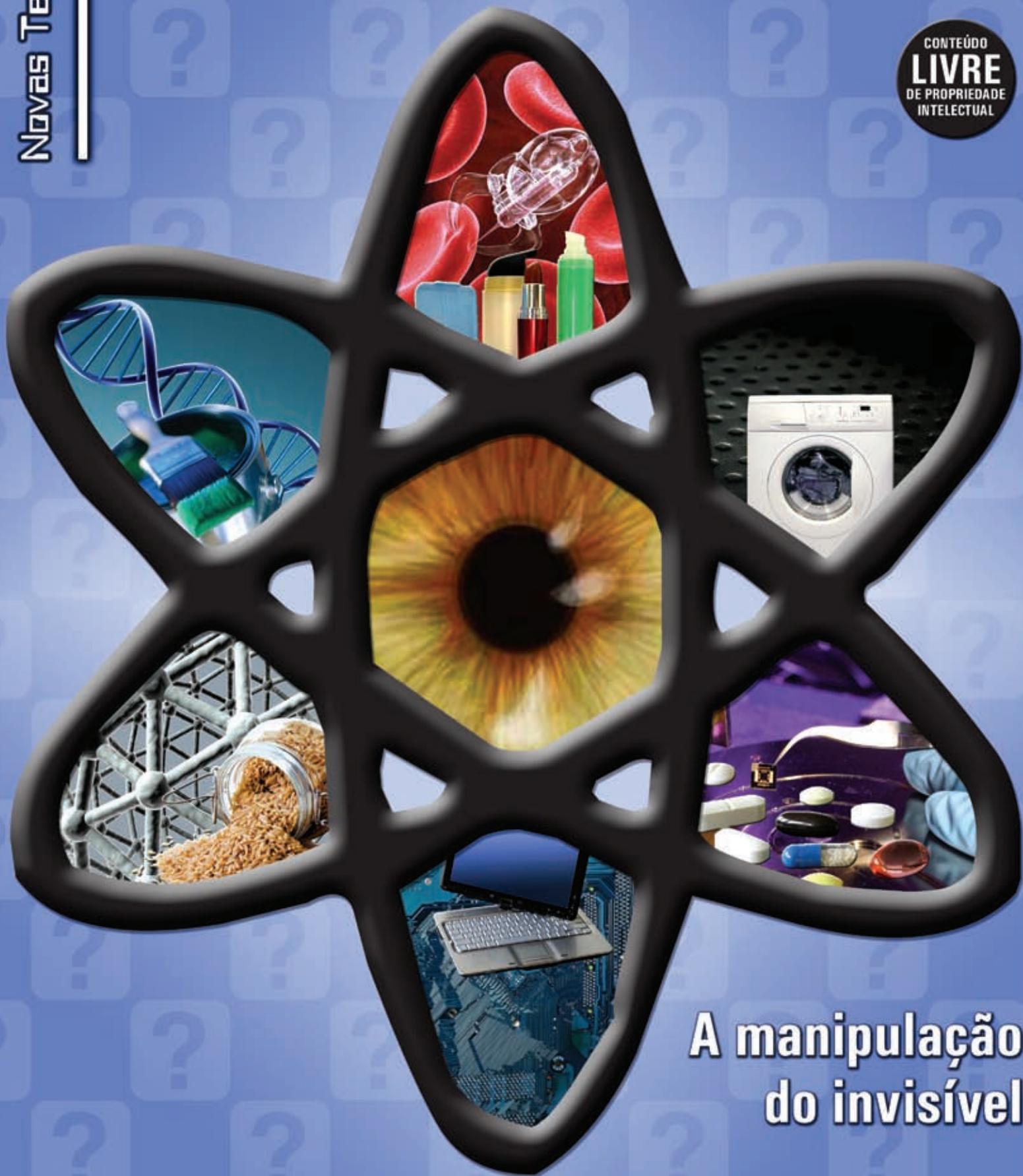


Novas Tecnologias

NANOTECNOLOGIA

CONTEÚDO
LIVRE
DE PROPRIEDADE
INTELLECTUAL



A manipulação
do invisível

Apresentação

O Centro Ecológico, com apoio e colaboração de entidades parceiras, está produzindo uma série de seis publicações relacionadas às novas tecnologias. Nanotecnologia – a manipulação do invisível é o primeiro desses materiais. Os outros temas da série são: controle corporativo e o assalto aos bens comuns; biologia sintética; mudança climática e biotecnologia; mudança climática e geoengenharia; e, por fim, genômica e biopirataria.

O objetivo é disponibilizar informações sobre o desenvolvimento técnico e comercial das novas tecnologias e seus impactos na agricultura, na alimentação e na saúde, bem como as consequências sociais, ambientais e econômicas de suas possíveis utilizações.

Acreditamos que, democratizando o acesso a esse tipo de conhecimento, estamos estimulando o debate público sobre as novas tecnologias e sobre as perspectivas de implementação de uso pelas grandes corporações transnacionais, assim como sobre os meios e formas de regulamentação dessas tecnologias no País.

Primavera de 2009

Produção:

Centro Ecológico

Promoção:

ASA Brasil

Rede Ecológica de Agroecologia

Apoio:

Fundação Heinrich Böll

Organização:

Maria José Guazzelli

Julian Perez

Design e diagramação:

Amanda Borghetti

Impressão:

CV Artes Gráficas Ltda.

© Copyleft. É permitida a reprodução total ou parcial dos textos aqui reunidos, desde que seja citado(a) o(a) autor(a) e que se inclua a referência ao artigo original.

Conteúdo

Nanotecnologia - A manipulação do invisível

| | |
|--|----|
| Introdução | 1 |
| 1. O que é a nanotecnologia | 2 |
| Qual a importância da nanotecnologia? | 2 |
| 2. Por que é importante conhecer esse assunto? | 6 |
| Quem investe em nanotecnologia? | 6 |
| Quem tem o controle e a propriedade da nanotecnologia | 7 |
| O que está por trás do desenvolvimento das novas tecnologias? | 8 |
| O que está sendo produzido hoje com nanotecnologia? | 12 |
| O que se promete com a nanotecnologia? | 12 |
| O verdadeiro poder da nanociência - a convergência das novas tecnologias | 13 |
| 3. Quais os possíveis impactos da nanotecnologia? | 15 |
| Nanotecnologia e os direitos individuais | 17 |
| Potenciais impactos sociais da nanotecnologia | 18 |
| Riscos potenciais sobre a saúde humana e o meio ambiente | 19 |
| Regulamentação | 25 |
| 4. Aplicações das nanotecnologias na cadeia alimentar - agricultura e alimentos | 27 |
| A nanotecnologia no campo | 28 |
| A nanotecnologia entra nos alimentos | 30 |
| 5. Aplicações da nanotecnologia em cosméticos | 36 |
| 6. O que se pode fazer em relação à nanotecnologia? | 39 |

A grande maioria das informações apresentadas neste texto são adaptações ou transcrições parciais dos seguintes documentos:

— Grupo ETC. *The Strategy for Converging Technologies: The Little BANG Theory*. Communiqué # 78. 2003. <http://www.etcgroup.org/upload/publication/169/01/combang2003.pdf>

— Grupo ETC. *Nanotecnologia – os riscos da tecnologia do futuro*, L&PM Editores, 198p. 2005.

— Grupo ETC. *¿De quién es la naturaleza?* 2008. http://www.etcgroup.org/es/materiales/publicaciones.html?pub_id=709

— Grupo ETC. *ONGs frustradas ante las conclusiones sobre nanotecnología de la Conferencia Internacional sobre Manejo de Químicos* http://www.etcgroup.org/es/materiales/publicaciones.html?pub_id=750

— Grupo ETC. *Nanogeopolitics 2009: The Second Survey*. (a ser publicado em breve).

— FOE Australia, FOE Europe e FOE United States, com apoio de FOE Germany. *Out of the laboratory and on to our plates – nanotechnology in Food & Agriculture*. 2008. <http://nano.foe.org.au/filestore2/download/228/Nanotechnology%20in%20food%20and%20agriculture%20-%20text%20only%20version.pdf>

— FOE Australia (Dr. Rye Senjen), FOE United States (Ian Illuminato) e Health Care Without Harm. *Nano & Biocidal Silver - Extreme Germ Killer Presents Growing Threat to Public Health*. 2009. http://www.foe.org/sites/default/files/Nano-silverReport_US.pdf

— The Project on Emerging Nanotechnologies. *Nanotechnology Inventories*. <http://www.nanotechproject.org/inventories/>

— IPEN e EEB. *Nanotechnology and the environment: A mismatch between claim and reality*. 2009.

— <http://www.chemicalwatch.com/downloads/FINAL%20-%20OECD%20NGO%20environmental%20Brief%20130709.pdf>

Outras informações, especialmente sobre a situação no Brasil, foram coletadas basicamente na internet. As informações sobre se um produto realmente é nanotecnológico estão sujeitas a falhas. Como não há rotulagem obrigatória, nem sempre as empresas são claras em dizer o que seus produtos contêm. Há produtos que não são nanotecnológicos e que as empresas, por propaganda, dizem que são. Há outros que são e as empresas, por cautela, não dizem.



Nanotecnologia:

A manipulação do invisível

Introdução

Os entusiastas dizem que a nanotecnologia é a coisa mais importante que aconteceu na Terra desde a Revolução Industrial. Que, átomo a átomo, molécula a molécula, ela possibilitará re-fazer o mundo criado pelo ser humano, desencadeando uma onda de inovações em tudo.

Em 2007, em muitos países, especialmente do Norte, 1.300 empresas, de 76 setores, com investimentos de US\$ 14 bilhões, realizavam pesquisas nas áreas de eletrônica, engenharia, máquinas, vestuário, defesa, veículos, agricultura, alimentação, nutrição, medicina, odontologia, cosméticos, entre outros, utilizando a nanotecnologia como base para o desenvolvimento de seus produtos.

Quando o Governo Federal lançou o primeiro edital na área da Nanociência e Nanotecnologia, em 2001, a nanotecnologia começou a tomar uma forma mais institucionalizada no Brasil. Em 1999, algumas empresas depositavam os primeiros pedidos de patentes de produtos nanotecnológicos no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

O número e a variedade de patentes depositadas no INPI (em 2005, já eram mais de 140 e, de lá para cá, aumentaram significativamente), mais a importação de produtos nanotecnológicos, permitem afirmar que a presença dessas moléculas invisíveis é bem significativa no nosso dia a dia.

Em geral, se ouve falar muito das coisas positivas da nanotecnologia. Mas há uma série de questões relacionadas a ela para as quais ainda não existem respostas. E, o tanto que se conhece até hoje, ainda é insuficiente para se conseguir avaliar integralmente suas consequências. As nanopartículas são diferentes da grande maioria dos outros riscos provocados pela industrialização, já que podem se tornar parte de sistemas biológicos (por exemplo, o corpo humano), ultrapassando barreiras que são capazes de segurar partículas maiores. Que impacto as partículas nanoestruturadas podem ter na saúde e no meio ambiente? E no campo social, as inovações vão servir para a sociedade como um todo ou irão aumentar ainda mais as diferenças?

Com ausência total de regulamentação no Brasil, assim como no resto do mundo, os investimentos públicos e privados são utilizados basicamente para acelerar a pesquisa e o desenvolvimento de novos processos e aplicações. Da mesma maneira que ocorre com os transgênicos, muito se fala de competitividade e de que o País não pode ficar para trás. Mas pouquíssima atenção e quase nenhum recurso são destinados a uma avaliação séria dos impactos da nanotecnologia. E a participação da sociedade no processo é praticamente nula, até por desconhecimento sobre o tema.

Obviamente este material não tem a pretensão de esgotar o assunto. Procuramos trazer informações que possam dar uma idéia geral da situação atual e futura, assim como algumas possibilidades do que fazer enquanto indivíduos e sociedade.

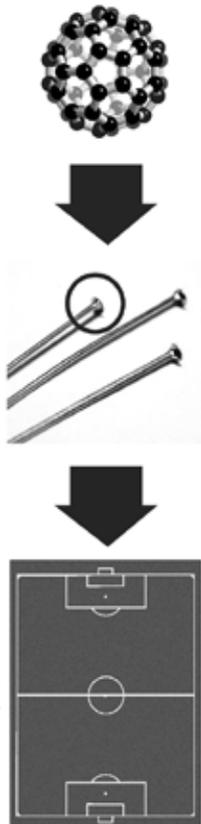
1. O que é a nanotecnologia

A chamada nanotecnologia é um termo abrangente que engloba muitas áreas de pesquisa e de manipulação de objetos medidos em nanômetros. É, na verdade, um conjunto de conhecimentos e de tecnologias – as nanotecnologias. Também são chamadas de tecnologias em nanoescala.

A NANOPARTÍCULA é
para uma **BOLA** de futebol
assim como a **BOLA** é para a **TERRA**



A NANOPARTÍCULA é
para uma **CABEÇA DE ALFINETE**
assim como a **CABEÇA DE ALFINETE** é
para **10 CAMPOS DE FUTEBOL**



O que quer dizer a palavra nano?

Nano quer dizer anão. É a mesma origem da palavra nanico. Então, nanotecnologia refere-se a coisas extremamente pequenas, invisíveis ao olho nu e a quaisquer outros instrumentos, exceto aparelhos muito poderosos. É uma palavra relativamente nova, desconhecida da grande maioria da população.

A palavra nanotecnologia refere-se a uma medida, a um tamanho. Não é um objeto. É diferente da biotecnologia, por exemplo, que se refere à manipulação de seres vivos.

Um nanômetro (**nm**) é uma bilionésima parte de um metro, ou uma milionésima parte de um milímetro.

Para se ter uma idéia do que é 1 nm, ou 1 bilionésima parte de 1 metro, ou 1 milionésima parte de 1 milímetro:

- ✱ A espessura (diâmetro) de um fio de cabelo é de cerca de 80.000 a 100.000 nanômetros
- ✱ Bactérias têm tamanho de alguns mil nanômetros
- ✱ Um glóbulo vermelho do sangue tem cerca de 5.000 a 7.000 nm
- ✱ Os vírus – os menores seres vivos – têm diâmetros que vão de várias dezenas até uns 200 nm
- ✱ Uma molécula de DNA (que carrega o código genético) tem cerca de 2 nm de largura
- ✱ 10 átomos de hidrogênio, um ao lado do outro, tem tamanho de 1 nm

Qual a importância da nanotecnologia?

A nanotecnologia manipula átomos e moléculas para realizar processos, construir coisas ou construir seres vivos. Ela funciona re-arranjando a matéria na escala de átomos, que são a forma estrutural mais elementar de qualquer coisa ou de qualquer ser vivo.

A “matéria-prima” usada pela nanotecnologia são os elementos químicos da Tabela Periódica – os blocos básicos de construção de **tudo quanto existe** - tanto animado (que tem vida) quanto inanimado (não vivo).

Tabela Periódica

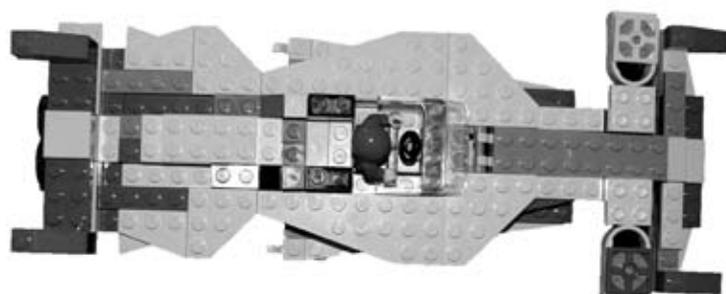
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|---------------|----------------|---------------|-------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------|-----------------|
| H Hidrogênio | | | | | | | | | | | | | | | | | He Hélio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li Lítio | Be Berílio | | | | | | | | | | | B Boro | C Carbono | N Nitrogênio | O Oxigênio | F Fluor | Ne Neônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na Sódio | Mg Magnésio | | | | | | | | | | | Al Alumínio | Si Silício | P Fósforo | S Enxofre | Cl Cloro | Ar Argônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K Potássio | Ca Cálcio | Sc Escândio | Ti Titânio | V Vanádio | Cr Cromo | Mn Manganês | Fe Ferro | Co Cobalto | Ni Níquel | Cu Cobre | Zn Zinco | Ga Gálio | Ge Germânio | As Arsênio | Se Selênio | Br Bromo | Kr Criptônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rb Rubídio | Sr Estrôncio | Y Ítrio | Zr Zircônio | Nb Níbio | Mo Molibdênio | Tc Tecnécio | Ru Rutênio | Rh Ródio | Pd Paládio | Ag Prata | Cd Cádmio | In Índio | Sn Estanho | Sb Antimônio | Te Telúrio | I Iodo | Xe Xenônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cs Césio | Ba Bário | Lantanídeos | Hf Háfnio | Ta Tântalo | W Tungstênio | Re Rênio | Os Ósmio | Ir Íridio | Pt Platina | Au Ouro | Hg Mercúrio | Tl Tálio | Pb Chumbo | Bi Bismuto | Po Polônio | At Astató | Rn Radônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fr Frâncio | Ra Rádio | Actinídeos | Rf Rutherfordio | Ha Dúrbio | Sg Seabórgio | Bh Bório | Hs Hássio | Mt Meitnério | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>La Lantânio</td> <td>Ce Cério</td> <td>Pr Praseodímio</td> <td>Nd Neodímio</td> <td>Pm Promécio</td> <td>Sm Samário</td> <td>Eu Európio</td> <td>Gd Gadolínio</td> <td>Tb Térbio</td> <td>Dy Disprósio</td> <td>Ho Hólmio</td> <td>Er Érbio</td> <td>Tm Túlio</td> <td>Yb Ítérbio</td> <td>Lu Lutécio</td> </tr> <tr> <td>Ac Actínio</td> <td>Th Tório</td> <td>Pa Protactínio</td> <td>U Urânio</td> <td>Np Netúrio</td> <td>Pu Plutônio</td> <td>Am Americó</td> <td>Cm Cúrio</td> <td>Bk Berquéllo</td> <td>Cf Califórmio</td> <td>Es Einsténio</td> <td>Fm Férmio</td> <td>Md Mendeléevic</td> <td>No Nobélio</td> <td>Lr Lauréncio</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | La Lantânio | Ce Cério | Pr Praseodímio | Nd Neodímio | Pm Promécio | Sm Samário | Eu Európio | Gd Gadolínio | Tb Térbio | Dy Disprósio | Ho Hólmio | Er Érbio | Tm Túlio | Yb Ítérbio | Lu Lutécio | Ac Actínio | Th Tório | Pa Protactínio | U Urânio | Np Netúrio | Pu Plutônio | Am Americó | Cm Cúrio | Bk Berquéllo | Cf Califórmio | Es Einsténio | Fm Férmio | Md Mendeléevic | No Nobélio | Lr Lauréncio |
| La Lantânio | Ce Cério | Pr Praseodímio | Nd Neodímio | Pm Promécio | Sm Samário | Eu Európio | Gd Gadolínio | Tb Térbio | Dy Disprósio | Ho Hólmio | Er Érbio | Tm Túlio | Yb Ítérbio | Lu Lutécio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ac Actínio | Th Tório | Pa Protactínio | U Urânio | Np Netúrio | Pu Plutônio | Am Americó | Cm Cúrio | Bk Berquéllo | Cf Califórmio | Es Einsténio | Fm Férmio | Md Mendeléevic | No Nobélio | Lr Lauréncio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

O que são átomos e moléculas?

Toda a matéria que existe no universo é feita de átomos, tanto a matéria viva quanto a não viva— as pessoas, animais, plantas, rochas, minerais, etc. O átomo é a menor partícula que ainda caracteriza um elemento químico. Cada elemento tem seu tipo especial de átomos - o elemento químico ferro tem átomos de ferro; o elemento carbono tem átomos de carbono.

Átomos são tão pequenos que se pode colocar uns 60 milhões deles em uma cabeça de alfinete.

Quando os átomos se juntam, formam as moléculas. Por exemplo,



uma molécula de água é formada de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (H₂O).

O tamanho do átomo varia conforme o elemento químico. O tamanho das moléculas depende do número de átomos e da maneira como esses átomos se ligam entre si.

Podemos comparar os átomos às peças do jogo Lego. As mesmas diferentes peças combinadas entre si formam coisas distintas.

Tudo o que existe no mundo (ou seja, o mundo todo) funciona na escala nano. E nesta escala, qualquer pequena diferença na combinação dos átomos gera propriedades ou características completamente distintas.

Um exemplo claro disso é o elemento carbono: ele existe no corpo humano, nas plantas, nos animais e em todos os lugares do planeta Terra. O carbono encontrado na natureza pode, por exemplo, ser o carvão vegetal, ou o grafite dos lápis de escrever, ou o diamante. Bem diferentes uns dos outros na sua dureza devido às distintas formas com que os átomos estão ligados entre si.

Seguramente influenciados pelas indústrias, os governos têm definido a nanotecnologia como o estudo e a manipulação da matéria numa escala que vai de 1 a 100 nanômetros, pois seria nessa faixa que ocorreriam as mudanças que interessam. Essa é uma definição que está sendo bastante questionada por pesquisas recentes, que mostram que tamanhos maiores (até 200-300 nm) também podem ter suas propriedades alteradas.

Então, a nanotecnologia não é apenas a busca de se conseguir usar partículas ou materiais em um tamanho infinitamente menor do que o convencional. Como as leis que governam esse mundo invisível são distintas das leis do mundo micro e macroscópico, os materiais fabricados ou construídos em nanoescala têm propriedades únicas e se comportam de forma diferente da matéria convencional. Isso se deve aos “efeitos quânticos”.



Carvão vegetal



Lápis (grafite)



Diamante

O que são efeitos quânticos?

As drásticas e surpreendentes mudanças nas propriedades dos materiais em nanoescala são a chave para entender o poder e o potencial únicos da nanotecnologia. Essas mudanças são chamadas de “efeitos quânticos”.

Sem alterar a substância, só reduzindo o tamanho dos materiais, eles podem ter novas propriedades, como condutividade elétrica, elasticidade, maior resistência, cor diferente e maior reatividade - características diferentes das que essas mesmas substâncias têm em escala micro ou macro.

Por exemplo:

- ✱ o **carbono** na forma de grafite é macio e maleável. Diminuído à nanoescala, pode ser mais resistente e seis vezes mais leve do que o aço.
- ✱ o **óxido de zinco** é branco e opaco. Em nanoescala torna-se transparente.
- ✱ o **alumínio** – o mesmo das latas de refrigerante – em nanoescala pode pegar fogo espontaneamente e poderia ser utilizado como combustível para foguetes.
- ✱ a **platina** é inerte – em escala nano torna-se um potente catalisador que acelera a velocidade das reações químicas.

Todos os produtos manufaturados ou fabricados obviamente são constituídos de átomos. Mas as nanotecnologias conseguem criar novos materiais sintéticos ou modificar os existentes a partir dos átomos ou moléculas. Qualquer estrutura pode ter seu tamanho reduzido. E as ferramentas e processos nanotecnológicos podem ser aplicados em praticamente qualquer produto fabricado, em toda a amplitude do setor industrial.

Os novos materiais produzidos não necessariamente possuem tamanho nanométrico mas têm em sua composição estruturas nanométricas que geram novas propriedades e novas aplicações. Estima-se que existam no mercado mais de 800 linhas de produtos para aplicações industriais, traduzidos em milhões de produtos finais em circulação, que usamos ou consumimos no nosso dia a dia.

Alguns exemplos de possíveis aplicações:

- ✿ **cálcio** - o mesmo material de um giz quebradiço, pode gerar uma raquete de tênis leve e sólida
- ✿ **carbono** - bicicleta de material com nanotubos pode ser muito resistente e pesar cerca de 2 kg
- ✿ **fio de faca de cozinha** - com um corte nanométrico é superafiada "para sempre"
- ✿ **plástico** que não risca por ter nanopartículas integradas nele
- ✿ **vidros** que se tornam autolimpantes (a poeira não gruda)
- ✿ **embalagem** para alimentos que "avisa" se a comida estiver estragada
- ✿ **zinco** auxilia na proteção contra radiação ultravioleta em vernizes para móveis

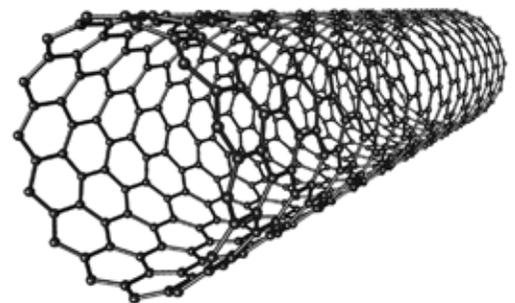
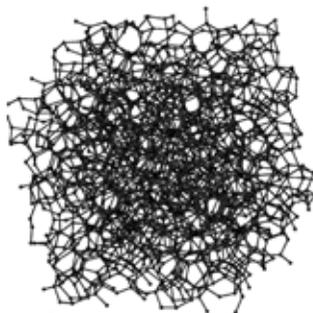
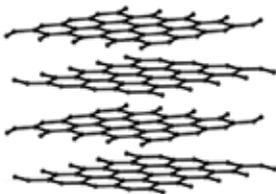
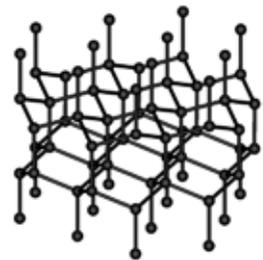
Exemplos de estruturas em nanoescala, criadas através de nanotecnologia:

- ✿ fulerenos (buckyball, nanotubos de carbono, nanobolas, nanofios, nanocristais)
- ✿ dendrímeros
- ✿ pontos quânticos
- ✿ nanofilmes
- ✿ ultrafinas
- ✿ lipossomas
- ✿ nanoemulsões

As estruturas e nanopartículas são feitas, por exemplo, de:

- ✿ óxido de zinco
- ✿ óxido de alumínio
- ✿ dióxido de titânio
- ✿ nanop prata

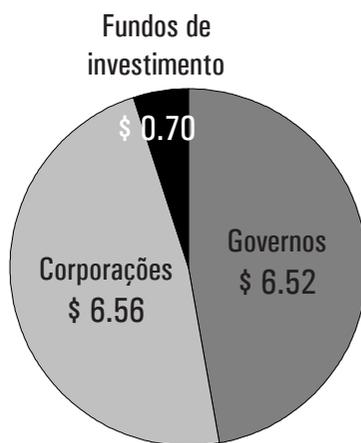
Essas tecnologias tornam possível criar estruturas funcionais inimagináveis de serem feitas usando-se tecnologia convencional. E a promessa é de novos produtos e de soluções para problemas em incontáveis áreas, como por exemplo na informática, na medicina, na engenharia ambiental, na agricultura, nos alimentos, nos cosméticos, etc.



2. Por que é importante conhecer esse assunto?

A indústria da nanotecnologia apresenta-se como uma solução limpa e “verde”, para resolver todos os componentes da crise atual: a crise de alimentos, de energia, de finanças e o aquecimento global. Ela assegura que os elevados investimentos necessários para desenvolver e fabricar produtos nanotecnológicos darão bom retorno porque vai se economizar energia e diminuir os impactos da mudança climática. Mas estudos já mostram que ela não é nem limpa, nem verde.

**INVESTIMENTOS
EM NANOTECNOLOGIA
POR CORPORAÇÕES E GOVERNOS
EM 2007:
\$ 13,8 BILHÕES DE DÓLARES**



* em bilhões de dólares

As pesquisas e aplicações da nanotecnologia estão num ritmo muitíssimo mais acelerado do que o conhecimento que se tem a respeito dela. E uma vez que estes nanomateriais são liberados no ambiente é praticamente impossível conseguir controlá-los.

A nanotecnologia é considerada o motor propulsor da próxima revolução industrial e tem um potencial imenso de transformar profundamente as relações sociais, econômicas e políticas, bem como as relações das pessoas com o meio ambiente.

Com o tempo, a nanotecnologia deve atingir todos os setores de produção, com consequências imprevisíveis. Talvez numa sociedade justa pudesse trazer benefícios úteis ao ambiente ou à parcela menos favorecida da população. Mas, numa realidade em que a ciência é cada vez mais privatizada e a concentração das corporações é sem precedentes, a nanotecnologia pode mesmo é contribuir para restringir a democracia, os direitos individuais e a soberania dos povos.

A nanotecnologia é um grande negócio – oferece novas oportunidades para as corporações terem o monopólio do controle sobre os blocos de construção da natureza - os elementos básicos da Tabela Periódica. Tem havido uma corrida por patentes de produtos e de processos em nanoescala, que pode concentrar ainda mais o poder econômico nas mãos das grandes corporações.

Quem investe em nanotecnologia?

Na última década, foram investidos US\$ 40 bilhões em nanotecnologia, e, para 2009, estimam-se outros US\$ 10 bilhões. Atualmente, a Rússia é o país que mais gasta com pesquisas em nanotecnologias. A União Européia e a China são também grandes investidores, deixando para trás os Estados Unidos e o Japão, os grandes investidores de alguns anos atrás.

A estimativa global de comercialização de produtos que incorporam nanotecnologia em 2007 foi de US\$ 88 bilhões. Antes da crise financeira, a projeção para 2010 era de 500 bilhões de dólares, devendo alcançar cerca de 2,6 trilhões de dólares em

2014, tanto quanto a atual soma das indústrias de informática e de telecomunicações.

A pesquisa e o desenvolvimento das nanotecnologias são feitos por indústrias e por instituições acadêmicas, numa colaboração bem estreita. Praticamente todas as 500 maiores empresas do mundo investem em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia, juntamente com centenas de pequenas novas companhias. Mais de 60 países estabeleceram programas nacionais de pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia, aportando recursos públicos.

Segundo estimativa do Ministério de Ciência e Tecnologia, havia no mercado brasileiro, em 2007, cerca de 1.800 produtos comercializados com aplicação de nanotecnologia, que deveriam atingir cerca de 2.500 em 2009. Em 2004, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional de Nanotecnologia. E, de 2001 a 2006, investiu R\$ 170 milhões em nanotecnologia, criando redes em nível nacional e fomento para pesquisas em empresas e universidades. Em 2007, os recursos somaram R\$ 48 milhões destinados a empresas, além de R\$ 11 milhões para universidades e centros de pesquisa. Os investimentos públicos visam impulsionar diversos setores da economia, como agronegócio, biotecnologia, construção civil, eletroeletrônica, energia, medicina, metalurgia, petroquímica, química, tecnologia da informação, veículos, etc.

Quem tem o controle e a propriedade da nanotecnologia

Corporações transnacionais, laboratórios de universidades e companhias *start-up* de nanotecnologia estão agressivamente buscando patentes de novos materiais, de dispositivos e de processos de fabricação nanotecnológicos. A maioria das empresas tem convênios de pesquisa com instituições públicas (acadêmicas ou de pesquisa) ou pagam licenças exclusivas para comercializar produtos patenteados pelas universidades, que detêm cerca da metade das patentes chave. Ambos os casos significam benefício privado de atividades subsidiadas por recursos públicos.

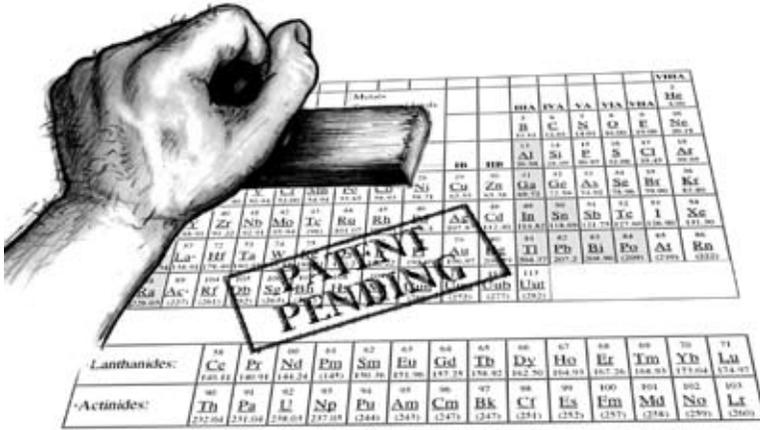
Com a nanotecnologia, o alcance dos monopólios exclusivos vai além da vida, chegando ao controle sobre os blocos básicos de construção de toda a natureza. Isso inclui átomos, moléculas e ferramentas em nanoescala que cobrem todos os setores da indústria – como eletrônicos, energia, mineração, defesa, novos materiais, farmacêuticos e agricultura, etc.

Estima-se que os escritórios de patentes dos Estados Unidos, União Européia e Japão, responsáveis pela maioria das patentes no mundo, tenham concedido cerca de 12.000 patentes de nanotecnologia entre 1976 e 2006.

Algumas das maiores empresas que investem em pesquisa e/ou utilizam nanotecnologia em seus produtos:

3M, Ajinomoto, Alcan Alumínio, Alps Electric, Aventis, BASF, Bayer, BMW, Body Shop, Boeing, Boots, British Petroleum, Burlington Industries, Campbell Soup, Canon, Cargill, Caterpillar, Chevron/Texaco, Degussa, Dow Chemical, DuPont, Eli Lilly, Exxon Mobil, Ford, Fujitsu, Gap, General Electric, General Mills, GlaxoSmithKline, GM, Halliburton, Heinz, Henkel, Hewlett Packard, Hitachi, IBM, ICI, Infineon, Intel, Johnson & Johnson, Kodak, Kraft Foods, L'Oreal, Mars, Matsushita, Mercedes Benz, Merck, Microsoft, Mitsubishi, Monsanto, Motorola, NEC, Nestlé, Nike, Nikon, Pfizer, Philips, Procter & Gamble, Qinetiq, Raytheon, Renault, Samsung, Sandia/Lockheed Martin, Sara Lee, Seiko, Sharp, Shell, Siemens, Smith and Nephew, Sony, Syngenta, TDK, Toshiba, Toyota, Unilever, Xerox, Zeiss.





Os governos alegam que não podem regulamentar e avaliar a nanotecnologia devido ao grande nível de incerteza científica que existe. Enquanto isso, os órgãos que concedem patentes parecem não ter o mesmo problema. Eles conseguiram definir o que é nanotecnologia e estabelecer um sistema de classificação das tecnologias para enfrentar o maior desafio que existe para quem examina a concessão de patentes – a natureza multidisciplinar e multissetorial da nanotecnologia. Mesmo com esse sistema de classificação, advogados que trabalham com patentes estão em intensa atividade devido às disputas por causa de solicitações demasiadamente amplas e que se sobrepõem.

As empresas detentoras das primeiras patentes de nanotecnologia poderiam exigir que uma grande quantidade de indústrias pagasse *royalties* a elas. Se essa tendência continuar, os pesquisadores podem descobrir que a participação na “revolução nanotecnológica” é altamente restrita por “pedágios” a patentes, obrigando-os a pagar *royalties* e taxas de licença para ter acesso. Na prática, a maior parte das patentes relativas à nanotecnologia que existem no mundo está nas mãos de grandes corporações.

Patentes:

⊛ **solicitações de patentes de áreas inteiras da Tabela Periódica**

- Um pesquisador da Universidade de Harvard obteve a patente chave sobre nanobastões de metal. A solicitação não foi para nanobastões de um metal específico mas para nanobastões de 33 elementos químicos.

⊛ **solicitações multifuncionais** - apenas uma patente detém aplicações em têxteis, fármacos, microeletrônicos e alimentos.

⊛ **elementos químicos** - na sua forma natural não podem ser patenteados, mas, se for criada uma forma purificada que tenha uso industrial, a patente pode ser concedida.

O que está por trás do desenvolvimento das novas tecnologias?

Para entendermos exatamente qual é o objetivo do desenvolvimento das novas tecnologias, bem como seus impactos no ambiente, na saúde humana, na economia e na sociedade, é extremamente importante compreender qual a origem e a finalidade de se desenvolver essas tecnologias. Algumas perguntas são importantes de ser feitas: Quem desenvolve essas tecnologias? O que motiva o processo crescente de inovação tecnológica? Quais os interesses que estão por trás do desenvolvimento das novas tecnologias? Quem regula e impõe limites ao seu desenvolvimento?

Para compreender esse processo, é fundamental entendermos mais sobre o poder das grandes corporações no mundo de hoje. Segundo o cientista político Gilberto Dupas, a inovação tecnológica é o poderoso motor que movimenta as grandes corporações industriais globais. Desenvolver tecnologia é condição básica para garantir competitividade, reduzir custos e melhor aproveitar os fatores de produção (trabalho, capital, recursos naturais, conhecimento). Ou seja, as novas tecnologias não precisam ser socialmente úteis, tecnicamente superior-

res e/ou ambientalmente adequadas para ser desenvolvidas. O grande motivador é, sim, aumentar a eficiência e o lucro das empresas, pois é preciso inovar para poder “sobreviver” no mercado. Quem domina a tecnologia “determina” como o mercado vai funcionar e quais as novas tendências.

Assim, o desenvolvimento tecnológico é uma das principais condições para determinar a hegemonia das grandes corporações no mercado mundial e impor suas vontades aos governos locais e nacionais.

Fonte: *Atores e Poderes na Nova Ordem Global*, de Gilberto Dupas, Ed. UNESP, 2005.

Hegemonia

Para entender o grande poder das corporações e a força do capital no mundo atual é fundamental compreendermos o conceito de hegemonia. Por hegemonia, pode-se entender a capacidade de grupos econômicos ou de uma nação de se apresentar como portador de um interesse geral e assim ser reconhecido pelos outros. Portanto, os setores ou países hegemônicos são aqueles que conduzem, no sentido que querem, os demais, mas fazendo parecer que buscam o interesse geral.

Com o avanço do capitalismo neoliberal, cada vez mais os Governos se isentam de regulamentar, definir condições e limites éticos ao desenvolvimento das novas tecnologias. As corporações se concentram e vão assumindo um papel maior na definição dos rumos da inovação tecnológica, priorizando a lógica do capital em detrimento das questões sociais, ambientais e de saúde humana.

A concentração e o poder das grandes corporações

Há 30 anos, a humanidade tinha um problema, a ciência, uma fascinação, e a indústria, uma oportunidade. Nosso problema era a injustiça, o crescente número de famintos e a redução da quantidade de agricultores. A ciência estava fascinada pela biotecnologia – poder manipular geneticamente cultivos, animais (e gente), resolveria todos os nossos problemas. A indústria do agronegócio viu a oportunidade de extrair os enormes lucros latentes em toda a cadeia alimentar. Mas, num sistema alimentar descentralizado, isso era impossível. Para centralizá-lo, a indústria convenceu governos de que a revolução genética da biotecnologia iria acabar com a fome sem afetar o ambiente. Mas, disseram, a biotecnologia era atividade de muito risco para os pequenos e muito cara para pesquisas públicas. Para ter êxito, as indústrias de agroquímicos compraram empresas de sementes; os governos protegeram os investimentos das indústrias concedendo patentes, primeiro sobre plantas, a seguir sobre genes; a regulamentação de proteção aos consumidores teve que se render frente aos alimentos e medicamentos geneticamente modificados.

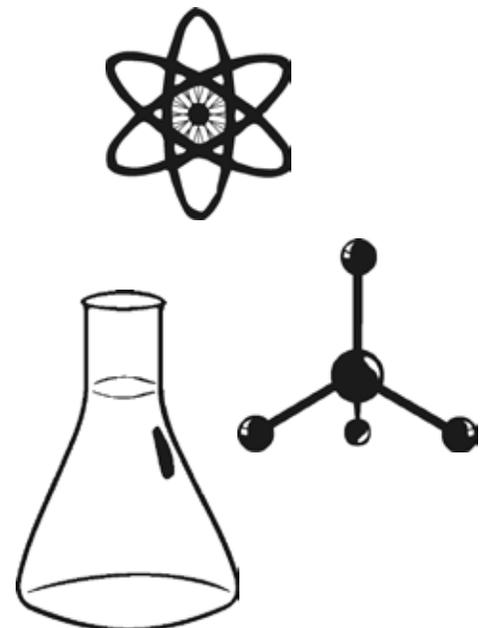
Elementos da tabela periódica já em uso para produzir partículas em nanoescala, de um único ou de mais de um elemento:

Alumínio, Antimônio, Bário, Bismuto, Cádmio, Cálcio, Carbono, Cério, Cobalto, Cobre, Cromo, Escândio, Estanho, Estrôncio, Ferro, Gálio, Germânio, Háfênio, Índio, Ítrio, Lantânio, Lítio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Neodímio, Nióbio, Níquel, Ouro, Oxigênio, Paládio, Platina, Potássio, Praseodímio, Prata, Ródio, Rutênio, Silício, Sódio, Tântalo, Titânio, Tungstênio, Vanádio, Zinco, Zircônio

Elementos disponíveis em futuro próximo:

Boro, Chumbo, Disprósio, Enxofre, Érbio, Európio, Gadolínio, Hólmio, Iridio, Itérbio, Lutécio, Nitrogênio, Ósmio, Promécio, Rênio, Samário, Tecnécio, Térbio, Túlio

Fonte: Grupo ETC com informações da NanoProducts Corp. e de outras fontes comerciais



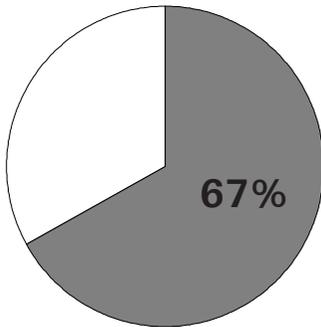
Os números da concentração

A concentração nas indústrias “da vida” permitiu que um punhado de empresas poderosas se apropriasse da agenda das pesquisas, ditasse acordos internacionais de comércio, assim como políticas agrícolas, e manipulasse a aceitação de novas tecnologias (a solução ‘baseada na ciência’) para aumentar os rendimentos dos cultivos, alimentar os esfomeados e salvar o planeta.

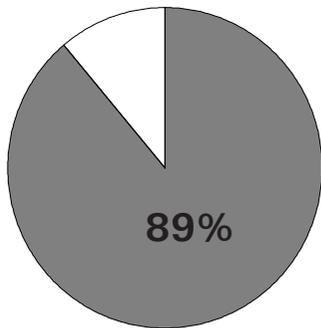
Vamos ver aqui ao lado alguns dos números dessa concentração. Considerando que cada círculo corresponda ao total do volume de produtos comercializados no mundo em cada área, vemos em cinza a fatia do bolo que corresponde às 10 maiores empresas do setor. O restante é dividido por todas as demais empresas existentes no mundo.

A indústria ganhou o que bem quis: hoje, só 10 transnacionais controlam mais de 67% das vendas mundiais de sementes que estão em regime de propriedade intelectual; 10 empresas controlam a venda mundial de 89% dos agrotóxicos; 10 empresas dominam 66% das vendas da indústria de biotecnologia. E 6 das maiores empresas de sementes são também 6 das líderes de agrotóxicos e de biotecnologia.

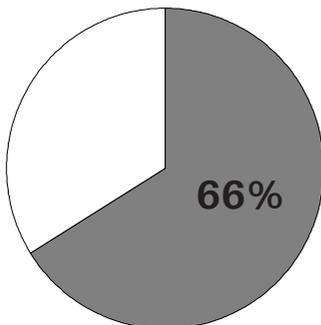
Indústria de Sementes



Indústria de Agroquímicos



Indústria de Biotecnologia



O que está sendo produzido hoje com nanotecnologia?

A maioria dos produtos disponíveis no mercado são feitos utilizando-se materiais com propriedades modificadas a partir de nanopartículas sintéticas ou óxidos com metais nanoformulados. Teoricamente, não há limites para a utilização desses processos e aplicações. Segundo o PEN (*Project on Emerging Nanotechnologies* – Projeto sobre Nanotecnologias Emergentes), a cada semana, 4 novos nanoproductos são lançados no mercado.

As tecnologias em nanoescala estão prontas para se tornar a plataforma estratégica para que, nos próximos anos, o setor industrial tenha controle global nas mais diversas áreas. Por exemplo, controlar a cadeia de produção agrícola, a de processamento de alimentos e a saúde.

Há um número cada vez maior de empresas e de universidades aplicando nanotecnologia a produtos presentes no dia a dia dos consumidores brasileiros, sem que se tenha a menor noção disso.

No Brasil, como em todo o mundo, há uma ampla gama de estruturas e aplicações nanotecnológicas.

Uma vez que um produto é desenvolvido, ele pode ser usado para uma grande variedade de aplicações.

Com nanotecnologias, já estão à venda ou será possível fabricar, entre inúmeras outras coisas:

✳ aditivos e suplementos alimentares, vitaminas ✳ bandagens antimicrobianas (que impedem a respiração das células dos micróbios) ✳ baterias ✳ biocidas para uso médico e farmacêutico ✳ biomembrana (induz a formação de novos vasos sanguíneos e de novos tecidos na superfície sobre a qual é aplicada - Biocure®) ✳ bolas de tênis que impedem a saída de ar (Wilson Double Core) ✳ borracha natural com nanopartículas ✳ cartões de memória de câmeras digitais e de celulares ✳ cosméticos de penetração profunda ✳ desinfetantes e limpadores de água de piscina (gotas de óleo misturadas a um bactericida) ✳ embalagens "inteligentes" para alimentos ✳ materiais de construção ✳ materiais de uso médico (cateteres, válvulas cardíacas, marca-passo, implantes ortopédicos, etc) ✳ materiais para a indústria automobilística e aeronáutica ✳ medicamentos com liberação lenta e precisa ✳ materiais odontológicos ✳ nanocolas que grudam qualquer material a um outro ✳ películas anticorrosão em metais ✳ películas resistentes a riscos (usadas desde vidros de carro até lentes de óculos) ✳ pendrives ✳ pneus ✳ raquetes de tênis mais leves e mais resistentes do que o aço (Babolat) ✳ roupas (com película para proteger de raios UV, ou cobertas de 'fiapos' que ajudam a repelir água ou outros materiais tornando o tecido resistente a manchas, ou que não amassam) ✳ suplementos alimentares ✳ tintas e vernizes antimofos e/ou resistentes a riscos e arranhões ✳ têxteis ✳ tocadores de MP3 ✳ vidros autolimpantes (capazes de eliminar sozinhos a poeira que cai sobre eles)



Algumas empresas e universidades, seus produtos nanoparticulados fabricados ou comercializados no Brasil e algumas de suas aplicações presentes no nosso dia a dia:

✳ **Brasken** - nanocompósitos de polipropileno e polietileno ✳ **Bunge** - tinta branca com nanoalumínio ✳ **CVD Vale** - ponta odontológica com "nanodiamante" ✳ **Degussa** - AEROSIL-R972®, uma sílica hidrofóbica ✳ **Embrapa** - língua eletrônica, um sensor gustativo para avaliação de bebidas ✳ **Faber Castell** - grafite com nanopartículas organometálicas ✳ **Henkel** - Bonderiteã NT-1, camada nanocerâmica que aumenta a resistência de metais à corrosão ✳ **LG** - filtro desodorizador nano ✳ **Mitsui Chemicals America** - Resina com nanocristal NOTIO™, para uso em aplicações interiores e exteriores em automotivos, em embalagens (de cosméticos, eletrônicos, industriais e de especialidade) e em construção e engenharia civil ✳ **Nano** - endopróteses para cirurgias ✳ **Nanum Nanotecnologia** - insumos nanoparticulados para aditivar plásticos (resistência mecânica, térmica, degradação, efeito bactericida e fungicida, efeito autolimpante) ✳ **Novelprint** - rótulo autoadesivo de nanomateriais que propicia isolamento térmico entre a pele da mão e uma garrafa gelada ✳ **Oxiten** - nanolátex ✳ **Plásticos Mueller (Brasil)** - fabrica peças para veículos. No Fiat Idea, por exemplo, usa-se nanoargila para substituir a fibra de vidro em partes do carro ✳ **Quattor** - produtos Diya, com nanotecnologia com efeito bactericida, resistência a riscos e à propagação de chamas, e absorção da radiação ultravioleta ✳ **Rhodia** - nanotecnologia de silicones para melhorar o processo de amaciamento e impedir o amarelecimento de tecidos ✳ **Santista** - tecidos Technopolo Light, Technopolo Fit, Image e Image Giz com acabamento NanoComfort ✳ **Thomson Research Associates (Canadá)** - Nanotecnologia da Prata Silpure ✳ **UFPE** - o n-Domp, um dosímetro de raios UV ✳ **UFSCar** - nanopigmentos ✳ **UNESP** - pele artificial para queimaduras ou feridas graves ✳ **Zhermack (Itália)** - nano silicone para moldagem odontológica Elite HD + Hydrophilic

Uma película de nanotitânio e suas possíveis aplicações, segundo o fabricante:

A empresa brasileira Nanox produz uma película nanotecnológica à base de titânio que elimina fungos e bactérias, chamada NANOXClean®. O produto é aplicado durante o processo de fabricação dos utensílios e objetos e garante ação antigêrica durante toda a vida útil do produto.

Pode ser aplicado a têxteis (cama, mesa, banho, meias e vestuário); calçados; ar condicionado (carros, aviões, residenciais, industriais - hotéis, hospitais, etc.); eletrodomésticos (geladeiras, freezers, lavadoras de roupas, filtros de água, bebedouros; produtos de higiene pessoal (escova de dentes, escova de cabelos); eletrônicos (teclados de computadores, celulares, telefones); material hospitalar e odontológico (instrumentos, móveis e equipamentos, louças e utensílios); arquitetura e construção (casas, indústrias, escritórios, consultórios, hospitais, louças e metais sanitários, pisos e revestimentos, boxes para banheiros).

Atualmente é, ou será, usada, entre outras indústrias, pela IBBL, fabricante de bebedouros e purificadores de água, em seus purificadores de água refrigerados; pela Taiff, empresa de produtos elétricos profissionais para beleza, em sua linha de secadores de cabelo Taiff Titanium e chapa Taiff Unique Titanium; e pela Marcatto Fortinox, para agregar valor à sua linha hospitalar. A empresa fabricante busca parceiros para desenvolver aplicações para refrigeradores, máquinas de lavar roupas, ar condicionados, etc.

Pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia no Brasil:

Exemplos de empresas

Aegis, Angelus, Arteccla, Bayer, BioGenetics, Biolab Sanus, Biosintética Farmacêutica, Braskem, Cerâmica Sergipe, Chemy Union Química, Clorovale Diamante, Contech Produtos Biodegradáveis, Continental, Chron Epigen, Cristália Produtos Químicos, Degussa, Dow Chemical, Dentscare, Dixtal, Dublauto, Eastman Chemical, EF Engenharia, Embracard, Embraco, Embracer, Embrapa, E.M.S., Excellion Serviços Biomédicos, FGM Produtos Odontológicos, FK Biotecnologia, Getec Guanabara, Goodyear, Henkel, Hewlett-Packard, Idealfarma, Indústrias Químicas Taubaté, Innovatech Medical, Internacional Científica, Itajara Minérios, Kosmoscience, Leviale Cosmética, LG, Lagoa da Serra, L'Oreal, Magmattec, Magnesita, Michelin, Nanox, Nano, Nanocore, Nanum Nanotecnologia, Natura, Novelprint, Oxiteno, Óssea Technology, Padtec, Petrobras, Pirelli, Procter & Gamble, Quattor Petroquímica, Rhodia Chimie, Samsung, Santista, Scitech Produtos Médicos, Steviafarma, Suggar Eletrodomésticos, Tecnidente, Valleé, Vigodent, WSGB Laboratórios, etc.

Exemplos de universidades e laboratórios de formação

CEFET, CDTN, FATEC, IPEN, IPT, PUCRJ, PUCRS, SENAI, SOCIESC, UCS, UEM, UEPG, UMC, UFABC, UFAL, UFC, UFES, UFF, UFG, UFCG, UFJF, UFLA, UFMA, UFMG, UFMS, UFPA, UFPE, UFPI, UFPR, UFRGS, UFRJ, UFRRJ, UFRN, UFS, UFSC, UFSM, UFU, UFV, UnB, UNESP, Unicamp, UNIFESP, UNIFOR, UNIFRA, UNIVALI, UNIVASF, USP

Fonte: MCT e internet

O que se promete com a nanotecnologia?

O desenvolvimento nanotecnológico é propagandeado como o único caminho possível para diminuir a pobreza, acabar com a fome, melhorar a saúde, resolver a poluição ambiental, produzir energia abundante e barata, reduzir a demanda por matérias-primas, aumentar a reciclagem, reduzir o aquecimento global, etc.

Prometem-se materiais extremamente resistentes e infinitamente menos pesados que o aço, armas e aparelhos de vigilância de altíssima precisão, nanomáquinas que irão substituir toda a mão-de-obra convencional, reduzindo os custos de produção, tornando os bens de consumo mais baratos, mais resistentes e mais abundantes.

Promete-se uma agricultura muito mais produtiva, mudanças radicais na qualidade dos alimentos, a criação de riquezas e o desenvolvimento sustentável.

Prometem-se medicamentos muito mais eficazes, a cura do câncer, nanobiomateriais que facilitam a recuperação de

pacientes usuários de próteses, nanorrobôs que circularão pelo sangue humano consertando células ou fazendo cirurgias de risco. Prometem-se seres humanos melhorados.

Há quem acredite ser possível utilizar a nanotecnologia para corrigir distorções sociais resultantes do próprio sistema capitalista. Mas, no atual modelo de sociedade em que vivemos, nenhuma tecnologia é capaz de resolver as injustiças existentes.

E qualquer nova tecnologia introduzida numa sociedade não justa tende a aumentar ainda mais a diferença entre ricos e pobres. Os regimes de propriedade intelectual e os oligopólios de mercado, somados ao consentimento dos governos, normalmente têm dado um jeito de determinar quais tecnologias são adotadas e aos interesses de quem elas servem.

A nossa meta nos próximos trinta anos é ter um controle tão apurado sobre a genética dos sistemas vivos que, ao invés de plantar uma árvore, esperar que ela cresça, cortá-la e fabricar uma mesa a partir dela, seremos finalmente capazes de “fazer crescer” a própria mesa.

Rodney Brooks, diretor do Laboratório de Inteligência Artificial, MIT

O verdadeiro poder da nanociência - a convergência das novas tecnologias

O verdadeiro poder da ciência do invisível é o que se chama de **convergência das novas tecnologias**, ou seja, diferentes tecnologias são usadas em conjunto, num novo paradigma científico.

É a nanotecnologia que torna esta convergência possível, já que os blocos básicos de construção de toda a matéria (os átomos e as moléculas) têm sua origem em escala nano. Nessa escala, é possível a convergência de matéria viva e não viva (inanimada). No nível de átomos e de moléculas, o DNA (que carrega todo o código genético) é apenas mais uma molécula como qualquer outra.

Esse novo paradigma é chamado de NBICs (de **N**anotecnologia, **B**iotecnologia, **I**nmática e **C**iências cognitivas) nos Estados Unidos. Na Europa é conhecido como CTEK (**C**onverging **T**echnologies for the **E**uropean **K**nowledge Society - **T**ecnologias Convergentes para a Sociedade Européia do Conhecimento). O Grupo ETC utiliza o termo BANG (de **B**its, **Á**tomos, **N**eu-rônios e **G**enes).

A convergência tecnológica vai muito além de questões como a toxicidade dos processos e dos produtos nanotecnológicos. Ela engloba também aspectos imprevisíveis de ordem ética, social e ambiental, pois traz mudanças desconhecidas para a humanidade, que podem ter impactos profundos na sociedade em todo o mundo, tanto na geração atual quanto nas próximas.



A Convergência Tecnológica:

Nano é a medida (a escala)

Convergência é como aproveitar esse conhecimento, que nunca existiu antes

Disciplinas Convergentes são a biologia, a física, a química, a engenharia e outras ciências exatas

Tecnologias Convergentes são a nanotecnologia, a biotecnologia, as tecnologias da informação, a robótica, as ciências cognitivas (do conhecimento)

Convergência de partes vivas e não vivas é onde desaparece a barreira entre partes vivas (animadas) e não vivas (inanimadas)

⊗ a tecnologia da informação controla bits

⊗ a nanotecnologia controla e manipula átomos

⊗ as neurociências cognitivas visam compreender a mente e sua relação com o cérebro humano; conseguem controlar a mente manipulando neurônios

⊗ a biotecnologia controla e manipula a vida engenheirando genes

Exemplos de tecnologias convergentes:

Brincando de Deus

A **biología sintética** busca construir, em laboratório, novas formas de vida para desempenharem tarefas específicas. A biologia sintética quer reescrever a vida juntando grupos de genes em novas formas e fazendo organismos “projetados sob medida” que produzam compostos químicos, fármacos ou combustíveis.

Melhorando a humanidade

A **genômica** estuda o funcionamento, a origem e a evolução da herança biológica. A genômica humana, especialmente, promete um novo paraíso de saúde baseado no conhecimento profundo dessa herança pessoal. A partir do entendimento das diferenças nessa herança, a genômica humana pretende desenvolver uma medicina personalizada e fármacos para, segundo eles, **melhorar o desempenho humano**. Ao nos convencer de que podemos ser melhores, mais precisos, mais aguçados, mais eficientes, com fármacos e “alimentos especiais”, as empresas asseguram lucros maiores.

Zombando do planeta

A **geoengenharia** é a manipulação do ambiente em grande escala para tentar combater o caos climático provocado pelas atividades industriais. A geoengenharia propõe, entre outras coisas, alterar os ciclos da água ou aumentar artificialmente a vegetação dos oceanos.

(veremos esses temas detalhadamente nas próximas publicações desta série sobre Novas Tecnologias)

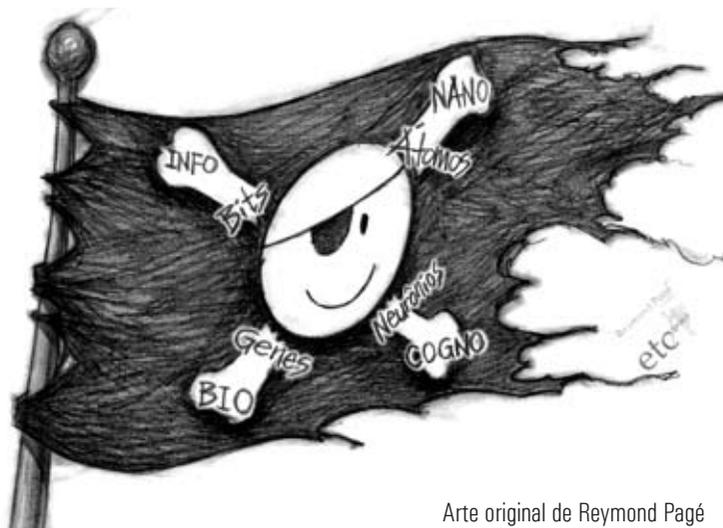
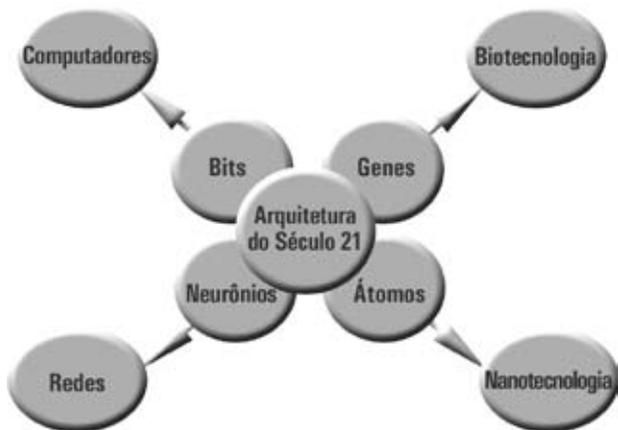
A estratégia dos cientistas e da indústria de combinar a ação dessas novas tecnologias é ameaçadora para nossas comunidades, nossas organizações, e para cada um de nós no nosso dia a dia. A convergência possibilita unir setores comerciais extremamente distintos. Nessa perspectiva, qualquer combinação entre corporações torna-se possível. Independentemente dos exageros, oferece à indústria um controle sem precedente sobre a economia global, bem como a oportunidade de imensos consórcios, talvez tão poderosos quanto os maiores governos.

Ao invés de discutir abertamente os riscos das novas tecnologias, os governos e as empresas trocam o diálogo por um controle maior. Com o pretexto das diferentes crises, do bioterrorismo e do caos climático, todos nos tornaremos suspeitos, e a diferença de opiniões políticas ou as alternativas de produção e de consumo passarão a ser crimes.

As novas tecnologias não precisam funcionar para dar lucros. Uma ciência descuidada e umas tecnologias ruins podem ser rentáveis se os governos fazem leis adequadas a elas.

Adaptado de Grupo ETC, Caderno 27. Revista Biodiversidade, Sustentabilidade e Culturas nº 60

Traduzindo de N.B.I.C. para B.A.N.G. - Diferentes Perspectivas



Arte original de Reymond Pagé

3. Quais os possíveis impactos da nanotecnologia?

Quando uma tecnologia abrangente é introduzida, se diz que é uma onda tecnológica. No caso da nanotecnologia, essa onda está mais é para um tsunami tecnológico!

A cada semana, novos produtos contendo materiais em nanoescala, invisíveis, não regulamentados e não rotulados, chegam ao mercado mundial, mas as políticas públicas têm considerado questões como as implicações econômicas, sociais e éticas das nanotecnologias, bem como seus riscos potenciais, apenas de uma forma muito incipiente.

Estudos bem recentes, realizados por governos e pela comunidade científica, têm emitido sinais alarmantes de que a nanotecnologia vem acompanhada de impactos sociais enormes, especialmente para os povos marginalizados. Há riscos imensos também para os direitos individuais, a saúde e o meio ambiente.

Em 2006, embora o governo norte-americano tenha investido US\$ 1,4 bilhões em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia, menos de 1% desse valor foi destinado para avaliar os riscos dessa tecnologia. Do total aplicado pela União Européia em pesquisa de nanotecnologia, somente 4% são destinados a estudos sobre a segurança e efeitos do uso das nanotecnologias.

No Brasil, o desenvolvimento da nanotecnologia está centralizado no Ministério de Ciência e Tecnologia, assim como estão as liberações dos transgênicos. Os órgãos da área de saúde e do meio ambiente estão praticamente de fora do que está ocorrendo nesses dois setores. De 2001 a 2006, o governo aplicou cerca de R\$ 140 milhões no desenvolvimento da nanotecnologia. Apenas em torno de 0,06% desse total foram destinados para estudos de ética e de impactos sociais e ambientais.

O Programa "Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia", lançado em 2005 pelo governo brasileiro, visa aumentar a competitividade da indústria nacional. **Nas 15 prioridades do Programa não consta nenhuma relativa à avaliação de riscos à saúde e ao ambiente.** Embora o governo, os pesquisadores e a indústria enfatizem a importância da informação pública, na prática eles não reconhecem a legitimidade dos movimentos sociais e da sociedade civil de expressarem suas opiniões sobre as implica-

Em resumo, entrar em um futuro de nanotecnologia sem entender claramente quais os possíveis riscos e como se deve lidar com eles é como dirigir um automóvel com os olhos tapados.

Andrew Maynard, *PEN-Woodrow Wilson International Center, Depoimento ao Congresso norte-americano, abril de 2008*

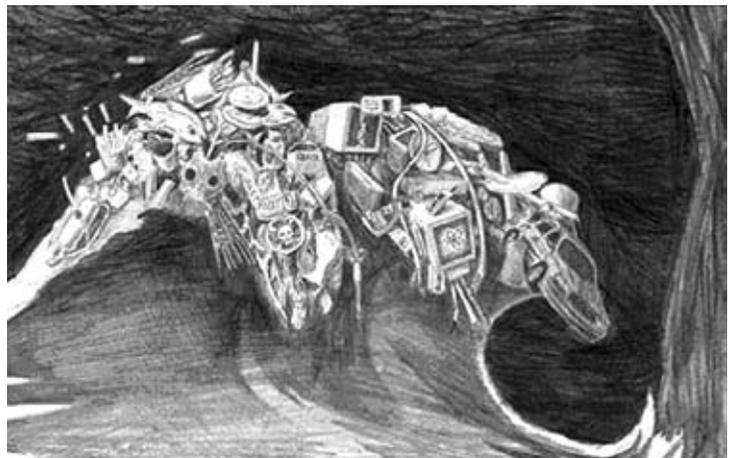


Ilustração: Reymond Pagé para Grupo ETC

A ausência da evidência não significa evidência da ausência.

Carl Sagan, *astrônomo e biólogo*

Por que a nanotecnologia é um risco para a população?

- ✿ Há carência de instrumentos para avaliar a exposição ambiental dos nanomateriais
- ✿ Há ausência de um modelo para prever o impacto potencial dos novos nanomateriais
- ✿ Ainda não existem formas de avaliar o impacto dos nanomateriais ao longo de seu ciclo de vida
- ✿ Faltam programas estratégicos de pesquisa sobre os riscos na nanotecnologia



ções e os potenciais riscos das nanotecnologias. Um comportamento similar ao que já ocorre em relação aos transgênicos.

Diversos estudos de instituições públicas de pesquisa mostram que não há conhecimento científico suficiente de como os nanomateriais irão afetar os trabalhadores das indústrias, os cidadãos, outras espécies e ecossistemas. Atualmente, é extremamente difícil determinar qual a segurança dos nanomateriais devido à nossa total ignorância sobre a sua toxicologia e sobre muitos aspectos do que acontece com eles. Ainda nem sequer conseguimos entender a natureza e as propriedades da maioria dos nanomateriais. Não se conhece quase nada sobre o tempo que esses materiais ficam ativos no ambiente, sobre níveis seguros de exposição para humanos e para ecossistemas, e não foram feitos estudos de longo prazo.

A lista do que é necessário ser feito a respeito da nanotecnologia é longa, e precisamos de pesquisas urgentes. Ainda falta desenvolver métodos e ferramentas para poder medir, detectar e monitorar nanomateriais fabricados e incorporados em produtos. Até hoje, devido à falta de conhecimento e a incertezas em algumas áreas críticas, não existem procedimentos definidos para avaliar riscos específicos.

Mesmo que nos próximos anos se adotem procedimentos melhores para fazer avaliações, estima-se que levarão décadas até ser possível avaliar adequadamente a toxicologia e a ecotoxicologia de um número significativo de nanomateriais.

Exatamente porque é difícil avaliar os riscos com as ferramentas que existem hoje é que se torna necessário aplicar o Princípio da Precaução.

O Princípio da Precaução:

Precaução quer dizer tomar cuidado. Esse princípio deve ser aplicado quando há risco de danos graves ou irreversíveis, decorrentes de atividades humanas que ainda não são claramente entendidas, e que o estágio de desenvolvimento atual da ciência não consegue avaliar adequadamente (a falta de provas não prova que não há riscos). Tem a função primordial de evitar os riscos e a ocorrência de danos ambientais e à saúde, preservando melhor qualidade de vida para as gerações presentes e futuras, já que pode ser impossível reparar esses danos.

Algumas das nações que mais investem nessa tecnologia até colocaram o Princípio da Precaução no centro de suas políticas “responsáveis” de nanotecnologias. Mas, conseguir fazer esse princípio combinar com a comercialização de centenas de nanoaplicações industriais, que não sofreram nenhuma avaliação de risco, tem sido um desafio para os governos. Assim, eles trataram de re-interpretar o princípio da precaução da seguinte forma: já que não existem metodologias para avaliar os riscos

dos nanomateriais em circulação, não há nada que impeça a venda desses nanoprodutos.

Apesar de serem partículas e nanocompostos sintéticos, manipulados, que nunca antes haviam existido na natureza, um outro argumento bastante usado é que a nanotecnologia não tem nada de novo – a nanoindústria tem se encarregado de nos mostrar o nanomundo natural ao nosso redor. Vai na mesma linha da indústria de transgênicos, que diz que a humanidade, há milênios, vem trabalhando com biotecnologia!

Devido à ausência de conhecimento, alguns especialistas recomendam que a liberação no meio ambiente de nanopartículas engenheiradas seja reduzida, ou até proibida. Como medida de precaução, recomendam que as fábricas e os laboratórios de pesquisa tratem as nanopartículas como se fossem resíduos tóxicos perigosos.

Nanotecnologia e os direitos individuais

As nanotecnologias têm um grande potencial para ampliar enormemente as formas de controle sobre os indivíduos e sobre a sociedade. Por exemplo, tornam possível para quem detém o poder conseguir facilmente informações de toda e qualquer atividade e de praticamente qualquer ser humano.

Com nanotecnologia, serão produzidos materiais mais resistentes e mais leves, sensores mais precisos e invasivos, e computadores mais rápidos, menores e com menor consumo de energia, que servirão tanto para usos civis quanto militares.

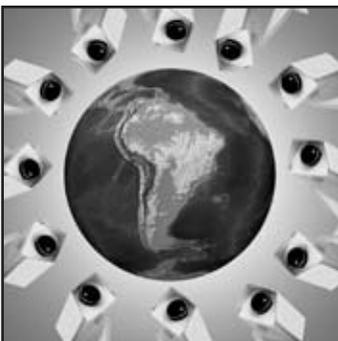
Certamente irá mudar a forma de fazer guerra: a convergência das novas tecnologias irá produzir soldados com corpos e cérebros “melhorados”, levará ao desenvolvimento de armas químicas e biológicas mais invasivas, mais difíceis de detectar e praticamente impossíveis de combater.

Em 2007, a Rússia explodiu uma nanobomba capaz de arrasar nove quarteirões de uma só vez, mas o governo rapidamente assegurou à comunidade internacional que a bomba é inofensiva ao meio ambiente e não desrespeita nenhuma convenção internacional. Os Estados Unidos já tinham desenvolvido uma bomba não nuclear conhecida como MOAB, que empregou nanoalumínio como parte do explosivo.



Algumas das perguntas ainda sem resposta satisfatória:

Qual o destino final dos nanomateriais? E das sobras? Como esses materiais se dispersam no ambiente? Sofrem transformação no ambiente? Há grupos de populações mais sensíveis? Quanto e em que grau a população humana está exposta aos nanomateriais fabricados? Onde podem estar os possíveis problemas - na natureza da partícula, nos produtos feitos, ou nos processos de fabricação? Quais os materiais utilizados? Quais resíduos são produzidos? O que acontece quando nanopartículas chegam ao ar, à água e ao solo? Qual a estabilidade das nanoestruturas? Elas se decompõem ou se aglomeram? São solúveis em água? São degradadas? Quais os subprodutos gerados a partir da degradação?



Nanochips:

São capazes de carregar milhares de informações. Estamos no processo de encher o mundo real com sistemas interligados de informações e de controle – uma geração de tecnologia de vigilância invisível.

As etiquetas **nanoRFID**, por exemplo, possibilitam acumular dados biométricos (das características das pessoas), controlar por onde nos movimentamos, o que consumimos e o que temos em casa, etc.



Sensores e dispositivos em nanoescala, com características de serem invasivos e invisíveis, poderiam se transformar em ferramentas de repressão extremamente poderosas – uma grande ameaça à democracia e à dissidência, e aos direitos humanos fundamentais.

Potenciais impactos sociais da nanotecnologia

Segundo o Grupo ETC, a nanotecnologia parece ser a maior e mais ampla onda tecnológica enfrentada até hoje pela humanidade. E deve ter implicações sociais profundas, especialmente nos países do hemisfério sul.

Os novos materiais nanotecnológicos têm o potencial de derrubar o mercado de commodities, além de desregular o comércio e a vida dos trabalhadores mais pobres e mais vulneráveis, pois estes não têm flexibilidade econômica para responder às demandas imediatas de novas capacidades ou de diferentes matérias-primas.

Os nanomateriais podem deslocar fatias de mercado, cadeias de suprimentos e postos de trabalho em praticamente todas as indústrias. Se um novo material nanoengenheirado tiver um desempenho melhor do que um material convencional e puder ser produzido a um custo mais baixo, é de se esperar que o nanomaterial substitua a commodity convencional. Isso significa que alguns países podem não ter mais recursos considerados importantes, ou que materiais aparentemente inúteis de repente passem a ter um enorme valor. Isso também significa novas oportunidades para aumentar a concentração de corporações, formando-se megamonopólios.

A nanotecnologia torna possível fabricar “de baixo para cima” (começando com átomos, que se combinam para formar moléculas, e assim por diante, até for-

Um nanomaterial que possibilita ficar “invisível”

Na Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, em 2008, foram desenvolvidos dois materiais em nanoescala que permitem tornar seres e objetos aparentemente invisíveis.

Esses materiais não refletem nem absorvem a luz. A luz desvia deles, da mesma forma que a água corrente faz quando encontra uma pedra. Por isso, qualquer coisa que é revestida por esse tipo de substância acaba deixando passar a luz que é refletida pelos objetos que estão num plano atrás, criando a sensação de invisibilidade. Torna possível “ver” através das coisas enquanto elas estiverem dentro desse campo de luz.

A pesquisa foi financiada pelo governo dos Estados Unidos e pode abrir caminho para desenvolver as primeiras fardas militares invisíveis.

mar qualquer estrutura maior). Construir de baixo para cima (ao invés de processar “de cima para baixo”, como se faz hoje) pode diminuir muito a quantidade de matéria-prima necessária. A fusão da matéria animada (viva) com a inanimada (não viva) na escala nano, associada à montagem de baixo para cima, significa novas possibilidades para a indústria.

Recentemente, a Ford Motor Co., dos Estados Unidos, afirmou que, por volta de 2015, cerca de 70% dos materiais para automóveis serão modificados ou redefinidos pela nanotecnologia. Se esse exemplo se repetir em outros setores, o que isso significará para o mercado de matérias-primas e de commodities? E para a população que depende delas para sua sobrevivência? Qual o impacto na economia mundial? Qual o impacto nos empregos de fábricas que manufaturam produtos?

Significará que a indústria terá opção de matérias-primas novas e diferentes. Que a quantidade de matéria-prima tradicional poderia ser muito reduzida. Que as tecnologias em nanoescala poderiam tornar a geografia, as matérias-primas e a força de trabalho, irrelevantes.

Com certeza, irá mudar a natureza e a geografia do trabalho, mas ainda não se sabe como. Esse é um tema que praticamente nenhum governo realmente tratou até agora.

Riscos potenciais sobre a saúde humana e o meio ambiente

Nanomateriais têm propriedades e comportamentos tão diversos que é impossível fazer uma avaliação genérica de seus riscos à saúde e ao meio ambiente. Cada novo material deveria passar por avaliações de saúde e segurança antes de ser liberado para uso comercial.

Nanomateriais podem ser mais tóxicos que as versões maiores de um mesmo composto. As nanopartículas têm uma superfície enorme proporcionalmente à sua massa (seu peso). Por causa disso, elas apresentam maior reatividade química, mais atividade biológica e uma maior ação catalizadora quando se comparam com partículas macro da mesma composição química. Como os



Algumas matérias primas que estão em jogo:

✿ **Algodão** - o valor da produção mundial de algodão foi de US\$ 24 bilhões em 2003. Está sendo desenvolvida uma fibra sintética manipulada em nanoescala que tem a mesma textura do algodão - mas é muito mais resistente. O que as fibras nanotecnológicas vão significar para as 100 milhões de famílias envolvidas mundialmente com a produção de algodão? Dos 54 países africanos, 35 produzem algodão e 22 são exportadores. Estima-se que no Brasil foram cultivados mais de 1 milhão de hectares na safra 2007-2008.

✿ **Borracha** - as exportações atingiram cerca de US\$ 3,6 bilhões em 2000. A indústria está pesquisando nanopartículas para fortalecer e aumentar a duração dos pneus de automóveis. Também está criando nanomateriais que poderiam substituir parte da borracha natural ou até mesmo acabar com a necessidade de borracha natural. Pneus necessitem pouca ou nenhuma borracha no futuro poderia ser positivo para o ambiente. Mas as consequências seriam devastadoras para os milhões de produtores e trabalhadores rurais da borracha. Só na Tailândia, são seis milhões de produtores.

✿ **Cobre** - cerca de 45% das exportações de cobre provêm do Chile

✿ **Platina** - a África do Sul abastece 77% do mercado mundial, que soma US\$ 6 bilhões



O tamanho faz toda a diferença!

⊗ Nanopartículas menores do que **300 nanômetros**, quando ingeridas, podem atingir o sistema linfático e penetrar na corrente sanguínea

⊗ Abaixo dos **100 nm**, os efeitos quânticos transformam bastante as propriedades dos elementos e compostos convencionais. Propriedades tais como resistência, elasticidade, condutividade elétrica e cor podem mudar – e continuar mudando – quanto menores as coisas se tornam.

⊗ Com **70 nm**, as nanopartículas podem se incrustar profundamente no tecido pulmonar

⊗ Uma partícula de **50 nm** pode entrar dentro das células sem ser percebida.

⊗ Partículas de **30 nm** podem atravessar a barreira que protege o cérebro.

nanomateriais podem ter uma biodisponibilidade mais elevada do que partículas macro, eles são mais absorvidos pelas células, pelos tecidos e pelos órgãos. Nanomateriais com a mesma composição química, que tenham tamanhos ou formas diferentes, podem ter toxicidades completamente distintas.

Também devido ao seu tamanho, os nanomateriais são capazes de penetrar através da pele e da corrente sanguínea. Porém, eles são tão pequenos que o sistema imunológico não consegue detectá-los, ou seja, eles fogem dos mecanismos de controle e proteção do corpo, podendo atravessar membranas protetoras como a da placenta e a do cérebro (uma barreira natural que serve para impedir a entrada de agentes tóxicos no cérebro). No nível atômico não há distinção entre matéria viva e não viva, o que significa que nanopartículas inanimadas (não vivas) introduzidas em organismos vivos não seriam rejeitadas porque o organismo não seria capaz de diferenciá-las das partículas de sua própria constituição biológica. Ou seja, são indetectáveis. Vários estudos mostraram que nanopartículas sintéticas contidas em nanomateriais comercializados, ao entrar em contato com tecidos vivos, produzem radicais livres, causando inflamação ou dano aos tecidos e ao DNA e o posterior crescimento de tumores. Também afetam negativamente as funções celulares podendo até causar morte celular.

Em 2009, o painel de especialistas da Agência Europeia para Segurança e Saúde no Trabalho identificou que as partículas nano (e as ultrafinas) são o principal risco à saúde nos locais em que se trabalha com elas. Esses riscos ocupacionais têm que ser enfrentados imediatamente, pois trabalhadores que manuseiam, fabricam, empacotam ou transportam mercadorias, alimentos ou insumos agrícolas que contêm nanomateriais enfrentam uma exposição repetitiva e em níveis mais elevados do que a população em geral. Também pode ocorrer contaminação após o descarte, no ambiente, de sobras de fabricação ou de produtos fora de uso.

E o preocupante é que os cientistas ainda não sabem qual o nível de exposição a nanomateriais que poderia afetar a saúde dos trabalhadores. Nem se há um nível de exposição ocupacional que pode ser considerado seguro. Também ainda não existem sistemas e equipamentos confiáveis para prevenir a exposição no trabalho. Estudos mostraram que a forma principal de contaminação por exposição ocupacional é a inalação de nanomateriais, que daí vão para a corrente sanguínea. A outra forma mais frequente é a penetração pela pele. Mas, como não se conhece os limites seguros de exposição de qualquer das nanopartículas, só restam medidas paliativas de proteção, como, por exemplo, recomendar o uso de luvas. As legislações sobre saúde no trabalho não consideram as nanopartículas como novos químicos.

Alguns nanomateriais e seus possíveis efeitos:

Nanopartículas - podem provocar reações de inflamação nos tecidos do corpo

Nanopartículas de carbono - podem penetrar no cérebro pela mucosa do nariz

Nanopartículas de prata, de dióxido de titânio, de zinco e de óxido de zinco - usadas em suplementos nutricionais, embalagens para alimentos e materiais que entram em contato com alimentos, apresentaram alta toxicidade para células em estudos feitos em tubos de ensaio. Testes de laboratório também mostraram que nanopartículas de óxidos de metais podem penetrar nas células e danificar o DNA.

Nanocompostos - podem chegar à corrente sanguínea por inalação ou ingestão, e alguns podem penetrar pela pele. São capazes de atravessar membranas biológicas e atingir células, tecidos e órgãos que partículas maiores não conseguem. Podem flutuar no ar, viajando por grandes distâncias. Como na sua maioria são novos compostos, que não existem na natureza, os danos ainda não podem ser avaliados. É possível que eles se acumulem na cadeia alimentar da mesma forma que os metais pesados.

Fulerenos de carbono – podem, rapidamente, causar danos cerebrais em peixes; interferem na coagulação do sangue em coelhos; um teste com ratos mostrou comportamento de amnésia nos animais expostos. Em testes *in vitro*, mostrou que apenas 1 hora depois, os fulerenos foram capazes de aumentar a oxidação em tecidos expostos. Por apresentarem grande área superficial, são altamente reativos e podem formar radicais livres.

Nanotubos de carbono - são solúveis na água e, portanto, podem ser ingeridos. Estudos mostram que eles se comportam como as fibras de asbesto (ou amianto). Na Austrália, Reino Unido e Suíça há solicitação de cientistas e seguradoras para aplicar o princípio da precaução no manejo desses nanotubos, devido aos riscos à saúde.

Nanotubos de carbono - um novo asbesto?

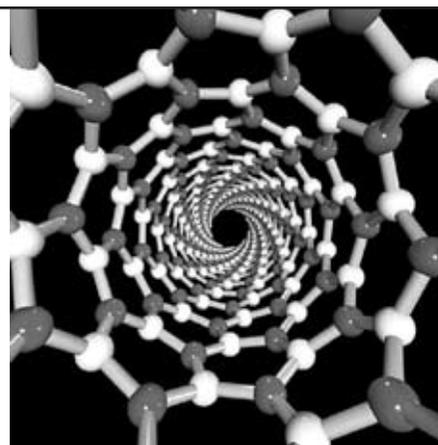
Estudos mostram que os nanotubos de carbono podem ser tão perigosos quanto o asbesto, com riscos de desencadear problemas respiratórios e câncer de pulmão se inalados. Asbesto ou amianto é uma fibra mineral e é o material com o qual são feitas as caixas de água e as telhas do tipo "Brasilit", entre outros usos.

Nanotubos de carbono disponíveis no mercado, quando injetados nos pulmões de ratos, causaram sérios danos pulmonares. A dosagem aplicada aos ratos foi mais ou menos equivalente ao nível de exposição de um trabalhador num período de 17 dias. Camundongos que foram expostos a nanotubos de carbono tiveram sérios danos no DNA, no coração e na artéria aorta. Outros tipos de nanotubos podem afetar o corpo de forma diferente (para melhor ou para pior). Em agosto de 2007, a Sociedade Americana de Química comunicou que a fabricação de nanotubos de carbono deixa resíduos que têm componentes cancerígenos.

Nanotubos de carbono são extremamente fortes e podem ser usados em novos medicamentos, em baterias eficientes, em eletrônicos, ou para tornar plásticos muito mais resistentes, etc.

Já há consenso entre os cientistas de que inalar amianto pode resultar em câncer de pulmão. Mas, pesquisas feitas em animais de laboratório não mostraram esse resultado, porque a doença demora mais tempo para aparecer do que o tempo de vida desses animais em laboratório. No caso do amianto, pode levar de 30 a 40 anos após a exposição para os problemas se manifestarem.

Isso é mais uma evidência de que é necessário aplicar o princípio da precaução a fim de assegurar que exposições de longo prazo a nanotubos de carbono não resultem em prejuízos à saúde.



Peso menor, impacto muito maior:

Um estudo sobre a produção de nanofibra de carbono mostrou que o potencial de contribuir para o aquecimento global, reduzir a camada de ozônio e apresentar toxicidade humana ou ambiental pode ser até 100 vezes maior, por unidade de peso, do que o potencial de materiais convencionais, como alumínio, aço ou polipropileno (um tipo de plástico).

Qualquer ganho ambiental devido às reduzidas quantidades usadas na nanotecnologia poderia ser amplamente superado pelos custos ambientais de sua produção.

Adaptado de IPEN e EEB



Em 2006, o Projeto sobre Tecnologias Emergentes (PEN) estimou que, entre 2011 e 2020, serão produzidas 58.000 toneladas de nanomateriais em todo o mundo. O PEN manifestou sua preocupação de que, devido à potência desses nanomateriais, isso poderia ter um impacto ecológico equivalente a 5 milhões de toneladas – ou talvez até 50 bilhões de toneladas – de materiais convencionais.

Adaptado de IPEN e EEB

A grande maioria dos trabalhadores das indústrias que usam processos ou têm aplicações nano em seus produtos não sabem que estão trabalhando com nanotecnologias. Mas há organizações de trabalhadores, como por exemplo a UITA (União Internacional dos Trabalhadores da Indústria da Alimentação e Agricultura) e sindicatos de trabalhadores da Austrália, que estão preocupadas. As organizações têm bem vivo o exemplo do amianto, outro material “maravilhoso” que deu errado, e que será responsável por cerca de um milhão de mortes em todo o mundo até 2035, por causar um tipo de câncer de pulmão.

Outro fator de preocupação é que os nano materiais manufaturados têm como destino final o lixo comum e, a partir daí, podem contaminar o ambiente. Isso pode significar uma diversidade de sérios riscos ecológicos nunca vistos anteriormente. Os poucos estudos existentes sugerem que os microorganismos e as plantas podem produzir, modificar e concentrar as nanopartículas, e que é possível ocorrer bioacumulação (os seres vivos absorvem e retêm os contaminantes mais rápido do que conseguem eliminar), ou mesmo bioampliação (os contaminantes vão se concentrando em cada novo degrau da cadeia alimentar).

Até agora, ninguém sabe realmente como as nanopartículas irão se comportar em diferentes solos. Os estudos feitos parecem mostrar que o ambiente determina o comportamento: em alguns solos elas se movem rapidamente e por longas distâncias, enquanto em outros, praticamente não se deslocam. Os efeitos das nanopartículas na vida do solo também são praticamente desconhecidos. Estudos iniciais mostram que alguns tipos de nanopartículas podem causar danos aos microrganismos, enquanto outros não.

Não tão verde quanto diz ser

A nanotecnologia é apresentada como uma fonte de soluções tecnológicas sem precedentes para diversos problemas ambientais, como mudança climática, poluição e água potável. Os entusiastas afirmam que ela permite o crescimento econômico através de melhores produtos e novos mercados, ao mesmo tempo em que reduziria drasticamente nosso consumo de recursos naturais. Estão aparecendo evidências de que essas afirmações não apresentam o panorama completo, pois minimizam ou ignoram sérios riscos ambientais. Também quase não levam em consideração os impactos ambientais que ocorrem durante a manufatura dos nanomateriais, tais como maiores demandas de água e de energia. Raramente a indústria reconhece os problemas da nanotecnologia. Enquanto isso, os benefícios alegados são frequentemente exagerados, não testados, e, em muitos casos, faltam alguns anos para se tornarem realidade.

Prata em nanoescala

Na medicina, a prata foi usada desde o século 18 até a introdução do primeiro antibiótico eficaz, a penicilina, em 1941. Hoje, com uma série de bactérias resistentes a antibióticos, a prata voltou a ser uma opção atraente para uso médico-hospitalar.

A prata em nanoescala é eficiente destruidora de germes (seu efeito biocida aumenta até 45 vezes), mas representa uma séria ameaça à saúde pública. Muitos tipos de bactérias são necessários para nossa sobrevivência e a de outros organismos vivos, mas a nanoprata não faz distinção entre as bactérias que provocam doenças e as úteis – mata todas com as quais entra em contato. Ela também pode promover a resistência de bactérias, um crescente problema médico em nível global.

Na forma de nanoprata, tornou-se um ótimo chamariz para vender os mais diversos produtos de uso doméstico e profissional. Cada vez mais presentes em inúmeros itens consumidos no dia a dia, sem qualquer regulamentação, as nanopartículas de prata são um risco para trabalhadores que fabricam esses produtos, para a saúde dos consumidores e para o ambiente. Podem interferir nas bactérias benéficas em nossos corpos e no ambiente e até resultar no desenvolvimento de bactérias prejudiciais mais virulentas. Sabendo ou não, muitas pessoas entram diariamente em contato com nanoprata.

As empresas asseguram que a nanoprata permanece no produto durante todo seu prazo de validade, mas há estudos mostrando que não é bem assim. Descobriu-se que nanopartículas de prata usadas no tecido de meias, para reduzir chulé, podem ser eliminadas na lavagem. As nanopartículas de prata são capazes de se soltar de produtos como roupas, cosméticos e filtros de máquinas de lavar roupa para os sistemas de circulação de água. Portanto, podem afetar a vida natural (algas, bactérias, peixes) bem como têm o potencial de interferir em sistemas de tratamento de água e de esgotos (incluindo fossas sépticas) e na compostagem e fermentação de resíduos orgânicos, já que podem destruir bactérias importantes que decompõem a matéria orgânica. Os efeitos negativos da prata no meio ambiente são bastante conhecidos, mas praticamente nada se conhece da toxicidade da nanoprata no ambiente. Pode, entre outros efeitos, matar bactérias e fungos de solo, minhocas, e se acumular ao longo da cadeia alimentar.

Alguns tipos de produtos comercializados mundialmente em que nanoprata é usada como agente para eliminar micróbios:

✳ suplementos alimentares · bebidas energéticas · embalagens e recipientes para alimentos · materiais para embrulhar alimentos ✳ produtos para bebês e crianças (carrinhos, brinquedos de pelúcia, lenços umedecidos, colchões, mameadeiras e bicos para mameadeiras, chupetas) · canecas e talheres para crianças · brinquedos ✳ geladeiras · lavadoras de louça e de roupas · filtros de água · filtros de ar · utensílios domésticos · tábuas para cortar alimentos · garrafas térmicas · talheres · facas · panelas · assadeiras · bule de chá · copos · tigelas ✳ cobertores, colchões de espuma · travesseiros · estofamentos ✳ cosméticos · secadores de cabelo · escovas de cabelo · chapas para alisar cabelos · escovas de dentes · desodorantes · absorventes higiênicos femininos · produtos de higiene pessoal · camisinhas ✳ tecidos · meias · calçados esportivos · roupas íntimas · roupas hospitalares ✳ escova para limpar mameadeiras, para lavar pratos, para lavar mãos · luvas de borracha · toalhas umedecidas · produtos para limpeza de casa e jardinagem · agentes de limpeza · sabões · produtos para esterilizar e desodorizar · desinfetantes · produtos para limpar piscinas ✳ tintas, vernizes e sprays para revestir paredes e pisos · pias · bidê higiênico · carpetes ✳ aplicações médicas e hospitalares · aplicações odontológicas ✳ artigos eletrônicos como teclado e mouse · telefones ✳ tinta para impressão eletrônica ou ótica-eletrônica ✳ produtos para tratamentos de sementes ✳ produtos para animais de estimação



Em 2006, a agência ambiental dos Estados Unidos começou a regulamentar o uso da nanop prata como um tóxico dentro da Lei Federal de Inseticidas, Fungicidas e Rodenticidas. Por isso, empresas que utilizam essas partículas de nanop prata precisam registrar o produto final como um produto tóxico, mesmo que seja um teclado de computador.

Aparentemente, a nanop prata é um agente bactericida eficaz não apenas por ser prata, mas também devido ao seu tamanho. Uma das coisas que a nanop prata faz, assim como outras nanopartículas, é produzir moléculas conhecidas como ROS, entre as quais estão os radicais livres. Essas moléculas interferem no metabolismo celular, provocam inflamações e danificam proteínas, membranas e o DNA.

Tem crescido significativamente o uso de nanop prata em materiais que entram em contato com alimentos e em desinfetantes, o que significa que os seres humanos e o meio ambiente serão cada vez mais expostos a essas substâncias. Estudo recente mostra que a nanop prata usada em embalagens e plásticos para alimentos pode penetrar e aderir ao DNA, interferindo no seu processo de replicação. A nanop prata pode penetrar no corpo humano através do trato respiratório, trato digestório e trato genital feminino (com o uso de produtos de higiene pessoal disponíveis no mercado).

Tecnologias de nanop prata disponíveis para a indústria brasileira e exemplos de produtos que as empregam:

✿ a tecnologia da "família" **Diya**, da empresa brasileira Quattor (que comercializa a resina Diya 721 para incorporar em resina plástica) é usada nas lavadoras de roupas **SUGGAR**

✿ a empresa coreana Nano T&C A, disponibiliza a tecnologia **Nano Silver**. Essa tecnologia também já pode estar sendo aplicada em resinas (plásticos) que são usadas para fabricar as chamadas embalagens inteligentes para alimentos. Usada nas lavadoras e secadoras WD da **LG**; bidê higiênico para vaso sanitário; aspirador de Pó **LG Bio Tank**; secador de cabelos Salon 3000 Ceramic Íon; chapa alisadora Nano Silver Tourmaline Ceramic Ultra Fina e chapa alisadora a Vapor Nano Silver **Conair**; secador de Cabelos Nano Silver Infiniti 1875W **Conair**; escovas de cabelos profissionais **Vertix Cerdas Nano Silver Íon** e **Vertix Nano Silver Hot Íon**; escova de cabelos **Proart Profissional Vazada Nano Intensive Liss**

✿ a Thomson Research Associates, do Canadá, disponibiliza a tecnologia **Ultra-Fresh Silpure**, usada em equipamentos e roupas para a prática de esportes ao ar livre da **Kailash**

✿ a tecnologia **True Life Silpure**, da Diklatex (uma das maiores fornecedoras de tecidos tecnológicos para artigos esportivos) é usada nos travesseiros **Nanno**, camisetas **Babolat New Challenger Nano** e colchões **Americanflex**

✿ a tecnologia **Silver Wash**, da **SAMSUNG**, é usada em lavadoras e secadoras de roupas

✿ uma tecnologia não identificada é usada em roupas esportivas da marca Fila



As organizações *Center for Food Safety e International Center for Technology Assessment*, dos Estados Unidos, juntamente com várias outras organizações, apresentaram um pedido à Agência de Proteção Ambiental norte-americana para suspender a comercialização de mais de 200 produtos, bem como garantir a inocuidade da nanoprata antes de liberar produtos para a comercialização. Da mesma forma, a organização *FOE Australia* está solicitando, em seu país, uma moratória imediata na comercialização de produtos que contenham nanoprata na sua fabricação, até que haja regulamentação específica para nanotecnologia e que os produtos sejam regulamentados e rotulados.



Regulamentação

Nos últimos anos, foram organizados uma série de “diálogos” internacionais e “multissetoriais”, de diretrizes voluntárias e de códigos de conduta para a indústria, sem muita utilidade. Na sua grande maioria, ignoraram a participação dos países do Sul e da sociedade civil. O Estado brasileiro participou de alguns desses fóruns.



Para evitar conflitos com as indústrias e fazer de conta que estão agindo, os governantes têm deixado que as empresas e instituições se autorregulem, já que uma regulamentação adequada poderia comprometer o ritmo de pesquisas e os investimentos. Mas, como o sistema voluntário parece não estar funcionando como deveria, Canadá e França, por exemplo, começam a introduzir sistemas obrigatórios de declaração de nano nos produtos.



Para poder regulamentar, não bastam só recursos financeiros. Antes de mais nada, é crucial chegar a uma definição do que é nanotecnologia. Os padrões – que são acordos globais sobre definições, caracterizações, métodos de testes e de medição, níveis seguros de exposição, etc. – irão determinar a escala econômica dos nano empreendimentos, o quanto os governos e as indústrias serão responsabilizados pelos efeitos negativos, e o nível de riscos a que estarão expostos a população humana e o ambiente em geral.

Mas, atualmente, apesar dos padrões para proteger a saúde humana e o ambiente estarem nas mesas de negociação, o enfoque principal dos governantes ainda é liberar o caminho para o nanocomércio. A indústria criou uma percepção junto aos governos de que está acontecendo uma corrida científica que eles não podem se permitir perder. Para as indústrias, que obviamente defendem a autorregulamentação, é importante que as normas instituídas não atrapalhem seus negócios, e que os governos continuem assegurando firmemente o regime de propriedade intelectual (as patentes).



De novo, a lógica da equivalência substancial?

As agências reguladoras tendem a olhar as nanoversões dos químicos como se fossem os próprios químicos, mesmo se as características forem diferentes devido ao tamanho. Na prática, é como se a categoria de nanoproductos não existisse.

Para quem tem acompanhado o debate sobre transgênicos, o conceito de equivalência substancial é bem conhecido. Esse conceito permitiu às corporações de biotecnologia conseguir autorizações para comercialização em todo o mundo sem realizar testes adequados de segurança, alegando que o produto transgênico é praticamente igual ao convencional, exceto por um mínimo detalhe. É um conceito pseudocientífico para evitar testes biológicos, toxicológicos e imunológicos.

Parece que a indústria de nanotecnologia está tratando aspectos de nanossegrurança dentro da mesma lógica. Assumir que as novas partículas nano são equivalentes às macro, apenas por que os átomos são os mesmos, é ignorar os efeitos quânticos.

Especialistas dizem que é insuficiente analisar só a composição e a massa (peso) dos nanomateriais para identificar seus efeitos tóxicos. Também é necessário analisar a forma, o tamanho, a área da superfície, a química da superfície e a solubilidade deles.

As definições de padrões não envolvem só um trabalho técnico, mas também aspectos éticos, sociais, ambientais e de saúde. Uma frente de disputa é justamente definir o que é nanotecnologia. Para a indústria, convém que se defina como partículas entre 1 e 100 nm – no caso de regulamentação futura, isso reduziria o número de produtos a serem rotulados, bem como as avaliações de riscos. Organizações da sociedade civil, como a *Soil Association*, do Reino Unido, e *Amigos da Terra Internacional*, cobram que o tamanho seja até 300 nm, pois, em muitos casos, os efeitos quânticos e alterações nas propriedades químicas começam a partir dessa escala.

Afora uma regulamentação que será aplicada pela União Européia a alguns nanocosméticos, em nenhum outro lugar do mundo há qualquer regulamentação nacional específica para nanotecnologia. Numa forma estranha de admitir sua ignorância, os governos tendem a dizer que permitem a comercialização devido à falta de informações sobre a tecnologia. Há quem diga que é impossível regulamentar algo que ainda se desconhece. Basicamente, a conduta dos governos tem sido “esperar para ver” - uma forma bastante perigosa de se determinar riscos.

Nenhuma agência de regulamentação tem, até hoje, métodos efetivos para monitorar riscos de exposição a nanopartículas engenheiradas. Da mesma forma, atualmente, nenhuma agência especifica níveis seguros de exposição que os fabricantes de nanopartículas têm que obedecer, apesar da grande quantidade de produtos já encontrados hoje no mercado, além dos que estão por vir.

Mas isso não é nenhum motivo de surpresa! Sabe-se que as agências reguladoras dos países ricos estão “correndo atrás da máquina” para fazer avaliações de risco e regulamentar os químicos que já existiam antes da nanotecnologia. Por exemplo, a União Européia conseguiu rever, até hoje, 3.000 dos 30.000 químicos que são usados comumente. Em resumo, as agências não estão dando conta de lidar com os nanoproductos que já estão aí e não têm estrutura para começar a tratar das aplicações que vem pela frente.

Como não existe nenhuma regulamentação, não há qualquer exigência legal de rotular nanomateriais. Há uma atenção especial da indústria e das instituições em apresentar a nanotecnologia e os produtos nanotecnológicos como seguros, sem riscos. Praticamente só aparecem nos rótulos quando o propósito é fazer propaganda do produto.

Há um movimento mundial crescente cobrando uma moratória para novos produtos comerciais até que haja regulamentação, cobrando que se desenvolva a regulamentação, e cobrando a rotulagem dos produtos que inclua a identificação dos materiais em nanoescala.

4. Aplicações das nanotecnologias na cadeia alimentar - agricultura e alimentos

Os consumidores, que já estão expostos aos riscos pouco conhecidos dos alimentos transgênicos, correm agora outros riscos com os nanoalimentos. Dá-se o nome de nanoalimento aos alimentos que foram cultivados, produzidos, processados ou embalados com o uso de técnicas ou de ferramentas nanotecnológicas, ou que tenham tido a adição de nanomateriais.

A nanotecnologia tem potencial para ser aplicada em todos os setores da produção agrícola e do processamento, e nas embalagens de alimentos. Ela também pode ser empregada no monitoramento de propriedades agrícolas e dos próprios alimentos. Estas possibilidades significam risco da nanotecnologia acentuar ainda mais o controle global das corporações sobre a agricultura e sobre os sistemas alimentares, reduzindo o poder dos agricultores sobre a produção de alimentos.

Ela também pode causar grandes mudanças nas cadeias de fornecimento de mercadorias e nos valores pagos, afetando sobretudo os produtos primários de exportação, tais como fibras (algodão, juta, etc.), bebidas (café, chá e cacau) e baunilha.

No futuro, as nanoindústrias poderão até ser capazes de fabricar “produtos agrícolas” apenas juntando átomos e moléculas. Hoje, a tecnologia já está saindo dos laboratórios e entrando nos alimentos, desde a lavoura até a geladeira doméstica. Nanomateriais são usados em insumos agrícolas, em alguns alimentos processados (como ingredientes e como aditivos), em suplementos nutricionais e em muitas embalagens e recipientes para alimentos.

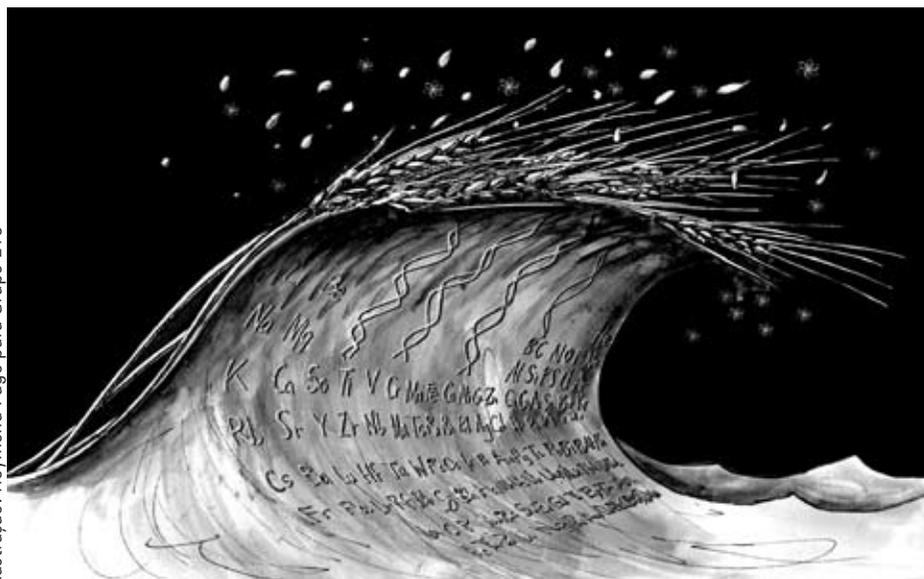


Ilustração: Reymond Pagé para Grupo ETC



Uma mesma tecnologia permite aplicações em toda a cadeia de produção agrícola e de processamento de alimentos:

Um exemplo são os chamados **nanocompósitos de argila**, que são plásticos aos quais se adicionaram plaquetas de argila.

Eles são amplamente usados em canos e plásticos que permitem a liberação controlada de herbicidas na agricultura, e foram estudados para revestir fertilizantes, visando a liberação controlada dos adubos. São também usados em embalagens para alimentos e para bebidas.

Essa variedade de usos em diversos setores assegura um maior retorno dos investimentos feitos em pesquisas e também possibilita a expansão dessas empresas.





Grandes empresas de agroquímicos investem em nanotecnologia,

pelo mercado de patentes e pela maior eficácia dos produtos. Entre elas:

✳ **BASF** - solicitou patente para uma formulação de agrotóxico com nanopartículas

✳ **Bayer** - solicitou patente na Alemanha para um agroquímico na forma de emulsão, em que o ingrediente ativo são gotas em nanoescala

✳ **Monsanto** - em associação com a companhia Flamel, pesquisou Roundup em nanocápsulas. Isso significaria mais 20 anos de patente. Aparentemente, o projeto está parado.

✳ **Pfizer (Farmacia)** - Tem patentes de nanocápsulas de lenta liberação, para serem usadas em fármacos, agrotóxicos e fertilizantes

✳ **Syngenta** - Desenvolveu a tecnologia Zeon, com cápsulas que liberam os agrotóxicos contidos nelas quando em contato com as folhas. No Brasil, o inseticida Karate é vendido com essa tecnologia, para uso em diversas culturas de grãos, frutas e hortaliças. Tem ainda, em outros países, o regulador de crescimento de plantas Primo MAXX (para impedir o crescimento rápido da grama de campos de golfe) e o fungicida Banner MAXX (para grama de campos de golfe).

A nanoagricultura e os nanoalimentos significam novos riscos ambientais

A produção, o consumo e o descarte de produtos agrícolas, alimentos e embalagens de alimentos que contenham nanomateriais manufaturados inevitavelmente resultarão na liberação desses materiais no ambiente, seja através do lixo das fábricas, pelo desgaste durante o uso de produtos, pelo descarte final ou pela reciclagem. Outros nanomateriais serão liberados intencionalmente no ambiente, como no uso de nanofertilizantes e nanoagrotóxicos.

Os riscos ecológicos associados aos nanomateriais ainda são pouco entendidos. E são ainda menos conhecidos os riscos dos cultivos geneticamente engenheirados com nanomateriais, ou dos organismos de biologia sintética desenvolvidos para a agricultura.

A nanotecnologia no campo

A nanotecnologia está introduzindo no campo uma diversidade de agrotóxicos e de fertilizantes químicos potencialmente mais potentes e mais tóxicos dos que os usados atualmente.

A maioria das grandes empresas de agroquímicos tem pesquisas de nanoagrotóxicos. Estão buscando formulações em nanoescala dos ingredientes ativos que já existem, pois uma nova formulação química normalmente significa uma nova patente, o que estende o monopólio exclusivo sobre um antigo agrotóxico. E, como é o mesmo químico da formulação antiga, não necessita passar pela tramitação burocrática para ser aprovado. Mas as empresas também desenvolvem essa tecnologia por razões mais práticas: o agroquímico tem a sua capacidade de matar aumentada, as partículas menores não entopem os bicos dos pulverizadores e, como se dissolvem bem na água, não é necessário agitar os tanques com tanta frequência.

Mas os nanoagroquímicos podem trazer mais problemas do que os antigos que eles substituem. Os agroquímicos usados até agora são responsáveis por poluir o solo, a água, os ecossistemas, reduzir a biodiversidade e afetar a saúde humana. Há quem diga que os agroquímicos nanoformulados, por serem mais potentes, terem maior capacidade de atingir o alvo, e maior duração no campo, vão ser melhores para o ambiente, porque serão necessárias menos aplicações e em quantidades menores, evitando perdas. O argumento de que os nanoagrotóxicos vão reduzir o uso total de agrotóxicos tem que ser olhado bem criticamente, já que promessa semelhante foi feita pelas mesmas companhias em relação aos cultivos transgênicos.

Também, essas mesmas características, que os tornam mais eficazes do que os agroquímicos em escala maior, significam riscos para os seres humanos e o ambiente. O que irá aconte-

cer com essas partículas tão pequenas quando as embalagens forem descartadas? Ficarão no solo, na água, no lençol freático, na planta? Se ficarem, irão contaminá-los? O que pode ocorrer no solo? O que significa para a segurança e a saúde dos trabalhadores rurais? Sabemos que nanopartículas comportam-se de forma distinta das maiores. Será que esses nanoagrotóxicos serão levados mais rapidamente para dentro dos alimentos? Caso isso aconteça, serão tóxicos para o ser humano? E para insetos benéficos, para a fauna e flora silvestres?

É provável que possam resultar em resíduos mais persistentes, criando novas formas de contaminação de solos, de cursos de água e do ambiente em geral. Especialmente importante para a agricultura é que nanoagentes antimicrobianos, como nanoprata, podem afetar a atividade de bactérias fixadoras de nitrogênio associadas às plantas leguminosas, como a soja ou adubos verdes.

Riscos à saúde associados aos nanoagroquímicos

A exposição a agrotóxicos convencionais foi relacionada ao aumento de casos de câncer e a sérios problemas reprodutivos em trabalhadores rurais e suas famílias. As nanoformulações dos agrotóxicos que já existem são projetadas para serem mais reativas e mais bioativas do que as convencionais. Portanto, mesmo em menores quantidades, os nanoagrotóxicos podem acarretar maiores riscos à saúde do que as formulações convencionais.

Essa tecnologia também é aplicada (e será cada vez mais) em produtos veterinários, em máquinas, equipamentos e na agricultura de precisão. As aplicações das nanotecnologias na agricultura de precisão vão, segundo o Grupo ETC, "...da poeira inteligente até a plantação inteligente".

A nanotecnologia também possibilita novas ferramentas para um controle maior na manipulação de genes de plantas e de animais. A nanobiotecnologia já está possibilitando que cientistas re-arranjem o DNA de cultivos agrícolas, o que deve aumentar a criação de novas variedades de cultivos transgênicos. Na transge-

"Poeira inteligente"

A poeira inteligente, cujo projeto inicial foi financiado pela Agência de Defesa dos Estados Unidos (DARPA), é um nanodispositivo que pode: monitorar as condições de prédios se misturado ao cimento; verificar temperaturas locais; verificar a presença de pessoas; medir o volume de tráfego; avaliar a extensão dos danos de um terremoto; coletar informações em campos de batalha, etc. Versões futuras não precisarão de baterias, captando energia no seu entorno. Espalhadas pela Terra, serão uma rede de informantes invisíveis e silenciosos, para monitorar o que quer que seja.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) tem como uma de suas prioridades a pesquisa com nanossensores e com "poeira inteligente". Esses sensores em rede poderão fornecer dados detalhados, em tempo real, para monitorar as condições do solo e das plantas na agricultura.

O "Smart Field System", ou "sistema de campo/lavoura inteligente", associado aos nanossensores, no projeto apelidado pelo USDA de "Little Brother" busca um sistema que, automaticamente, detecte, localize, informe e aplique água, fertilizantes e agrotóxicos - passando do monitoramento para a aplicação de medidas que corrijam o problema.

Sensores nanotecnológicos e nanobiotecnológicos estão sendo desenhados também para monitorar o cruzamento de animais e o melhoramento genético de cultivos ou de animais.

Esses sistemas de vigilância sem fios, de controle à distância da umidade do solo, temperatura, pH, disponibilidade de nitrogênio, presença de ervas indesejadas, doenças ou vigor de plantas e animais, etc. tornarão possível aplicar nanoadubos ou nanoagrotóxicos no solo ou no ar, mas ainda estão longe de ser realidade. Se funcionarem mesmo, provavelmente aumentarão a eficiência das operações, mas também poderão resultar na redução significativa de postos para trabalhadores rurais.

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA)

Inaugurado em maio de 2009, na Embrapa Instrumentação Agropecuária (São Paulo), com investimento da ordem de R\$ 10 milhões, visa atender às demandas próprias, às da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio - AGRONANO (composta de 90 pesquisadores, de 17 centros da Embrapa e de 15 universidades) e às do setor privado, como empresas de fertilizantes e de fármacos. A AGRONANO tem como objetivo “explorar a aplicação da nanotecnologia para aumentar a competitividade e a sustentabilidade do agronegócio brasileiro, seja pela melhoria da qualidade de produtos e de processos agroindustriais como pelo desenvolvimento de novos usos e produtos de origem agropecuária”. Aparentemente, a Embrapa e a rede AGRONANO não alocam recursos para avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais das tecnologias que desenvolvem.

Algumas das linhas de pesquisa no LNNA:

- ✧ Plásticos biodegradáveis para, entre outras aplicações, desenvolver películas/membranas invisíveis comestíveis para a proteção de frutas e de legumes, visando aumentar a durabilidade na prateleira
- ✧ Embalagens biodegradáveis, bioativas e inteligentes
- ✧ Sensores e biossensores (“línguas e narizes eletrônicos”), para controle de qualidade, certificação e rastreabilidade de alimentos. E novos sensores para descobrir patógenos e contaminações em alimentos e em produtos agrícolas
- ✧ Novos usos de materiais, extraído nanopartículas de materiais existentes na natureza e reapiando em novos produtos. Por exemplo, nanopartículas de casca de arroz adicionadas a certos tipos de plásticos resultariam em um produto mais resistente
- ✧ Nanopartículas para liberação controlada de fertilizantes e de agrotóxicos em solos e plantas, e de fármacos para o uso veterinário
- ✧ Nanobiotecnologia para caracterização de material genético e nanomanipulação de genes e de materiais biológicos. Por exemplo, a seleção de genótipos de milho para cultivo adequado a cada solo
- ✧ Caracterização de materiais de interesse do agronegócio para obtenção de informações inéditas sobre partículas de solos e de plantas, bactérias e patógenos de interesse agrícola
- ✧ Catalisadores mais eficientes para produção de biodiesel
- ✧ Utilização de óleos vegetais e outras matérias-primas de origem agrícola para produção de plásticos, tintas e novos produtos
- ✧ Estruturas para acelerar reações de degradação de contaminantes na água.

Adaptado do MCT

nia, ao invés de usar um vírus como vetor para levar o DNA estrangeiro e outros químicos para dentro das células, podem ser usadas nanopartículas, nanofibras e nanocápsulas como ferramentas. Relata-se que foram usadas “injeções” celulares com nanofibras de carbono contendo DNA estrangeiro para alterar geneticamente o arroz dourado. Essas variedades seriam uma nova fonte dos mesmos riscos ecológicos dos transgênicos atuais.

Enquanto a Europa considera proibir produtos nanotecnológicos na alimentação, no Brasil, segundo a Embrapa, a pesquisa e desenvolvimento da nanotecnologia aplicada à agricultura promete aumentar a qualidade e a competitividade da agroindústria nacional e da agricultura tropical, reduzindo custos e melhorando resultados. Mais uma vez, os lucros dos subsídios públicos serão privatizados enquanto danos à saúde e meio ambiente serão “socializados” entre a população.

A nanotecnologia entra nos alimentos

Praticamente todas as maiores companhias do setor de alimentos (como Heinz, Nestlé, Unilever e Kraft, etc.) pesquisam nanotecnologia, e existem inúmeras produzindo ingredientes considerados nanotecnológicos. A não exigência de rotular nanoingredientes torna difícil dizer qual é a situação real. E também tira a possibilidade de escolher não comer nanomateriais quando se consome alimentos processados ou embalados. Como quase nenhuma indústria de alimentos faz propaganda de que usa nanomateriais em seus produtos, é provável que o uso seja bem maior do que se supõe. A in-

dústria é cautelosa em divulgar os nanoalimentos, por receio de reações negativas por parte do consumidor. Algumas empresas, inclusive, afirmam que trabalham com moléculas que medem entre 200 e 400 nanômetros, maiores, portanto, do que elas definiriam como um produto de nanotecnologia.

As propriedades inovadoras dos nanomateriais oferecem novas oportunidades de aplicações para a indústria de alimentos: são aditivos nutricionais mais potentes, flavorizantes e corantes mais fortes ou ingredientes antibacterianos para alimentos embalados. Nanopartículas, nanoemulsões, nanocápsulas e lipossomas são encontradas em alimentos processados, em embalagens para alimentos e em outros materiais que entram em contato com comida, como recipientes para conservas, filmes, facas, tábuas de carne, panelas, assadeiras, geladeiras, etc.

Segundo a indústria, o uso de nanotecnologia na alimentação tem por objetivo adicionar qualidade nutricional, sabor e textura, e prolongar a validade a um

Nanomateriais afetam cultivos alimentares:

- ✿ **arroz** - um tipo de fulereno e um tipo de nanotubo de carbono atrasaram a floração em pelo menos um mês. Também reduziram a produtividade. As sementes expostas aos fulerenos durante apenas duas semanas passaram esses nanomateriais para a próxima geração de sementes.
- ✿ **trigo** - a exposição a nanotubos tornou as plantas mais vulneráveis para absorver poluentes.
- ✿ **alface, feijões, milho, soja, tomate e trigo** - tiveram inibição do crescimento

Adaptado de IPEN e EEB e "Environmental Toxicology and Chemistry"



Exemplo de aplicação prática da nanotecnologia na agricultura, já no mercado:

✿ **Geohumus** - é um granulado capaz de acumular água, feito da combinação de rocha vulcânica com material nanotecnológico super absorvente. Produzido na Alemanha, deve estar sendo importado pelo agronegócio no Brasil, como um adubo orgânico para aumentar a produtividade no campo, especialmente em áreas com escassez de água.

Adaptado de GEOHUMUS

Nano ração inteligente para frangos

Está sendo pesquisada uma ração para frangos com nanopartículas de poliestireno (o poliestireno expandido é o isopor), visando eliminar, do trato digestório, bactérias que provocam doenças, para não precisar usar antibióticos.

Os pesquisadores esperam que as nanopartículas saiam no esterco, limpando as aves antes do abate. Mas isso não é tudo! O objetivo de longo prazo dos pesquisadores é desenvolver nanopartículas desse tipo para tratar doenças humanas, especialmente diarreia, nos países em desenvolvimento.

A pesquisa levanta uma série de questões ainda sem resposta: O que acontece com os trabalhadores que entram em contato com essas nanopartículas? E com as pessoas que comem esses animais? O que ocorre com essas nanopartículas uma vez excretadas no ambiente? Uma vez que o esterco de aves é usado como adubo, as nanopartículas vão atingir o solo e a água?

Ao invés de atacar a raiz do modelo de produção industrial, estão desenvolvendo um remendo tecnológico com uso intensivo de capital, que tem o potencial de aumentar ainda mais a poluição agroindustrial.

Vale lembrar que esse mesmo modelo industrial de produção já nos levou a graves epidemias, tais como a gripe aviária e a doença da vaca louca. Em relação à vaca louca, constatou-se, após meses de estudos, que foi justamente o tipo de ração utilizada que gerou o distúrbio nos animais. O que podemos esperar dessas novas super-rações e suas soluções fantasiosas?

Adaptado do Grupo ETC

Exemplo de liberação química em nanoembalagem que está sendo desenvolvida:

✿ **Kraft** - nanossensor tipo língua eletrônica com sensibilidade para “perceber” químicos em partes por trilhão (ou seja, 1 parte em 1 trilhão de partes) e então orientar a liberação do químico. O objetivo é controlar a liberação de cheiro, gosto e nutracêuticos nos produtos alimentares, em resposta a preferências individuais dos consumidores.

A percepção das agências governamentais de regulamentação é:

**Não há dados
= não há problemas
= o consumidor que se vire!**

Aplicações potenciais da nanotecnologia no processamento, em embalagens e no monitoramento de alimentos:

- ✿ acentuar o sabor doce e o salgado
- ✿ aumentar a qualidade nutricional de um alimento
- ✿ aumentar a cremosidade de sorvetes
- ✿ disfarçar o cheiro ruim de comida estragada
- ✿ permitir que alimentos como refrigerantes, sorvetes, chocolates ou salgadinhos sejam anunciados como alimentos “saudáveis” devido à redução do conteúdo de gorduras, de carboidratos ou de calorias, ou pelo aumento do conteúdo de proteínas, fibras ou vitaminas
- ✿ mudar a cor do produto quando este se deteriora, se a nanosubstância for sensível a comida estragada
- ✿ produzir flavorizantes, corantes e aditivos nutricionais mais fortes, e coadjuvantes de processamento que aumentam a velocidade deste ao mesmo tempo em que diminuem os custos dos ingredientes e do próprio processamento
- ✿ desenvolver alimentos capazes de mudar sua cor, sabor ou propriedades nutricionais de acordo com as necessidades individuais de dieta, de alergias ou de gosto; embalagens para aumentar a validade, capazes de detectar deterioração, presença de bactérias ou perdas de nutrientes, respondendo com a liberação de substâncias antimicrobianas, ou de sabores, de cores ou suplementos nutricionais

custo acessível. O problema é que exatamente essas propriedades podem resultar em maior risco de toxicidade para a saúde humana e o ambiente. A incorporação de nanomateriais fabricados em alimentos e bebidas, suplementos nutricionais, embalagens para alimentos, e películas comestíveis para recobrir alimentos traz toda uma nova gama de riscos para o público consumidor e para os trabalhadores das indústrias de alimentos.

Um produto químico ser seguro em nível macro não quer dizer que seja seguro em nível nano - como já vimos, materiais com a mesma composição química, mas com diferentes tamanhos ou formas, podem ter toxicidades completamente distintas. Se uma substância já foi aprovada como alimento em escala macro, não há nenhum mecanismo legal que exija novos testes para avaliar sua segurança antes dela ser usada como nanoingrediente, nanoaditivo ou em nanoembalagens para alimentos. Na prática, até hoje, isso significa que as indústrias estão dentro da lei quando usam nanomateriais como ingredientes ou aditivos de alimentos, ou em embalagens para alimentos, e quando não colocam no rótulo.

Isso pode começar a mudar com uma nova diretiva do Parlamento Europeu que, num primeiro momento, votou pela exigência obrigatória de testes de segurança e de rotulagem de nanoprodutos alimentares. Como os métodos para testar especificamente a segurança da nanotecnologia ainda têm que ser desenvolvidos, isso na prática significaria uma moratória para produtos nanoalimentares. A Comissão Real Britânica Sobre Poluição Ambiental estima que possa levar até 15 anos para desenvolver protocolos para a avaliação de segurança de nanomateriais.

No Brasil, a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde) praticamente não tem nenhuma ação de controle ou de regulamentação específica para nanoalimentos. Também,

ainda não foi encontrado no País nenhum rótulo informando a presença de nanomateriais na composição ou nas embalagens de alimentos, apesar de empresas venderem nanomateriais que podem ser usados em embalagens para alimentos.

É preocupante que a garantia de segurança de produtos contendo ingredientes com propriedades biológicas desconhecidas seja dada apenas pelas alegações dos fabricantes.

A não exigência, por parte dos governos, de testes completos de riscos de toxicidade de aditivos alimentares com nanopartículas é absurda. Nanoingredientes em alimentos podem ter efeitos inesperados, absorção muito maior do que a desejada, ou alterar a absorção de outros nutrientes, mas quase nada se conhece a esse respeito.

Em alguns países já são comercializadas algumas marcas de margarinas, de bebidas sem álcool, de laticínios, de embutidos de carne e de outros alimentos processados contendo substâncias nano. Estão sendo usadas para curar/colorir/estabilizar embutidos; para fazer sorvete com menos gordura, conservando a textura e o sabor; para aumentar a rapidez no processamento de carnes; para processar e preservar bebidas, carnes, queijos e outros alimentos; para melhorar as propriedades de escorrimento; para prolongar a validade; para fortificar laticínios, cereais, pães e bebidas, etc. Na Suíça, há pesquisas para usar complexos nanoestruturados de ferro e zinco para fortificar alimentos derivados de trigo e arroz.

Características de nanoembalagens já usadas para alimentos ou em desenvolvimento:

✿ Interage com os alimentos que estão dentro, liberando nanoquímicos como antimicrobicos, antioxidantes, flavorizantes, fragrâncias ou nutracêuticos nos alimentos e bebidas, visando aumentar a validade, melhorar o gosto ou cheiro. Esse tipo de embalagem também pode incorporar elementos de “vigilância” que serão liberados caso ocorra um evento que desencadeie o processo, como alteração de umidade, por exemplo.

✿ Usando nanotubos de carbono, a embalagem consegue expelir oxigênio ou dióxido de carbono para fora da embalagem, para evitar a deterioração.

✿ Pode absorver odores indesejados.

✿ A própria embalagem e materiais para embrulhar alimentos tornam-se germicidas, porque nanomateriais antimicrobianos são incorporados. Normalmente, esse tipo de embalagem usa nanop prata.

✿ Com nanossensores para rastrear as condições do alimento dentro da embalagem, bem como as condições fora da embalagem ou do recipiente, em toda a cadeia do produto. Por exemplo, pode monitorar temperatura ou umidade ao longo do tempo e acumular informações sobre isso, mudando de cor. Empresas como Nestlé, British Airways e outras já usam sensores químicos macro. Os nanossensores reduziram os custos e aumentariam as possibilidades de controle.

✿ Etiquetas nanoRFID (identificação por radiofrequência), minúsculas, flexíveis e mais baratas que as etiquetas RFID já usadas, podem ser impressas, por exemplo, em etiquetas invisíveis, fornecendo os mais diversos dados. Por exemplo, podem ser aplicadas a cada laranja colhida.

✿ Nano biodegradáveis, já que o uso de nanomateriais pode reforçar os bioplásticos (plásticos feitos de plantas e não de petróleo) para serem usados contendo alimentos.

✿ Nanopelícula que não deixa, por exemplo, maionese ou catchup ficar aderido à embalagem. Na Alemanha, espera-se que esteja no mercado em 2 ou 3 anos, para não precisar mais bater ou sacudir os recipientes.

✿ Película comestível para revestir alimentos como carnes, queijos, frutas e hortaliças, balas, produtos de confeitaria e de *fast food*. Tem películas que não passam de 5 nm de espessura. Podem funcionar como uma barreira contra a umidade e troca de gases, funcionar como um veículo para liberar cores, sabores, antioxidantes, enzimas e agentes para evitar o escurecimento, podendo também aumentar a validade dos produtos, mesmo depois de abertos.



Alimentos e bebidas interativos:

A Kraft Foods, uma das maiores empresas de alimentos do mundo, desenvolve um projeto de alimentos e de bebidas “programáveis” ou “interativos”.

Um dos produtos é uma bebida que não tem nem sabor e nem cor. Com o uso de um aparelho doméstico transmissor de microondas, as nanocápsulas presentes dentro da embalagem do líquido se romperiam e liberariam a cor, o sabor e os nutrientes desejados, dentro de uma ampla gama de escolha (por exemplo, café, cerveja, suco de laranja, leite, chá, etc.). Um sem número de nanocápsulas que não fossem rompidas, contendo outras cores, sabores e nutrientes, seriam ingeridas ainda intactas.

Esse tipo de projeto também é desenvolvido por outras corporações de alimentos, como a Nestlé.

Adaptado de Grupo ETC

A biologia sintética aplicada na alimentação

A empresa Amyris Biotechnologies está desenvolvendo organismos completamente novos - micróbios sintéticos - para produzir nutracêuticos, vitaminas e flavorizantes para serem usados no processamento de alimentos.

Exemplos de nanoestruturas que podem ser usadas em alimentos:

✱ lipossoma ✱ nanoemulsão ✱ nanocápsula

Exemplos de ingredientes ativos em nanoescala que podem ser usados em alimentos ou em embalagens para alimentos:

✱ dióxido de titânio ✱ óxido de zinco ✱ ferro ✱ vitaminas ✱ enzimas
✱ Ômega 3 ✱ coenzima Q10 ✱ isoflavonas ✱ flavonóides ✱ carotenóides
✱ fitoextratos ✱ óleos essenciais ✱ conservantes ✱ corantes

Testes mostram evidências de toxicidade de alguns nanomateriais já usados comercialmente pela indústria de alimentos:

✱ **dióxido de titânio** - nanopartículas usadas como protetor antimicrobiano e de radiação UV (ultravioleta) em embalagens de alimentos e recipientes para estocagem, e vendido como aditivo para alimentos. *In vitro*: destruiu DNA; produziu radicais livres em células imunológicas do cérebro; produziu dano em células de pele humana quando expostas a luz UV; em altas concentrações, interferiu no funcionamento de células da pele e pulmões. *In vivo*: danos ao fígado e rins de fêmeas de camundongos; aplicado em camundongos fêmeas, prejudicou a expressão de centenas de genes relacionados ao sistema nervoso central de suas crias, que apresentaram disfunções neurológicas. As doenças associadas a esses genes incluem autismo, epilepsia e desordens de aprendizado – manifestas normalmente na infância – e Alzheimer, Parkinson e esquizofrenia, desenvolvidas na vida adulta.

✱ **nanoprata** - usada como antimicrobiano em embalagens de alimentos e também vendida como suplemento para a saúde. *In vitro*: altamente tóxica para células tronco germinativas de camundongos; altamente tóxica para células do fígado e do cérebro de ratos.

✱ **óxido de zinco** - usado como antimicrobiano em embalagens de alimentos e também vendido como aditivo nutricional. *In vitro*: tóxico para células humanas e de ratos. *In vivo*: danos ao fígado, coração, baço e pâncreas de camundongos; camundongos testados apresentaram sintomas severos de letargia, vômito e diarreia.

No Brasil, sabe-se que há nanoaditivos sendo comercializados, mas não se sabe se estão sendo usados em alimentos. Eles podem reduzir significativamente as quantidades necessárias de aditivos, beneficiando as indústrias processadoras de alimentos.

Há cientistas que sugerem que partículas de tamanho de até algumas centenas de nanômetros, usadas como aditivos alimentares e na agricultura, e, portanto, presentes nos alimentos, possam ser um dos fatores do aumento de disfunções do sistema imunológico e do aumento da incidência de doenças autoimunes como a síndrome do intestino irritável e a Doença de Crohn.

Nanomateriais são muito usados em embalagens plásticas, em materiais para embrulhar alimentos e em garrafas plásticas para cervejas, refrigerantes e sucos. As nanoembalagens antibactérias e os nanosensores têm sido anunciados como garantia de maior segurança para os alimentos, por detectarem ou eliminarem bactérias e a contaminação tóxica destes. Se essas nanopartículas migrarem para os alimentos, isso significa novos riscos à saúde. É algo que parece inevitável à medida que nanofilmes ou nanoembalagens são projetados para liberar substâncias antibacterianas na superfície dos alimentos em resposta ao aparecimento de bactérias, fungos ou mofo.

Também há um risco para os consumidores se as nanopartículas de prata puderem migrar dos recipientes para os alimentos ou bebidas. Estudos preliminares indicam que pode haver algum nível de migração. São necessárias mais pesquisas sobre esse tema, antes que essas embalagens sejam permitidas no mercado.

Há empresas que comercializam nano suplementos nutricionais, como nano óxido de zinco, nano sílica, vitaminas, etc. O risco também é ocorrer a liberação de doses excessivas de alguns minerais e vitaminas, devido à alta biodisponibilidade das nanopartículas – ou seja, o organismo absorve muito mais.

Aparentemente, nenhum estudo de longo prazo foi feito para investigar se nanopartículas têm toxicidade crônica.

Para as agências reguladoras, conseguir detectar e avaliar a segurança de ingredientes ou contaminantes de nanoalimentos será uma tarefa bem difícil. Os testes necessários são tão especializados que os protocolos para as análises de segurança dos alimentos talvez enfrentem obstáculos práticos intransponíveis. Isso lança dúvidas quanto à possibilidade de uma regulamentação ser capaz, realmente, de garantir a segurança dos nanoalimentos.

Exemplos de produtos desenvolvidos ou em desenvolvimento no Brasil:

- ✿ um plástico PVC cujo nanocomposto será aplicado na parte interna de tampas, para auxiliar na vedação de potes para embalagens de alimentos (Braskem)
- ✿ polipropileno com nanocompósitos. A Termolar, que produz garrafas térmicas, desenvolve produtos com esse polipropileno (Braskem)
- ✿ uso de nanopartículas metálicas para absorver a radiação UV (ultravioleta), visando aumentar a validade de alimentos (Quattor)
- ✿ película comestível para frutas (Embrapa)



Algumas outras aplicações de nanotecnologia:

✿ **Nanomateriais na cozinha, equipamentos e utensílios**

- todos os artigos, utensílios e equipamentos com nanoprata; painéis antiaderentes; assadeiras de vidro antiaderentes, etc. Também é vendida no Brasil, para uso doméstico, a Máquina de Café Expresso Primea Touch Plus Silver Saeco, em que “as propriedades da nanotecnologia garantem que todos os circuitos em contato com o leite estejam sempre perfeitamente limpos”.

✿ **Água potável retirada do mar** - a empresa brasileira Aquamare transforma água do mar em água potável. A marca H₂Ocean é fabricada no Brasil, mas envasada e vendida no exterior. É coletada em alto mar e processada através de nanofiltragem, num procedimento patenteado.

5. Aplicações da nanotecnologia em cosméticos

A nanotecnologia já está no dia-a-dia dos brasileiros também através de cosméticos e produtos de higiene pessoal. E, mais uma vez, o desconhecimento dessa realidade é quase total entre os consumidores.



O grande apelo atual do setor de cosméticos é 'a natureza' associada com 'a tecnologia de ponta' – os chamados nanocosméticos. A sofisticação da tecnologia aumenta o valor agregado dos produtos e dá ao consumidor uma percepção de desempenho melhor quando são comparados com cosméticos convencionais.

O discurso é o mesmo de sempre: a cada novo produto lançado estamos mais perto de acabar com cabelos maltratados, com rugas e manchas, e mais próximos da juventude eterna. Também, ter pele e cabelos saudáveis e bem tratados seriam itens fundamentais na aparência de uma pessoa, tanto na vida pessoal quanto profissional.

O mercado mundial de nanocosméticos, em 2007, foi estimado em US\$ 72 milhões, com previsão de chegar a uns US\$ 140 milhões até 2012. Nessa área, a maior quantidade de patentes é para produtos de cuidados com a pele e, a seguir, de produtos para o cabelo. São usados também em esmaltes, em maquiagens (batons, por exemplo, para aumentar o brilho). Às vezes aparecem nos rótulos como nanoemulsão, nanoesferas, nanossomas, nanocápsulas, lipossomas, etc. - ou com o nome comercial registrado.

Os protetores solares, cremes antirrugas, xampus e condicionadores, e desodorantes com nanocomponentes espalham mais facilmente, têm sensação mais suave ao toque, têm liberação controlada dos ingredientes ativos e maior penetração nos cabelos e na pele, atingindo camadas mais profundas. É justamente essa capacidade maior de penetração que pode significar riscos.

A indústria de cosméticos não está sujeita ao mesmo grau de exigências que os medicamentos para que a comercialização de um produto seja aprovada. Então, os estudos de segurança feitos em seus nanocosméticos são apenas aqueles exigidos para poder liberar o produto. Apesar de haver muito poucos estudos feitos para avaliar a toxicidade, estão sendo amplamente comercializados. E a grande maioria não identifica as nanopartículas em seus rótulos.

De forma semelhante ao que acontece com os transgênicos e com os nanoalimentos, são as próprias empresas fabricantes que garantem que seus produtos são seguros.





Riscos dos ingredientes invisíveis – o caso do nano-ouro:

Na sua química, as nanopartículas são iguais às partículas grandes. Mas, quando em contato com o corpo humano, podem se comportar de maneiras não previstas, alcançando os tecidos de jeitos que nunca existiram antes.

Um exemplo é o ouro. É empregado há milênios para fazer jóias porque é um metal inerte, ou seja, não reage com a pele.

Desde tempos antigos também é usado para tratar a pele e ingerido como medicamento. Agora, volta a ser popular como tratamento nanocosmético, para hidratar a pele e - surpresa! - para retardar o processo de envelhecimento. No tamanho nano, aumenta as condições para a pele absorver outros componentes presentes na fórmula dos produtos cosméticos.

A cor do ouro depende do tamanho da partícula – pode ser vermelho, azul, amarelo e outras cores. Em tamanho nano, tem cor de vinho, e suas propriedades mudam drasticamente, tornando-se uma substância altamente reativa, capaz de acelerar reações químicas.

Os fulerenos nos cosméticos:

Há cientistas preocupados com a toxicidade potencial dos fulerenos usados em hidratantes, cremes faciais para prevenir envelhecimento, cremes de barbear, etc. Eles podem penetrar na pele intacta. A luz do sol, e mesmo luz artificial, podem excitar as moléculas de fulerenos formando substâncias com alta reatividade, que podem ser tóxicas, especialmente se os fulerenos usados penetrarem profundamente na pele.

A United Kingdom's Royal Society recomendou, já faz alguns anos, que fossem feitos testes antes da inclusão em cosméticos, protetores solares e produtos de higiene pessoal, já que são usados diariamente, aplicados sobre a pele, às vezes inalados e até ingeridos.

Uma das empresas produtoras de fulerenos, a japonesa Vitamin C60 BioResearch Corporation, afirmava, no final de 2008, que um de seus produtos contendo fulereno (empregado como um componente cosmético sofisticado) tinha sido usado em mais de 300 itens cosméticos.



Protetores solares com nano dióxido de titânio e nano óxido de zinco:

Os protetores solares têm dois ingredientes básicos para bloquear o sol, o dióxido de titânio e o óxido de zinco, que deixam a pele esbranquiçada quando são usados. Para facilitar a absorção, a indústria está usando nanopartículas, o que evita a aparência esbranquiçada.

Além de outras aplicações, esses ingredientes também são usados em cosméticos e produtos de higiene pessoal. Ambos produzem radicais livres e podem causar danos ao DNA das células humanas da pele quando expostos a radiações UV.

Uma empresa de aço da Austrália, a BlueScope Steel, recomendou que seus trabalhadores evitem alguns tipos de protetores solares depois que foram identificadas marcas no formato de mãos ou de dedos em produtos de aço. Aparentemente, quem manuseou esses produtos deixou nanopartículas de protetores solares no aço que, em seis semanas, provocaram danos equivalentes a 15 anos de exposição no tempo.





Produtos de higiene e cuidados pessoais que contêm nanoprata incluem: sabonetes, pastas de dentes, xampus, máscaras e cremes faciais, clareadores de pele, absorventes higiênicos femininos, secadores de cabelo, chapas para alisar cabelo e para enrolar cabelo, escovas de cabelo, depiladores e barbeadores elétricos. Há também artigos que empregam outros nanomateriais, como por exemplo a Prancha Compacta de Turmalina Nano-Cerâmica (Revlon) e a prancha modeladora Attitude Ultrashine Nano Cerâmica (Arno).



Empresas fabricantes/distribuidoras de alguns dos ingredientes para nanocosméticos e produtos comerciais com nanotecnologia disponíveis no Brasil:



- * **Ana Pegova** - Linha Sérum Akinésine * **Apparenza Laboratório de Manipulação** - Pulpactyl (com NanoMax®) * **Arinos (Brasil) / Lipotec (Espanha)** - nanossomas (encapsulados)
- * **Aroma do Campo** - Escova Térmica Nano Queratina * **Avon** * **BASF (D'Altomare)** - T-Lite SF-S (dióxido de titânio ~ 20 nm); T-Lite Max; Z-Cote HP-1 (óxido de zinco); Z-Cote Max; Cytovector Ferulic (Ácido Ferrúlico nanoencapsulado) * **Body Shop** * **Chemyunion (Brasil)** - Senriseal (Nanopartículas de sericina) * **Ciba (Coremal)** - Tinoderm SG; Tinoderm A; Tinoderm E * **Cognis (Chemspeccs/Embacaps/Spectrum)** - Cetiol Sun (dióxido de titânio) * **Cosmetochem, Suíça - MAP™** - vitamina C nanoencapsulada * **Dapi Cosméticos** - Fio Restore Nanotecnologia * **Dior** - Diorskin Forever * **DSM (Sarfam)** - Parsol TX (dióxido de titânio - provavelmente nano) * **Evonik (Cosmotec)** - Tego Wipe DE (para lenços umedecidos e emulsões spray) * **Galena (distribuidor)** - Nanocolloidy® (agente para gel-creme) * **Idealfarma (Gerbrás)** - Vitaline A (nanocápsula de vitamina A); Vitaline C (ácido ascórbico); Vitaline E (nanocápsula de acetato de alfa-tocoferila) * **Ionquímica (Brasil) / Exsimol (Mônaco)** - Nanospheres 100 (Vitamina C, ácido salicílico) * **Kemira (Cosmotec)** - Kemira NanoGel UV; Kemira NanoGel CCT; Kemira NanoGel CM; KemSpheres * **Kobo (Cosmotec)** - TNP50 T7 * **Laboratório de Bioativos Medicinais Bio-Médicin** - Gel redutor com DMAEOs * **L'Anza** - Lanza Healing Moisture Noni Fruit Detangler; Lanza Healing Moisture Tamanu Cream Shampoo; Lanza Healing Moisture Kukui Nut Conditioner * **Lipoid (Alemanha)** - nanoemulsões da coenzima Q10 * **L'Oréal** - Revitalift Fluido Fps15; Kerastase Ampola Aqua-Oleum * **Mibelle (Suíça) (distribuidor Galena, no Brasil)** - Lipobelle Soyaglycone lipossoma; Nano White® * **Natura** - Ekos Bruma de Leite Hidratante; Spray Corporal Refrescante * **Nívea** * **O Boticário** - Nanoserum; VitActive Nanopeeling Renovador * **Pentapharm** - Regu-Shape (nanoemulsão de extratos de girassol e cártamo) * **Pharma Nostra (distribuidor no Brasil)** - Linha Infnitec: Nano LPD's Slimming 250 nm Nanossomas (cafeína, algas marinhas e extrato de hera); Nano LPD's Antioxidant (coenzima Q10 e ácido alfa Lipóico); Nano LPD's Multivitamin (Vitamina A, C, E e F); Nano LPD's Olive-Ox (derivado do óleo de oliva); Nano Regen Plus (Fitoestrógenos de Isoflavonas), Nano Lightening (vitamina C), Nano Kójico (despigmentador) * **Procter & Gamble** * **Seiva Cosméticos** - Linha EGO NANO TECHNOLOGY (Shampoo, Condicionador, Máscara Instantânea, Creme para Pentear e Reparador de Pontas) * **Sul Mix Cosméticos Ltda.** - nano emulsão de silicone * **Unilever** * **Outros ativos dermatológicos empregados por farmácias de manipulação** - Nano White; Nanocel EFA; Nanocolloidy; Nanocos A-72; Nanocos A-73; Nanogel; NanoMax; Nanosolv com Coenzima Q10; Nanospheres Ácido Salicílico; Nanospheres Cafeisilane C; Nanospheres Triclosan; Nanospheres Vitaminas A



Adaptado de Cosmetics & Toiletries (Brasil) - Jan.Fev. 2008 / Dapi Cosméticos Power Point / sites das empresas

6. O que se pode fazer em relação à nanotecnologia?

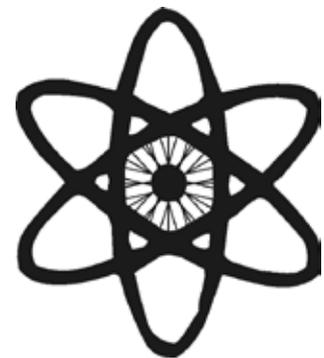
A nanotecnologia aumenta muito as possibilidades do ser humano intervir na natureza, gerando potencialidades, mas também novos riscos. Infelizmente, mais uma vez, o interesse público está subordinado aos interesses das corporações e do capital, na presença de um Estado regulador retraído. É o legítimo salve-se quem puder!

A sociedade está à margem dessa nova revolução. E a maioria das informações nos chegam filtradas pela propaganda positiva. Para ter uma posição sobre a nanotecnologia, é urgente e necessário conhecer o que ela é, seus impactos e as ameaças que representa, bem como o que está acontecendo em nível global nesse sentido.

Em 2003, o Grupo ETC pediu uma moratória imediata na liberação de produtos com nanotecnologia, em função dos primeiros alertas de toxicidade, que começaram a acontecer em 1997. Hoje, várias organizações internacionais da sociedade civil e de trabalhadores também estão propondo uma moratória na produção comercial de novos materiais e um processo global transparente para avaliar os impactos (sociais, ambientais e sobre a saúde) dessas tecnologias.

No Brasil, é preciso que os movimentos sociais e as organizações da sociedade civil façam um amplo debate e exijam que o Estado cumpra seu papel regulador. Apenas à indústria interessa o entendimento de que a regulamentação que existe é suficiente para regular os produtos nanotecnológicos, pois, como vimos neste breve material, a mudança para a escala nanométrica de manipulação altera de maneira substancial os produtos resultantes.

Muito menos podemos correr o risco de acreditar em uma capacidade de autorregulação do setor que trabalha com nanotecnologia. Por isso, torna-se fundamental incorporar imediatamente o tema às agendas e ações dos movimentos sociais e das organizações da sociedade civil. Deve-se exigir do governo o estabelecimento de uma legislação abrangente e baseada no princípio da precaução para tratar dos riscos associados à nanotecnologia. Todos os nanomateriais devem ser submetidos a novas avaliações de segurança como novas substâncias, mesmo quando as propriedades dos seus similares em escala macro já são bem conhecidas. Da mesma forma, deve-se demandar que a Anvisa trace uma agenda de “nanobiossegurança”, já que o Ministério da Ciência e Tecnologia preocupa-se apenas com a cadeia produtiva.





Os consumidores necessitam ter mais informações sobre os nanomateriais. A “Abordagem Estratégica para a Gestão Internacional de Produtos Químicos” (SAIMC, das Nações Unidas) estabelece que os dados dos químicos relacionados à saúde e à segurança dos seres humanos e do ambiente não devem ser confidenciais. Não queremos apenas receber informações voluntárias da indústria, exigimos a rotulagem dos produtos que contêm nanotecnologia.

No dia a dia, é fundamental exigir informação sobre aquilo que consumimos. Produtos que nos gerem certa ‘estranheza’ em relação a suas propriedades e capacidades devem ser questionados; podemos contatar os SACs (Serviços de Atendimento aos Consumidores) para consultar se há presença de compostos nanotecnológicos nos produtos, exigir esclarecimentos por parte das empresas e, principalmente, questionar junto aos órgãos de defesa do consumidor a não rotulagem do produto.

Se encontrarmos à venda produtos que afirmam possuir nanotecnologia, é extremamente importante recusar o seu consumo, pelo menos até se ter uma legislação clara e informações públicas a respeito. Para além do próprio desconhecimento dos impactos que possam trazer, o simples direito à informação sobre o que consumimos nos está sendo negado, sendo motivo suficiente para boicotar o consumo.

No campo da alimentação, dos mais delicados em termos de impactos à saúde e ao ambiente, é preciso valorizar os alimentos produzidos de forma ecológica e cultivados por agricultores familiares. É importante procurar estabelecer formas de consumo que aproximem agricultores e consumidores, tais como feiras, pontos fixos de venda, entregas domiciliares, compras coletivas e outros, nos aproximando de quem produz, conhecendo melhor aquilo que consumimos. É fundamental também resgatar o sentido da alimentação, valorizando os momentos de preparo e os espaços das refeições, no sentido de voltar ao consumo de produtos naturais, evitando alimentos industrializados, valorizando ingredientes da nossa cultura alimentar e diversificando nossa alimentação, como forma de fortalecer nossa saúde e nossa autoestima.

De forma geral, o que se observa é um acelerado processo de concentração dos meios de produção e comercialização de alimentos. Cada um e cada uma de nós, como consumidores, pode fazer um esforço permanente para reduzir a força dessas megatransnacionais, que enfraquecem a economia local, comprometem nosso ambiente e exercem forte influência em governos e parlamentos a fim de que atendam aos seus interesses de lucratividade.



Esse esforço se traduz em evitar o consumo de produtos oriundos de grandes transnacionais dos mais variados setores, em preferir o consumo de produtos de origem local e regional, provenientes de estabelecimentos de perfil familiar e de pequeno e médio porte, próximos a nós.

A concentração empresarial, a imposição da tecnologia a qualquer custo, a degradação ambiental, a precarização das condições de trabalho, a mercantilização da alimentação e da saúde, não são resultados de uma "evolução natural" ou do "progresso inevitável" de nossa sociedade. São o resultado de decisões humanas, tomadas por pessoas e governos.

Portanto, enfrentar essa realidade, rever prioridades, buscar alternativas, é algo plenamente possível e realizável. Entre todos, temos que lutar para estabelecer limites humanos para a ciência, pois quando ultrapassados, ao invés de entendimento e justiça, se promovem absurdos, desastres, riscos ao planeta e alienação política e social.

A partir da atitude de cada um e cada uma de nós, podemos buscar redesenhar relações de produção mais respeitadas com o ambiente, buscar redesenhar relações de trabalho mais valorizadoras do indivíduo e buscar redesenhar relações de consumo mais solidárias para com o(a) outro(a).

Série Nanotecnologia do avesso (TV online)

Produzida pela Renanossa (Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) e parceiros, pretende mostrar os vários lados do processo de produção, promoção e comercialização da tecnologia em escala nanométrica. A Rede trabalha a questão de impactos, da ética, da comunicação, e da nanotecnologia e agricultura.

<http://nanotecnologia.incubadora.fapesp.br/portal/programas-de-tv-online>



Foto: Leonardo Melgarejo

Mais uma vez estamos sendo cobaias
de uma tecnologia pouco conhecida.

Queremos
REGULAMENTAÇÃO JÁ
para a nanotecnologia!

Produção:



Promoção:



Apoio:

HEINRICH BÖLL STIFTUNG

