

Nanotecnologia no Brasil

Fernando Galembeck

Instituto de Química da Unicamp

Instituto do Milênio de Materiais Complexos

Programas nacionais

Estados Unidos, Alemanha, Espanha, França, Reino Unido, Suécia, Irlanda, Israel, Japão, Coreia, China, Taiwan, Índia, Austrália.

Conclusões (parciais):

- **Todos os países** inovadores têm programas em nanotecnologia.
- Recursos são **crescentes**.
- **Envolvimento do maior número possível de participantes:** empresas, instituições acadêmicas e de pesquisa.
- **Características próprias** muito nítidas.
- Fortemente **vinculados às estratégias nacionais de competitividade e desenvolvimento econômico**.
- Alvos de curto, médio e longo prazos associados às **perspectivas de aproveitamento econômico dos resultados**, em cada país.
- **Atração de pesquisadores de outros países.**
 - oferta de emprego, condições excepcionais de pesquisa.

Programas Nacionais

Estados Unidos: NNI- National Nanotechnology Initiative

- **Criada em 2001, embrião em 1996.**
- **A NNI responde ao NSET (Nanoscale Science, Engineering and Technology) do NSTC (National Science Technology Council).**
- Department of Agriculture, Department of Commerce, Department of Defense, Department of Energy, Department of Health and Human Services, Department of Homeland Security (includes Transportation Security Administration), Department of Justice, Department of State, Department of Treasury, Center for Disease Control and Prevention, Environmental Protection Agency, Food and Drug Administration (FDA), Intelligence Community, National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Institutes of Health (NIH), National Institute of Standards and Technology (NIST), National Science Foundation (NSF), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Nuclear Regulatory Commission.

Centros de Competência na Alemanha

- **Filmes ultrafinos funcionais (88 org. participantes)**
- **Nano-optoeletrônica (59)**
- **Funcionalidade via Química (113)**
- **Nanoestruturas laterais (76)**
- **Tratamento de superfícies ultra-preciso (53)**
- **Nanoanalítica (60)**
- **Fraunhofer Inst - Dresden**
- **TU Berlim**
- **Uni Kaiserslautern**
- **Forschungszentrum Karlsruhe**
- **PTB Braunschweig**
- **Uni Hãmburg**

- **CC-NanoChem em 2001:**

- 121 membros
- 73 companhias
- 48 instituições acadêmicas (uni, MPI)
- Produtos tecnológicos: produtos e processos desenvolvidos em 8 projetos coordenados pelo CC-NanoChem.

- *Companhias*
 4base lab GmbH, Reutlingen
 Across Barriers GmbH
 Adam Opel AG
 ADROP GmbH
 Advanced Ferrite Technology (AFT), Backnang
 BASF AG, Ludwigshafen
 Bayer AG Dormagen
 Bayer AG, Krefeld
 Bayer AG, Leverkusen
 Berlin Heart AG
 BioTissue Technologies GmbH
 BioTools
 Blanco GmbH & Co. KG, Oberderdingen
 Bundesdruckerei GmbH
 Capsulation Nanoscience AG, Golm
 CeramTec GmbH, Plochingen
 Chirbase, Universität Tübingen
 Christian Pohl GmbH, Köln
 Poral GmbH
 CREAVIS-Gesellschaft für Technologie und Innovation mbH
 DaimlerChrysler AG
 DaimlerChrysler Aerospace
 Degussa AG, Hanau
 Demmel GmbH & Co, Scheidegg
 Dermatologisches und Pharmakologisches Labor Freiburg
 Docter Optics GmbH
 Dr. Födisch Umwelt-Messtechnik GmbH, Kulkwitz
 Drägerwerk AG, Lübeck
 Duser GmbH, Anhausen
 EADS Deutschland GmbH, München
 ECHAZ microcollections (EMC)
 Endress + Hauser Conducta, Gerlingen
 Flachglas Automotive GmbH
 GAIA-Akkumulatoren-Werke, Nordhausen
 GAMBRO Dialysatoren GmbH & Co.KG, Hechingen

Gesellschaft für Mikroelektronikanwendungen mbH (GEMAC)
 Henkel KGaA, Düsseldorf
 Hewlett-Packard GmbH, Waldbronn
 IL-Metronic Sensortechnik GmbH, Ilmenau
 Jenoptik Mikrotechnik GmbH
 Jeti GmbH, Jena
 Kleindiek Nanotechnik, Reutlingen
 KTB-Tumorforschungs GmbH
 Lehmann & Voss & Co., Hamburg
 Lurgi Umwelt GmbH, F.-E. Schädgasreinigung
 LCI Publisher GmbH
 Merck KGaA, Darmstadt
 Metrohm, Deutsche Metrohm GmbH & Co
 Micro-Hybrid Electronic GmbH
 MoTech GmbH, Reutlingen
 Multi-Channel-Systems (MCS)
 Boven & Möller
 nanogate GmbH
 NanoMonT Gesellschaft für NanoTechnologie GmbH, Luckenwalde
 Netzsch Feinmahltechnik GmbH
 Pagette GmbH, Bottrop
 Pharmbiodyn, Denzlingen
 Prinz Optics GmbH, Stromberg
 Riedel-de-Haën GmbH, Seelze
 Robert Bosch GmbH
 Schweizer Optik, Forchheim
 Siemens AG
 Sonochip Technologie GmbH & Co. KG, Sulzbach
 Süd-Chemie AG, Moosburg
 Team Nanotec GmbH, Villingen-Schwenningen
 Umweltsensortechnik GmbH (UST)

Japão: Redes

- O Nanotechnology Researchers Network Centers of Japan Project foi lançado em 2002 pelo MEXT para fornecer suporte financeiro a pesquisadores japoneses ligados à nanotecnologia, “**extending beyond the boundaries of single research fields and organizations**”. Este projeto é gerenciado e operado pelo NRN Project Center. Ao todo, são **538 laboratórios de pesquisa**, diretamente ligados à nanotecnologia.

Investimentos e atividades de empresas, no Brasil e no mundo (trabalho contratado pelo CGEE)

Estratégia do trabalho de busca

1. Levantamento de patentes sob palavras-chaves relevantes, depositadas no INPI.
2. Identificação das principais empresas depositantes em diferentes palavras-chaves.
3. Levantamento de portfólio de patentes dessas empresas.
4. Identificação de empresas relevantes que não patenteiam no Brasil e levantamento dos seus portfólios.
5. Levantamento de noticiário.

Conclusões parciais

- A nanotecnologia é *pervasiva* e empresas de *todos* os setores industriais estão desenvolvendo produtos nanotecnológicos
 - algumas optam por não identificá-los como tal: Shiseido vs. L'Oréal
- O *crescimento* previsto para alguns mercados é *muito superior* ao crescimento de outros mercados dinâmicos, como o de computadores e telefones celulares.
- As aplicações atuais de nanotecnologia e as que estarão atingindo os mercados nos próximos anos são *evolucionárias*, mais do que revolucionárias, estando concentradas nas áreas de *determinação de propriedades de materiais, produção química, manufatura de precisão e computação*.
- Aplicações *revolucionárias* estão surgindo.

GROWTH

U.S. nanomaterials markets to expand significantly

					ANNUAL GROWTH
\$ MILLIONS	2002	2007	2012	2020	2002-20
Minerals	\$140	\$675	\$2,100	\$11,500	28%
Metals	45	150	500	3,000	26
Polymers & chemicals	5	175	1,400	15,500	56
New materials ^a	10	100	500	5,000	41
TOTAL	\$200	\$1,100	\$4,500	\$35,000	33%

^a Includes carbon nanotubes. **SOURCE:** Freedonia Group

Termo	Nº de patentes	Termo	Nº de patentes
Bionanotecnologia/ nanobiotecnologia	0	Nanogota (s)	0
Escala nano	3	Nanogrão	0
Fulerenos	8	Nanogrupos (s)	1
Ilhas quânticas	0	Nanohíbrido (s)	0
Nanoalimento	1	Nanoindentação	0
Nanoargila	1	Nanolitografia	0
Nanobastão	0	Nanomaterial (ais)	0
Nanobiologia	0	Nanomedicina	0
Nanocápsula (s)	7	Nanométrica (o) (s)	7
Nanocatalisador (es)	0	Nanômetro (s)	13
Nanociência	0	Nanometrologia	0
Nanocomposição	1	Nanomicrons	1
Nanocompósita (s)	6	Nanomodelo	0
Nanocompósito (s)	25	Nanopadrão	0
Nanocompostos	9	Nanopartícula (s)	38
Nanocristalino (a)/nanocristal (ais)	19	Nanoparticulado (s)	1
Nano-dimensionada (s)	2	Nanopeneira (s)	0
Nanodispersão (s)	2	Nanopeptídio	1
Nanodispositivo (s)	1	Nanopigmento (s)	9
Nanodrogas	0	Nanoporoso/nanoporosidade	1
Nanoeletrodo (s)	1	Nano-pó (s)	1
Nanoemulsão (s)	9	Nanorede (s)	0
Nanoeletrônicos/nanoeletrônica	0	Nano-sistema (s)	1
Nanoengenharia	0	Nanosol	1
Nanoescala	7	Nanotamanho	0
Nanoesfera (s)	3	Nanotecnologia	3
Nanoestrutura (s)	5	Nanotribologia	0
Nanoestruturado (a) (s)	4	Nanotubos de carbono	4
Nanoestruturação	1	Nanotubos	8
Nanofabricação	0	Pó nanoescalar	1
Nanofase	1	Pontos quânticos/fios quânticos	2
Nanofibra (s)	5	Quantum dot (s)	0
Nanofibrila (s)	5	Quasicristalinas	1
Nanofiltração/nanofiltragem	17	Sistema nanoeletromecânico	0
Nanofiltro (s)	0	Tamanho nano/ nanométrico	2
Nanofita (s)	0	Spintrônica	0
Nanofotônico	0		
Nanogel	2	Total	231

Palavras-chaves
recuperadas do
INPI
Entrada: “nano”

Patentes no Brasil, em junho de 2004:

**Número total de patentes recuperadas:
231**

19 de inventores brasileiros

11 de instituições públicas

3 de empresas

5 de pessoas físicas

Os termos com maior incidência incluindo todos os depositantes (nacionais e estrangeiros) são: nanopartículas, nanocompósitos/nanocompósita, nanocristalino/nanocristal , nanofiltração/nanofiltragem e nanômetro.

Maiores depositantes no Brasil em nanotecnologia

L'Oreal : 19 patentes (nanopigmentos [9], nanoemulsões [8] e nanocápsulas [2])

Procter & Gamble: 11 patentes (nanocristalino [4], nanopartículas [3], nanofiltração [1], nanometro [1], nanoporoso [1] e tamanho nano [1]).

Rhodia Chimie com 9 patentes (nanofibrilas [5], nanopartículas [2], nanométrico [1], nanofibras [1]).

Dow Chemical com 7 patentes (nanocompósitos [2], nanofiltração [1], pó nanoescalar [1], nanocompostos [3]).

Bayer AG com 6 patentes (nanopartículas [2], nanométricas [1], nanoescala [1], nanoestruturado [1], escala nano [1]).

Rohm and Haas com 5 patentes (nanocompósitos [4] e nanômetros [1]).

Eastman Chemical e Solutia com 4 patentes, todas em nanocompósitos.

Padrão de patenteamento no Brasil

- Predominam:
 - Procter and Gamble, Dow Chemical, L'Oreal e Rohm & Haas
 - Pouca participação de Farma
- Não participam:
 - Hewlett-Packard, IBM, Motorola, Siemens, Samsung, Matsushita
- Indústria química brasileira:
 - 59US\$B/ano
 - Grandes empresas
 - Tecnologias competitivas
 - Empregos para doutores
- Indústria de semi-condutores:
 - 3 companhias
 - <1US\$B/ano

*COMO AS EMPRESAS
LÍDERES EM
PATENTEAMENTO NO BRASIL
ESTÃO POSICIONADAS, NO
MUNDO?*

Número de patentes recuperadas em sites de busca de patentes (European Patent Office e United States Patent and Trademark Office).

Empresa	Total em todos os países, segundo a base do European Patent Office	USPTO
Bayer AG [1]	>100.000	319
Procter & Gamble	74.242	6.609
Dow Chemical	52.056	7.661
L'Oreal	29.195	2.987
Rohm & Haas	21.003	1.955
Eastman Chemical	5.101	919
Rhodia Chimie	1022 [2]	248
Solutia [3]	514	91
Total	283.133	20.789

[\[1\]](#) A Bayer AG (Alemanha) foi o último grande grupo químico alemão a passar por um processo de divisão e realinhamento estratégico.

[\[2\]](#) Patentes recuperadas no site Derwent Innovations Index., pois no European Patent Office foram recuperadas apenas 83 patentes.

[\[3\]](#) A depositante no Brasil é a Solutia Inc. (Estados Unidos) e a busca nas bases EPO e USPTO foi feita apenas para esta empresa. Portanto, patentes de outras empresas associadas não estão representadas.

NGEN Partners

(Venture Capital, US\$70M)

PARTNER COMPANIES

Air Products
BASF
Bayer
BHP Billiton
Boeing
Canon
CDP Capital
DSM
DuPont
Henkel
Honda
Schott Group
Unilever

PORTFOLIO COMPANIES

Agile Materials
& Technologies
Catalytic
Solutions
InMat
Konarka
Technologies
Nanosphere
Optiva
Oxonica
Pionetics
Powerspan
psiloQuest
Sensicore

- Áreas:
 - Polímeros e orgânicos, inclusive revestimentos ativos e biochips
 - Cerâmicas, displays e eletrônica (mat. ópticos, eletrônicos e magnéticos)
 - Energia e ambiente, catalisadores e sensores
 - Infra-estrutura e telecom: fotônica, informática, *high-throughput experimentation*, sistemas de manufatura
 - Nanotecnologia: eletrônica molecular, liberação de drogas, revestimentos e cosméticos

FARMA

- Poucas incidências de grandes empresas internacionais, no Brasil
 - As palavras-chave “nano” são pouco usadas.
- Muitas oportunidades para produtores nacionais

(F. Galembeck e M.M.Rippel, Parcerias Estratégicas, 2004)

THE RIGHT STUFF

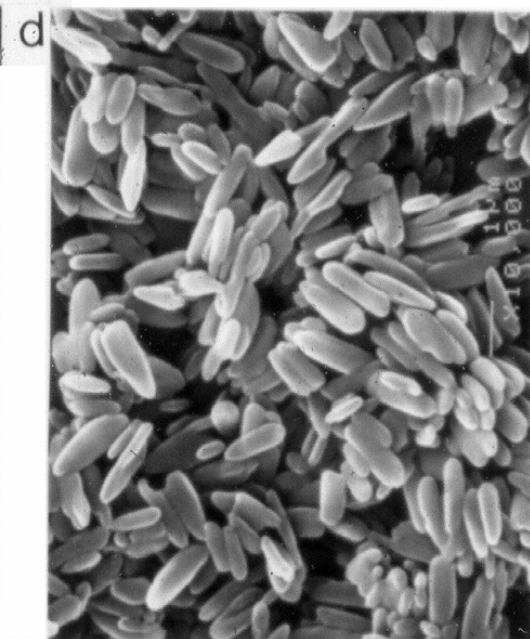
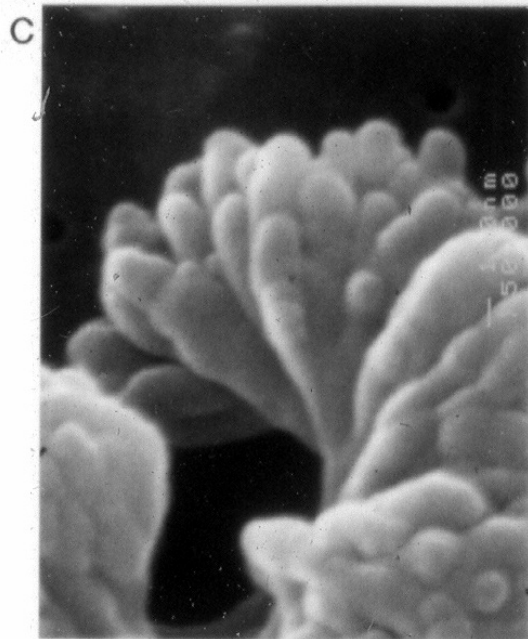
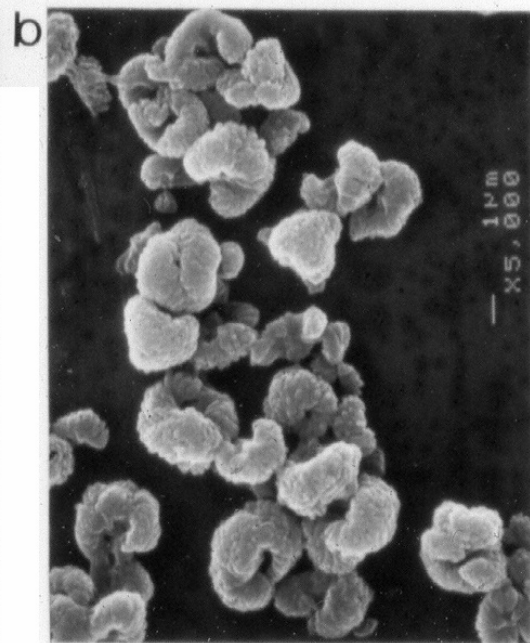
From research and development to the clinic,
getting drug crystals right is full of pitfalls

A. MAUREEN ROUHI, C & EN WASHINGTON

Chemical & Engineering News

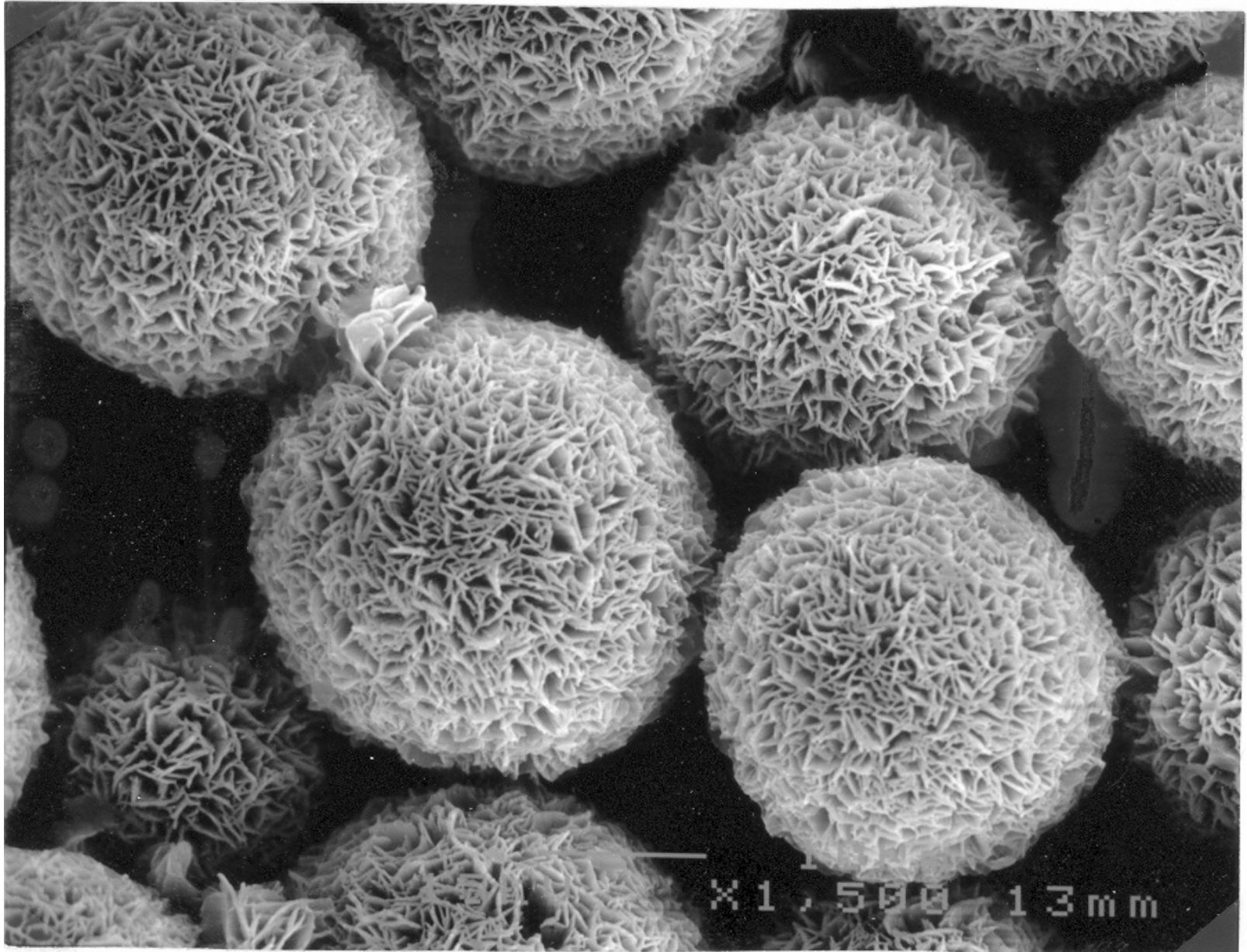
Vol. 81, No 8, pp 32 – 35

February 24, 2003

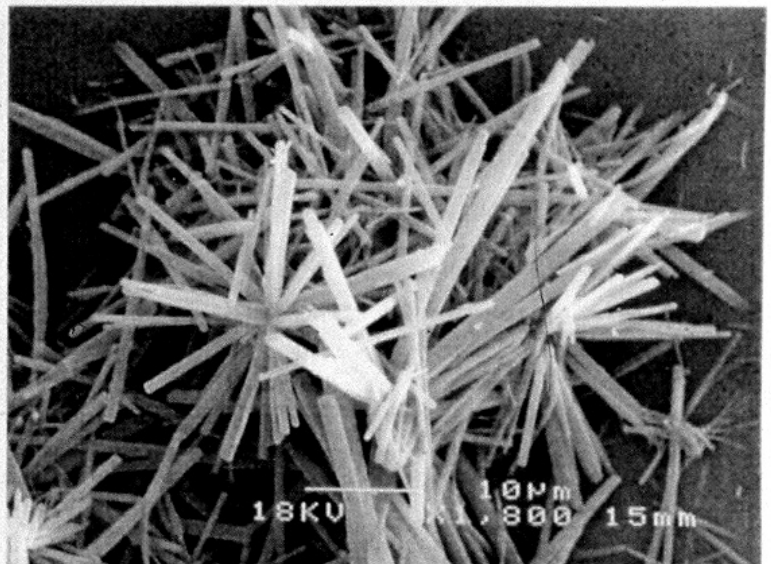
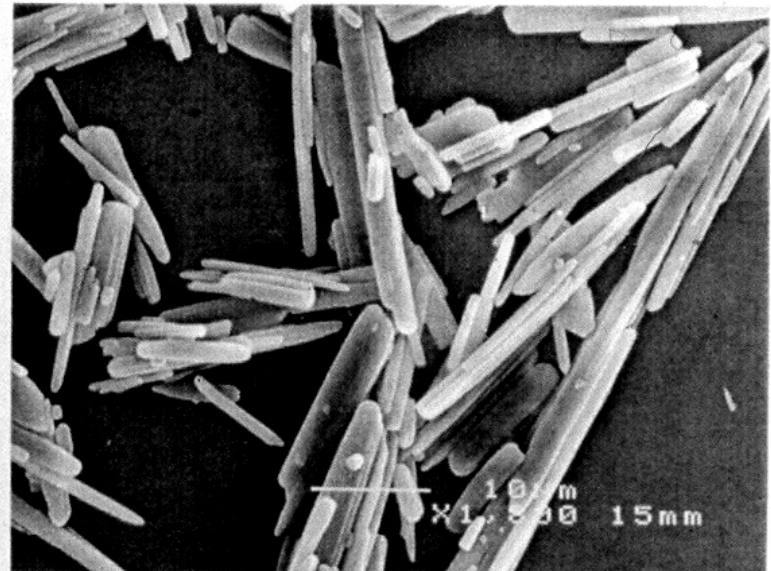
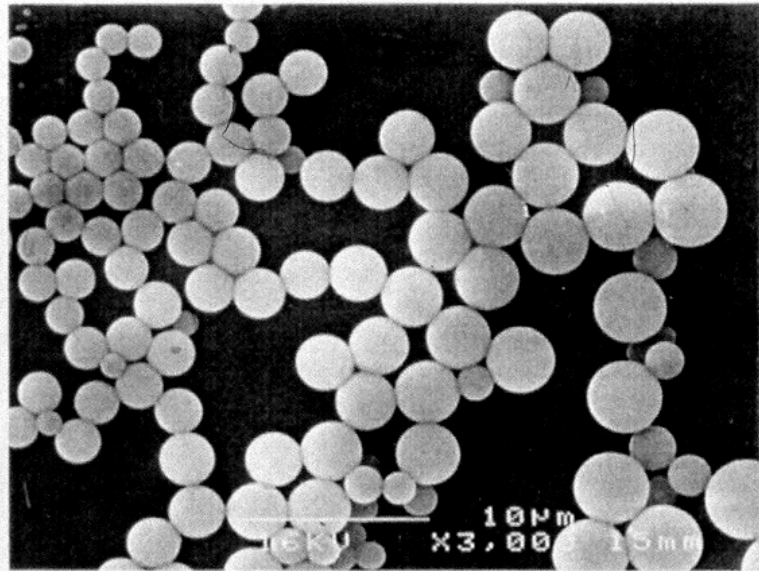


NAPROXEN

Ba - NAPROXENATE



LORATADINE



Qual é o resultado econômico?

- Exemplo: uma nova técnica de *moagem* produz alguns fármacos nanoparticulados, cuja absorção é muito rápida.
- Em um produto específico, foi obtida uma redução de 75% na *quantidade* de princípio ativo.
- Portanto, mesmo no caso de medicamentos *genéricos* a Nanotecnologia pode produzir grandes diferenciais de competitividade.

Existe uma nanotecnologia da madeira, da argila, do minério de ferro e do álcool?

- Sim. Por exemplo: como se faz madeira auto-limpante, não-molhável e resistente ao ataque de fungos?
 - Resposta: com uma camada de material hidrofóbico nano-rugoso e quimicamente estável:



Madeira comum



Madeira nanotecnológica

Um antecedente

- **PADCT: Sub-programa de Química e Engenharia Química.**
- **1984-presente, equivalente a ca. US\$ 0,6 bilhão.**
- **Programa descentralizado (vs. *CBPQ*).**
- **Baseado no fomento competitivo dos participantes qualificados.**
- **Resultados**
 - **O maior crescimento de produção científica no Brasil (7x, 1981-1998)**
 - **O setor químico brasileiro prospera, depois de superar a abertura econômica**
 - **US\$59 Bilhões/ano (Abiquim, 2004)**
 - **gera tecnologias próprias**
 - **grandes empresas de capital nacional**
 - **empregos para doutores!**

No Brasil, sabemos fazer programas

- **PADCT**: Todas as áreas verticais trataram de áreas em que hoje o Brasil tem *grandes empresas de capital nacional, geradoras de tecnologia e competitivas - ou líderes - globalmente.*
- **Proálcool**: O Brasil é o *único* país do mundo que hoje produz combustível de biomassa a preço competitivo com o do petróleo.
- *A primeira nação industrial pós-petróleo?*

...mas precisamos aprender com os
erros

- No PADCT: o fracasso da CODETEC causou um grande prejuízo à P&D&I de especialidades químicas.
- A reserva de mercado de micro-informática trouxe benefícios e muitos problemas: más estratégias + escala + ganância + desatenção à importância crescente do *software*.

Que Nanotecnologia nós precisamos desenvolver?

- Que apoie atividades nas quais o Brasil tem (ou pode ter) competitividade ou supremacia.
 - O Brasil é hoje o único país no mundo que produz combustível de fontes renováveis, a preço vantajoso face ao do petróleo.
 - 30 anos de esforço intensivo em ciência, tecnologia e empresa.
- Satisfação de necessidades locais que não são atendidas por supridores internacionais de tecnologia.
 - Doenças localmente importantes, habitação, transporte, suprimento de água, tratamento de efluentes e de resíduos adequados ao ambiente tropical.
- Que torne o país competitivo em áreas na qual hoje somos dependentes (fármacos, eletrônica...)