmicas	Não informado	Não informado
Teoria e Simulação	Não informado	Não informado

Rede Cooperativa #4 (Programa do CNPq)

#### 1. Rede cooperativa, nome e sigla

Rede de nanotecnologia Molecular e de Interfaces (Renami)  
(Molecular and Interfaces Nanotechnology Research Network)  
website: [www.renami.com.br](http://www.renami.com.br)

#### 2. Coordenador e instituição coordenadora

Oscar Manoel Loureiro Malta [oscar@renami.com.br](mailto:oscar@renami.com.br)  
Telefone: (81)32718440 Ramal 5012 ; Fax: (81) 32718442  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE  
CCEN – Departamento de Química Fundamental  
Av. Luís Freire S/N, Cidade Universitária, 50.740-540 – Recife – PE, Brasil

### 3. Instituições participantes (Ver detalhes em [www.renami.com.br](http://www.renami.com.br))

Nome	Dept° ou Lab.	Pessoal envolvido			Contato
		D	M	Estudantes	
UFPE	CCEN	12		39	Oscar Malta oscar@renami.com.br
USP	IQ	10		37	Henrique Eisi Toma henetoma@iq.usp.br
UFRJ	COPPE	9		31	Carlos Alberto Achete achete@metalmat.ufrj.br
UFRJ	IMA	2		4	Ailton de Souza Gomes asgomes@ima.ufrj.br
Ponto Quântico Nanodispositivos	Nectar	3		1	Petrus Santa Cruz petrus@renami.com.br
UNESP	IQ	2		6	Elidiane Rangel elidiane@feg.unesp.br
IPEN		2		4	Maria Cláudia Felinto mfelinto@nct.ipen.br
IPT		1		3	Mário Ricardo Gongora Rúbio gongoram@ipt.br
CBPF		1		4	Luiz Carlos Sampaio de Lima sampaio@cbpf.br
PUC-RIO		1		4	Marco Cremona cremona@fis.puc-rio.br
UFPB	Dema	6		16	Laura Hecker de Carvalho laura@dema.ufpb.br
UFPR		4		11	Ivo Hümmelgen iah@fisica.ufpr.br
UEPG		2		5	Márcio Lazzarotto mlazzaro@uepg.br
Unicentro		1		3	Fauze Jaco Anaissi anaissi@unicentro.br
UFS		5		12	Marcelo Macêdo mmacedo@ufs.br

#### 4. Linhas de pesquisa da RC

Linha de Pesquisa
Sistemas supramoleculares
Nanodispositivos moleculares – sensores e dosímetros
Simulação dinâmica-molecular
Nanocompostos SiC
Produção de nanoestruturas em EC- STM
Filmes finos de carbono duro amorfo
Investigações por AFM de filmes <i>magnetron sputtering</i>
Previsões teóricas de estrutura e espectro eletrônico
Simulações de dinâmica molecular
Materiais fotônicos para nanodispositivos
Produção de filmes finos metálicos por difusão de nanopartículas em vidros
Filmes magnéticos
Reconhecimento molecular
Interações eletrônicas em agregados supramoleculares
Simulação ( <i>mimicking</i> ) de sistemas biológicos
Novas interfaces moleculares
Adsorção superficial seletiva – nanopartículas magnéticas
Filmes cerâmicos
Revestimento ( <i>coating</i> ) e materiais biocompatíveis
Complexos luminescentes e macrocíclicos
Funcionalização de supramoleculas
Imunoensaio biológico
Processos fotônicos em materiais nanoestruturados
Vidrocerâmicas híbridas nanoestruturadas
Deteção ( <i>tracking</i> ) fotônica em sistemas biológicos
Spintrônica
Nanocompostos e membranas poliméricas

Instituto do Milênio (Programa do MCT)

---

## 1. Instituto de nanociência

### 2. Coordenador e instituição coordenadora

Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais  
Caixa Postal 702, 30123-970 Belo Horizonte, MG, Brasil

Coordenadores:

Prof. Alaor S. Chaves

E-mail: alaor@fisica.ufmg.br

Telefone: 55 31 34995641, fax: 55 31 34995600

Prof. Marcos A. Pimenta

E-mail: mpimenta@fisica.ufmg.br

Telefone: 55 31 34995667, fax: 55 31 34995600

### 3. Instituições participantes

Nome	Deptº ou Lab.	Pessoal Envolvido			Contato
		D	M	Estudantes	
UFMG	Física	32		24 D 12 M	Marcos A. Pimenta mpimenta@ufmg.br
UFMG	Química	04		06 D 03 M	Glaura Goulart glaura@lcc.ufmg.br
UFF	Física	02		01 D 02 M	Andrea Latge latge@if.uff.br
UFRJ	Física	11		09 D 02 M	Belita Koiller bk@if.ufrj.br
UFV	Física	02		01 M	Sukarno Olavo Ferreira sukarno@ufv.br
CDTN		02		01 D	Waldemar Macedo wmacedo@cdtn.br
LNLS		01		02 M	Gilberto Medeiros gmedeiros@lnls.br
PUC-RJ	Engenharia Física	02		01 D 05 M	Patrícia Lustoza plustoza@cetuc.puc-rio.br
UFSJ	Física	02		03 D 04 M	José Luiz A. Alves arestруп@funrei.br
UERJ	Física	01			Caio H. Lewenkopf caio@uerj.br
UFBA	Física	01			Caio M. C. de Castilho
CE/TEC		01			Margareth Spangler spangler@cetec.br
IITP-UNIT	Física				José Omar Bustamante jobustamante@yahoo.com
UFJF	Física	02		02 D	Sócrates Dantas dantas@fisica.ufjf.br

#### 4. Linhas de pesquisa na RC

Linha de pesquisa	Sumário de objetivos/ Projetos em andamento
Nanotubos de carbono e sistemas correlacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de um sistema para crescimento de nanotubos de carbono por deposição de fase química (CVD)</li> <li>- Estudo de propriedades estruturais e vibracionais de nanotubos de carbono e sistemas relacionados</li> <li>- Estudo das propriedades eletrônicas e de transporte em nanotubos de carbono</li> </ul>
Sistemas magnéticos nano-estruturados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo de materiais granulares e nanopartículas magnéticas</li> <li>- Propriedades magnéticas e de transporte de nanoestruturas semicondutoras magnéticas</li> <li>- Investigação das propriedades estruturais, magnéticas e de transporte de superfícies e multicamadas</li> <li>- Estudo de nanoestruturas magnéticas quimicamente preparadas</li> </ul>
Nanossistemas biológicos e orgânicos/inorgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo de materiais multicomponentes de matriz polimérica e desenvolvimento de dispositivos eletroquímicos</li> <li>- Estudo de monocamadas autoconstruídas de ácidos fosfônicos depositados em substratos diversos</li> <li>- Uso de novos atuadores para converter energia elétrica em energia mecânica ou vice-versa</li> <li>- Estudo de filmes finos de polímeros conjugados com a inclusão de nanopartículas metálicas</li> <li>- Desenvolvimento de novas terapias para alguns tipos de câncer e algumas doenças dos sistemas cardiovascular e imunológico, compreensão dos mecanismos neurológicos que causam a epilepsia e desenvolvimento de técnicas experimentais para estudar uma única molécula de DNA e suas interações com proteínas</li> </ul>
Nanoestruturas semicondutoras, supercondutoras e metálicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento e/ou síntese de nanoestruturas (de baixas dimensionalidades)</li> <li>- Fabricação e manuseio de dispositivos e sistemas nanoestruturados por litografia ótica e por feixe de elétrons e por técnicas correlatas</li> <li>- Estudo das propriedades óticas e de transporte de estruturas bi, uni e zero-dimensionais</li> <li>- Caracterização morfológica e estrutural de nanoestruturas e nanodispositivos por microscopia de varredura de sonda (<i>scanning probe</i>), espalhamento de Raios-X superficial, microscopia de varredura e microscopia de transmissão eletrônica</li> <li>- Modelagem teórica de propriedades eletrônicas óticas e estruturais, teoria de transporte eletrônico e efeitos de muitos corpos em nanoestruturas naturais e artificiais</li> </ul>