

AUDIÊNCIA PÚBLICA

ATUAL SITUAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Arline Sydneia Abel Arcuri

FUNDACENTRO

Brasília, 13 de dezembro de 2012



O que é nanotecnologia?

Há várias definições de
nanotecnologia

Alguns autores distinguem:
Nanociência e nanotecnologia



Nanociência e nanotecnologia

Alguns autores distinguem:

- A **nanociência** corresponderia a fase da pesquisa que visa entender os efeitos e suas influências nas propriedades dos materiais na escala nanométrica.
- A **nanotecnologia** exploraria estes efeitos para criar estruturas, equipamentos e sistemas com novas propriedades e funcionalidades e com isto produzir coisas passíveis de comercialização



Nanotecnologia

Outra definição:

Desenvolvimento da pesquisa e a tecnologia em nível atômico, molecular e macromolecular, em um escala de aproximadamente 1-100 nanômetros, para a produção de conhecimentos fundamentais dos fenômenos e dos materiais em nanoescala, com isto possibilitando a criação e o uso de estruturas, dispositivos e sistemas com novas propriedades e funções devido a estes tamanhos.



Características básicas dos nanomateriais

Reduzir o tamanho dos materiais até a nanoescala pode ocasionar mudanças significativas em suas propriedades.

Devido ser tão pequenas, as nanopartículas têm uma **grande relação superfície/volume** que é um dos fatores responsáveis por novas propriedades físicas e químicas.

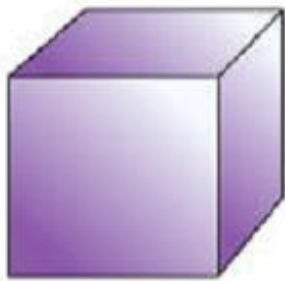


Importância do tamanho

A diminuição do tamanho faz com que **aumente a área superficial** das partículas tornando-as **muito mais reativas**.



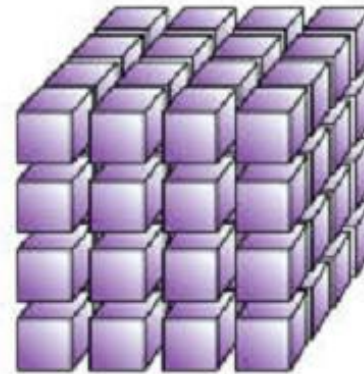
Importância do tamanho



Cubo de 4 centímetros



Ocho cubos de 2 centímetros



Sesenta y cuatro cubos de 1 centímetro

Superficie
(cm²) 96

192

384

Volumen
(cm³) 64

64

64

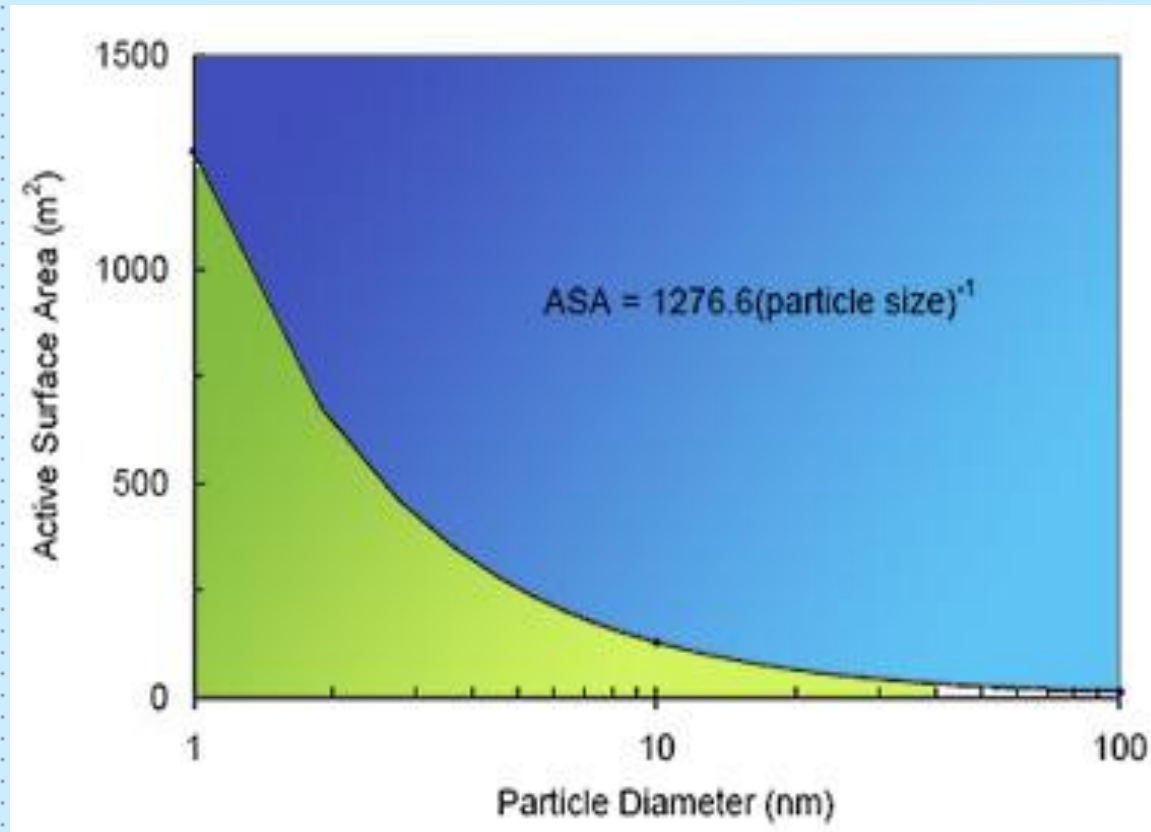
Superficie/
volumen 1,5:1

3:1

6:1



Relação entre o tamanho da partícula e o área superficial



<http://www.mobisenergy.com/catalystdesign.html>



Importância do tamanho

A área superficial é importante porque muitas reações químicas envolvendo sólidos acontecem na superfície, onde as ligações químicas são incompletas.

Isto provoca um grande aumento da energia superficial e, em consequência, da reatividade das partículas, o que por exemplo, provoca um aumento na atividade catalítica de alguns materiais.



Importância do tamanho

Outra razão para as substâncias mudarem de comportamento é o fato de que na medida em que a matéria é reduzida à escala nanométrica as suas propriedades começam a ser dominadas por **efeitos quânticos**.



Importância do tamanho

Estas características da matéria na escala nanométrica são responsáveis pela constatação de que nesta escala as propriedades dos materiais e elementos químicos se alteram **drasticamente**.

Apenas com a redução de tamanho e sem alteração de substância, verifica-se que os materiais apresentam novas propriedades e características.



Importância do tamanho

Alteração de propriedades pode incluir mudança de:

- Cor,
- Solubilidade,
- Resistência do material,
- Condutividade elétrica,
- Comportamento magnético,
- Mobilidade (no corpo humano e no ambiente),
- Reatividade química e
- Atividade biológica, entre outras alterações.



Importância do tamanho

Um material perfeitamente **seguro** para ser manuseado em tamanho maior, pode facilmente penetrar na pele na forma de nanopartícula ou se tornar um aerossol e entrar no organismo via respiratória.



Preocupação

Desta forma:

Conhecer as características das substâncias em tamanho maior **não** fornece informações compreensíveis sobre suas propriedades em nível nano.



Nanotecnologia:

**Impactos à saúde dos
trabalhadores e meio
ambiente?**



Preocupação

A **maior reatividade** devido a **grande área superficial** e aos **efeitos quânticos** pode provocar **conseqüências não pretendidas, e até desconhecidas,** quando elas entram **em contato com o organismo humano** ou mesmo outros **sistemas biológicos**



Impactos á Saúde, especialmente dos Trabalhadores e Meio Ambiente

Há uma séria **falta de conhecimento** sobre os aspectos de segurança desta tecnologia.

É bem conhecido, por exemplo, que os efeitos toxicológicos das partículas ultrafinas são muito mais severos conforme diminui o seu tamanho mas pouco é conhecido sobre o **mecanismo** pela qual as partículas extremamente pequenas **migram para dentro do corpo e se acumula em tecidos e órgãos.**



Novos riscos ocupacionais? Impactos á Saúde, especialmente dos Trabalhadores e Meio Ambiente

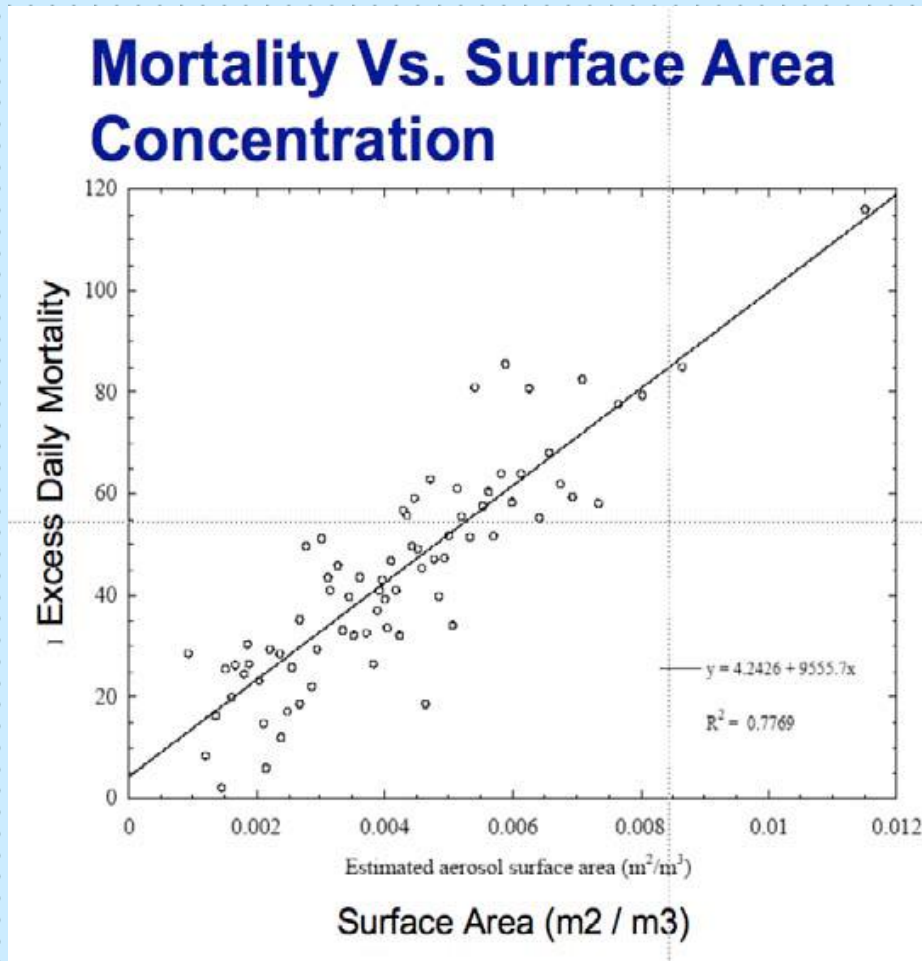
Estudos epidemiológicos mostram uma correlação significativa entre a mortalidade devido a doenças cardiorrespiratórias e a concentração de partículas de dimensões nanométricas presentes em situações de poluição do ar.



<http://www.voyle.net/Nano-Tsunami%20Archive%202005/10-2005%20Archive%20News.htm>



Estudo feito em Londres relacionando mortalidade com a área superficial das partículas



Nanotoxicologia?

Nanotoxicologia é o estudo da toxicidade dos nanomateriais.

Devido ao pequeno tamanho e grande área superficial dos nanomateriais eles tem propriedades únicas comparadas com os mesmos materiais em escala maior.



Nanotoxicologia?

Nanotoxicologia, então é uma sub-especialidade da toxicologia.

Trata-se da toxicologia das nanopartículas (partículas < 100 nm) que aparentam ter alguns efeitos tóxicos não usuais e diferentes das partículas da mesma substância, mas de tamanho maior.



Dúvidas na avaliação dos possíveis impactos à segurança e saúde dos trabalhadores

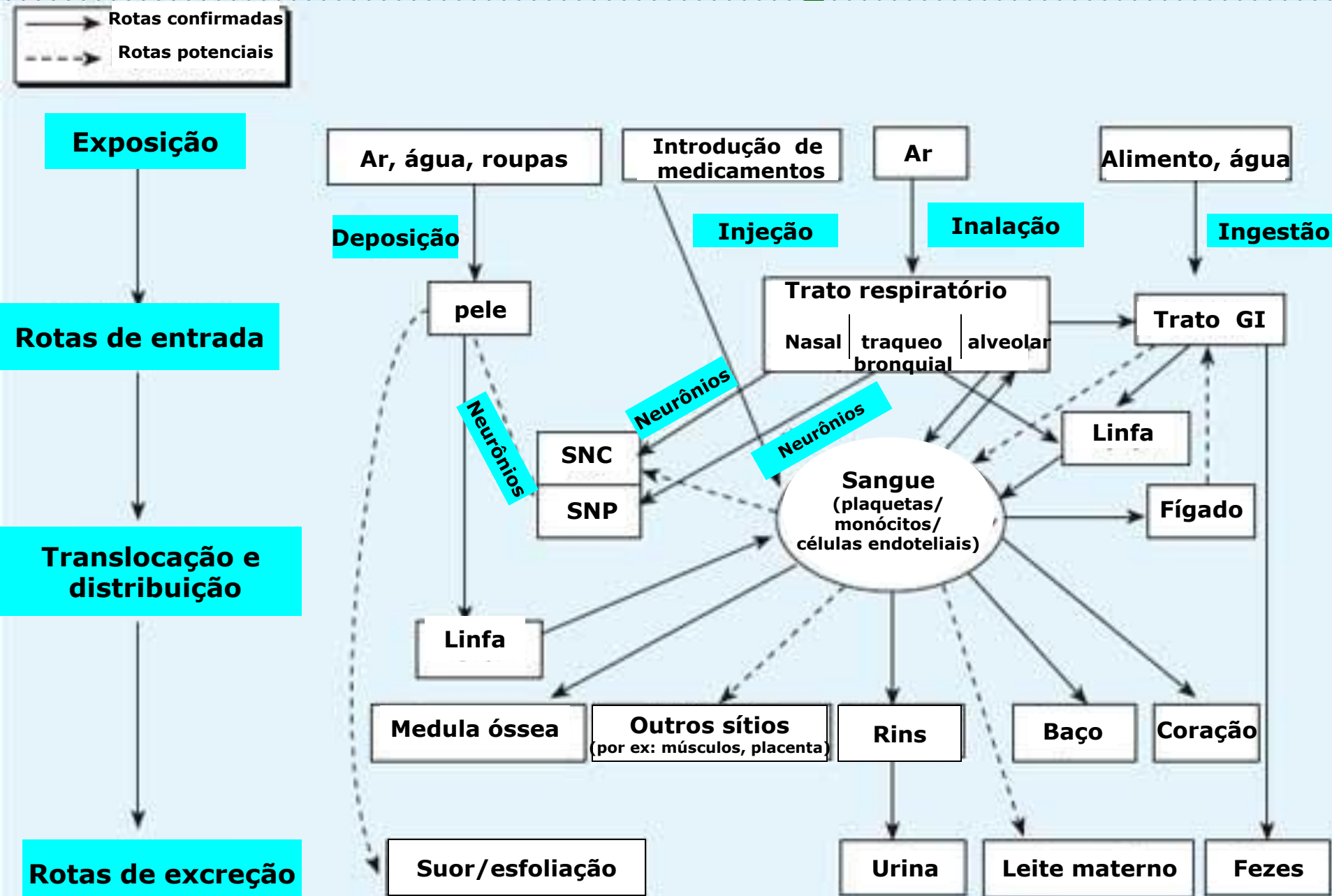
Quais são os métodos apropriados para testes de toxicidade?

É usual encontrar dados contraditórios na literatura sobre toxicidade de substâncias químicas e sobre possíveis doenças que elas podem causar.

No caso dos estudos de nanotoxicologia ainda há falta de métodos validados o que dificulta ainda mais os estudos.



Nanotoxicologia



Dúvidas na avaliação dos possíveis impactos à segurança e saúde dos trabalhadores

Os mecanismos de controle recomendados pela Higiene ocupacional são suficientes?

Existe proteção respiratória eficiente para o trabalho com nanomateriais, quando ela for necessária?



Outros aspectos a serem considerados

Além disso, não dá ainda para avaliar o impacto destas nanotecnologias no emprego e inclusive nas relações sociais.

Várias ocupações deverão ser extintas e outras, que irão requer muito mais qualificação, serão criadas.

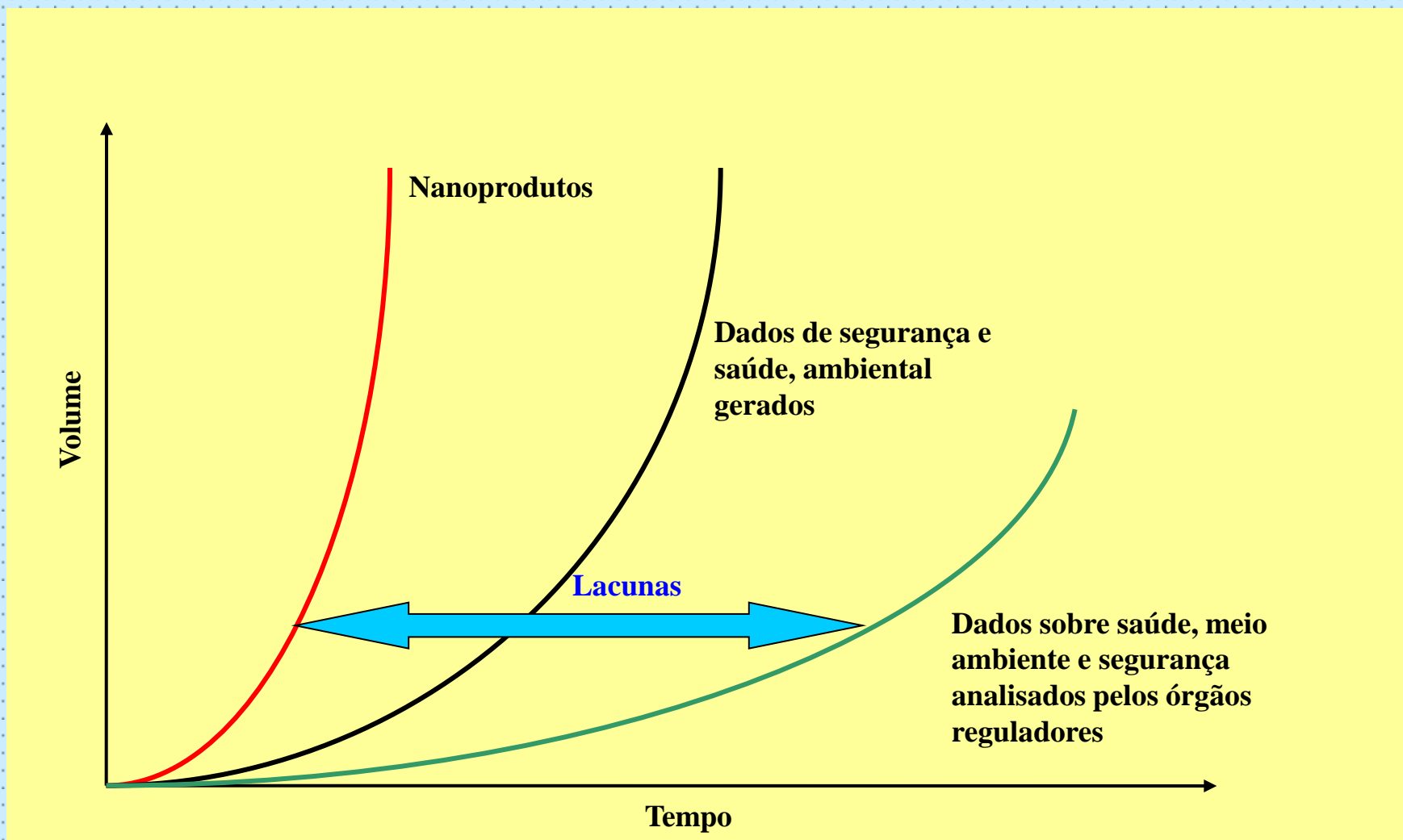


Outros aspectos a serem considerados

Os investimentos em pesquisa de novos materiais em nanotecnologia são cerca de 100 a 1000 vezes maiores (dependendo do país) do que os estudos sobre os impactos à saúde e meio ambiente



Representação esquemática dos nanoproductos *versus* dados gerados sobre saúde, segurança e ambiental



Desafios

O desenvolvimento destas tecnologias possui questões éticas, legais e sociais importantes com respeito ao direito à privacidade, ao princípio da informação consentida e aos impactos nas relações de trabalho, emprego, questões sociais e ambientais.

Há necessidade urgente em regulamentação na área levando em conta o

PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO



O projeto da FUNDACENTRO

2007 - Projeto - *Estudo preliminar dos Impactos das nanotecnologias na saúde dos trabalhadores e meio ambiente.*

2008 - 2011 - continuidade: *Impactos das nanotecnologias na saúde dos trabalhadores e meio ambiente.*



O projeto da FUNDACENTRO

Objetivos

Identificar impactos da nanotecnologia sobre a saúde dos trabalhadores e meio ambiente e propor possíveis medidas de controle

Difundir os conceitos de nanotecnologia e seus possíveis impactos na saúde dos trabalhadores, no mundo do trabalho e no meio ambiente.

Preparar material didático em forma de história em quadrinhos para subsidiar ações educativas no tema.

Classificar as principais áreas onde estão em aplicação técnicas com nanopartículas no Brasil.

Identificar as áreas prioritárias para aprofundamento dos estudos de reconhecimento e controle de riscos.

Desenvolver projetos específicos para algumas das áreas prioritárias.

Colaborar com o projeto de pesquisas *Nanotecnologias aplicadas aos alimentos e aos biocombustíveis: reconhecendo os elementos essenciais para o desenvolvimento de indicadores de risco e de marcos regulatórios que resguardem a saúde e o ambiente*, coordenado pelo Dr. William Waissmann da FIOCRUZ.



O projeto da FUNDACENTRO

Equipe multidisciplinar e interinstitucional :

FUNDACENTRO

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

DIESAT - Departamento Intersindical de Estudos e Pesquisas de Saúde e dos Ambientes de Trabalho

FEQUIMFAR - Federação dos Trabalhadores das Indústrias Químicas e Farmacêuticas do Estado de São Paulo

IIEP - Intercâmbio Informações Estudos e Pesquisas

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

RENANOSOMA - Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

SRTE/SP - Superintendência Regional do Trabalho e Emprego de São Paulo



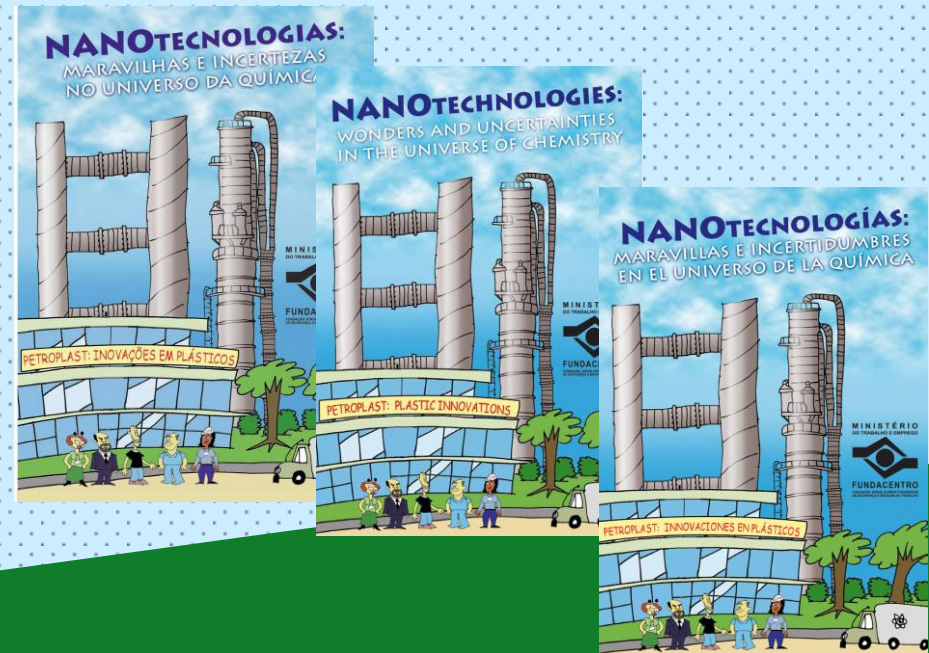
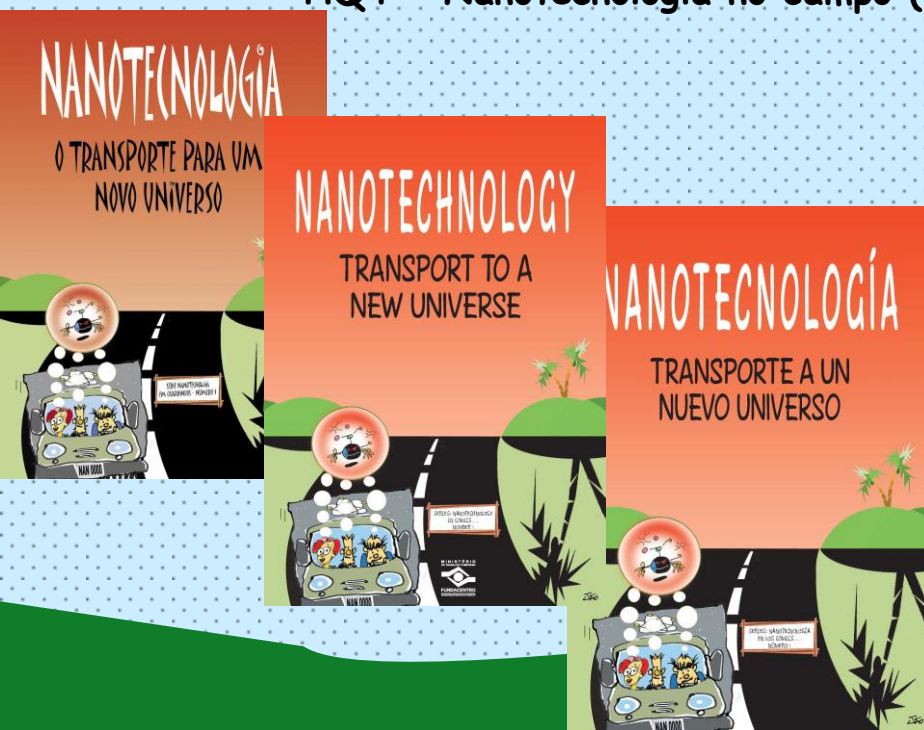
Histórias em Quadrinho (HQ)

A história é ambientada em uma transportadora e traz três personagens que discutem o tema nanotecnologia:

- Dona Sandra (supervisora) que é entusiasta das novas tecnologias,
- Seu Antônio (motorista) que tem uma visão crítica e precavida e
- Gabriel (ajudante) apresenta dúvidas e tem idéias flexíveis, com postura de aprendiz.

Temas das primeiras HQ:

- HQ1 - Conceitos gerais da nanotecnologia e discute questões existentes sobre os possíveis riscos à saúde e ao meio ambiente (português em 2008; espanhol e inglês em 2010)
- HQ2 - Nanotecnologia e o setor químico (português, espanhol e inglês em 2010)
- HQ3 - Nanotecnologia e a construção civil (em fase final de elaboração)
- HQ4 - Nanotecnologia no campo (em fase final de elaboração)



O projeto da FUNDACENTRO

Visita a empresas

- A fim de traçar um perfil das práticas das empresas de nanotecnologias no Brasil, em 2008 foi elaborado um roteiro sobre aspectos relacionados às questões de saúde, segurança e meio ambiente a ser aplicado em laboratórios e empresas que atuam em nanotecnologia, baseado no utilizado pela *International Council on Nanotechnology* - ICON .
- Em 2009 foram iniciadas as visitas.
- A análise dos dados levantados deverá possibilitar a identificação de prioridades de ação. Da mesma forma que nas outras atividades, as visitas são abertas a todo o grupo.
- **Dificuldade em conseguir identificar empresas que trabalham com nanotecnologia no Brasil e conseguir as visitas**



O projeto da FUNDACENTRO

Participação em eventos

- A discussão sobre os impactos das nanotecnologias à saúde no Brasil ainda é, de um modo geral, incipiente, e tem pouca visibilidade. Alguns grupos ligados a RÉNANOSOMA, e RELANS tem desenvolvido algumas atividades nacionais e internacionais das quais integrantes do projeto da FUNDACENTRO têm procurado participar.
- Os próprios trabalhadores como, por exemplo, os sindicatos dos Químicos do ABC, dos Metalúrgicos de Osasco, da Construção Civil de Chapecó, o DIÉSAT, o DIEESE, o IIEP, a TIE, Confederação Nacional dos Metalúrgicos da CUT, FEQUIMFAR também tem realizados eventos sobre o tema e/ou o incluído em atividades de suas Diretorias.

* TIE - Transnational Information Exchange



O projeto da FUNDACENTRO

Página eletrônica

- Em 2009 a FUNDACENTRO inaugurou um subpágina eletrônica de nanotecnologia com objetivo de divulgar informações sobre os impactos da nanotecnologia à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. O objetivo é disponibilizar o máximo de informações, preferencialmente, em língua portuguesa, buscando tornar o tema mais acessível aos trabalhadores e ao público em geral, além de divulgar as atividades desenvolvidas no projeto.

Sítio pode ser acessado em:

nano.fundacentro.gov.br



O projeto da FUNDACENTRO

Entrevistas

Foram dadas entrevistas para diferentes órgãos e programas como o "nanotecnologia do avesso" que é organizado pela RENANOSOMA e transmitido pelo iptv.USP, canal de televisão que é transmitido via Internet. O programa ocorre às terça-feiras, 15h e pode ser assistido no endereço: www.nanotecnologiadoavesso.org



O projeto da FUNDACENTRO

Resultados esperados:

Identificar situações de risco à saúde e segurança dos trabalhadores no país, devido a nanotecnologia. Se possível, desenvolver recomendações específicas sobre as medidas de controle para prevenção de possíveis danos.

Conseguir envolver os trabalhadores e a sociedade em geral, que também sofrerá grande impacto, nas discussões sobre esta tecnologia.

Subsidiar regulamentação e outras ações de políticas públicas sobre este tema por meio dos conhecimentos produzidos.



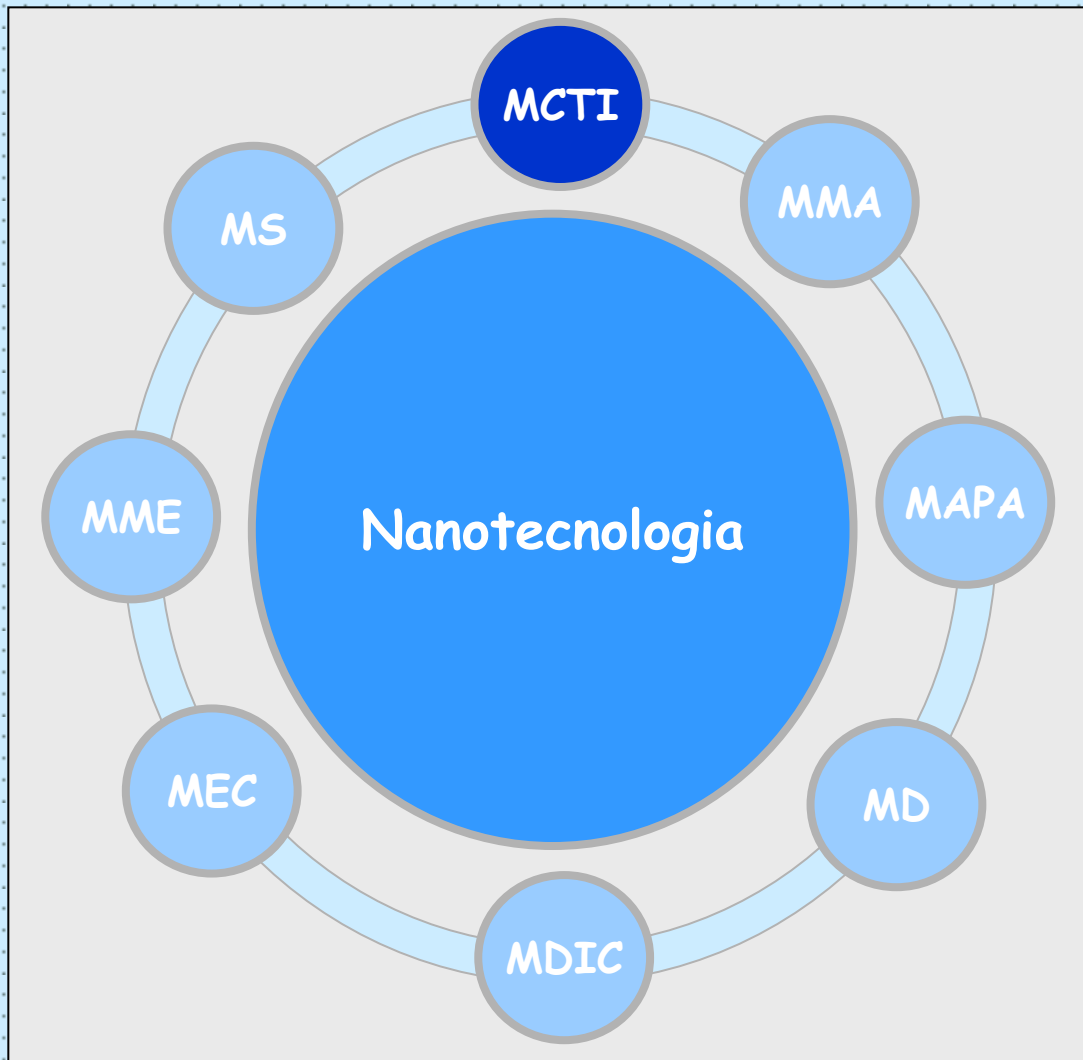
DESAFIOS

As nanotecnologias e os nanomateriais estão trazendo novos desafios para a compreensão e a gestão dos riscos potenciais à saúde e segurança dos trabalhadores e ao meio ambiente.

É necessária uma abordagem com idéias mais abrangentes, por parte dos profissionais da área de saúde, segurança ocupacional e meio ambiente, dos tomadores de decisão, dos pesquisadores, dos empregadores e dos empregados, para evitar os mesmos erros que foram cometidos no passado.



Governança - Comitê Interministerial de nanotecnologia criado em julho de 2012



Trabalho?
Consumidores?
Trabalhadores?
Sociedade?



Conclusão

As discussões envolvendo estas novas tecnologias devem ser **ampliadas para toda a sociedade**, devem ser feitas com ampla participação de todas as áreas do saber.



OBRIGADA

arline@fundacentro.gov.br

<http://nano.fundacentro.gov.br>

