



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



O uso da nanotecnologia nos materiais fibrosos

Andrea Zille, PhD, Investigador Auxiliar

2C2T – Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil, Universidade do Minho
Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

e-mail: azille@2c2t.uminho.pt



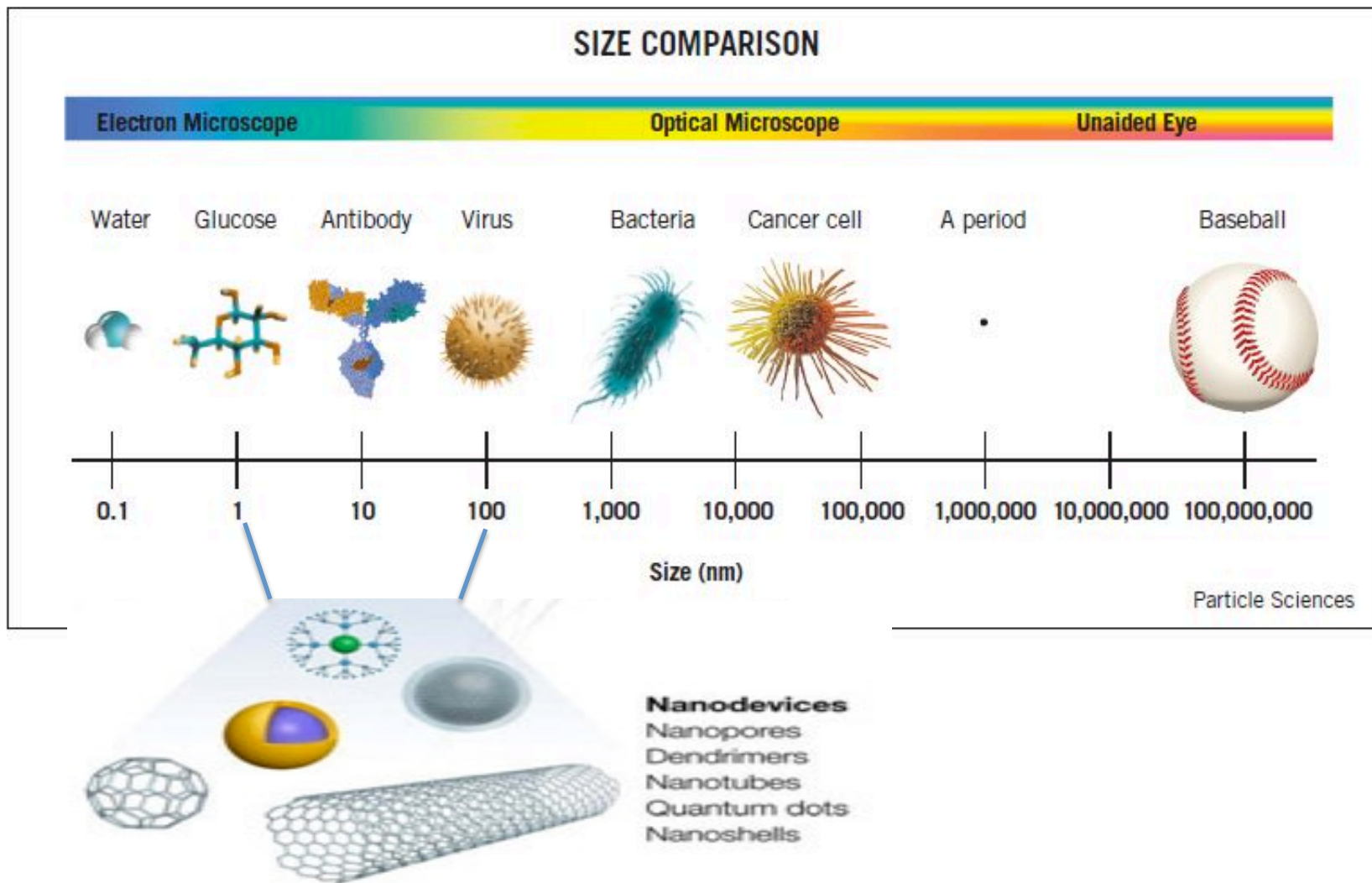
A nanotecnologia



- A **NANOTECNOLOGIA** consiste na arte e ciência de manipular a matéria à escala molecular e atómica.
- Mais especificamente é descrita como o desenvolvimento e aplicação de materiais e estruturas com pelo menos uma das suas dimensões igual ou inferior a **100 nm**.
- Se esta regra se verificar para as suas três dimensões então estamos na presença de uma **nanopartícula**.



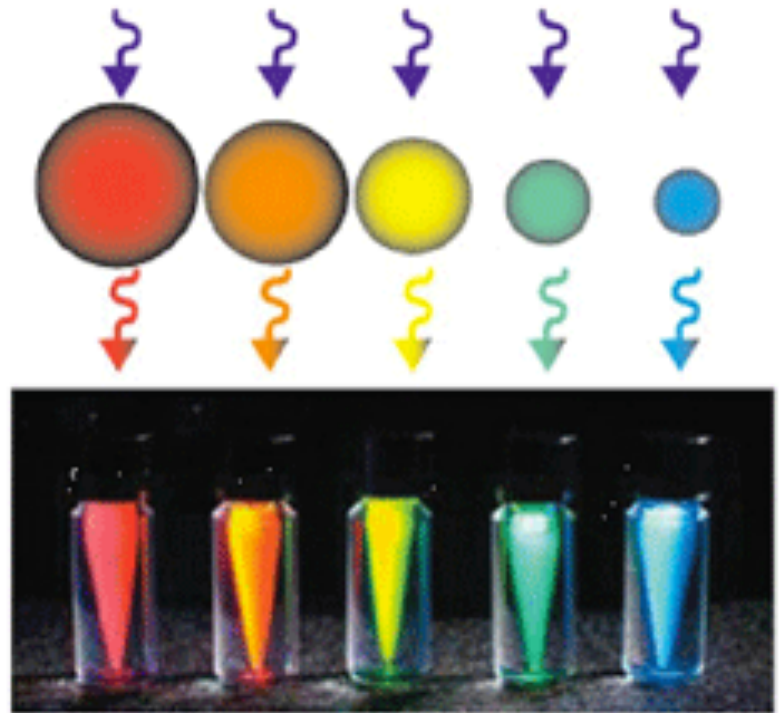
A nanotecnologia





A nanotecnologia

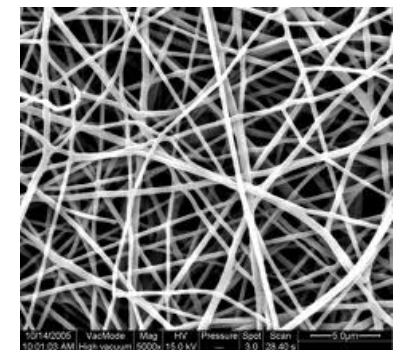
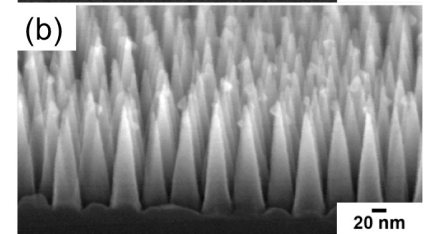
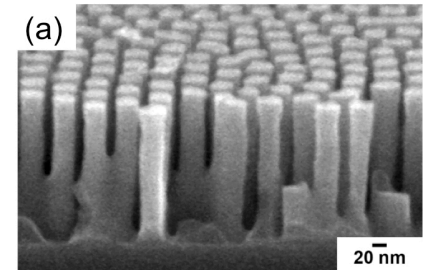
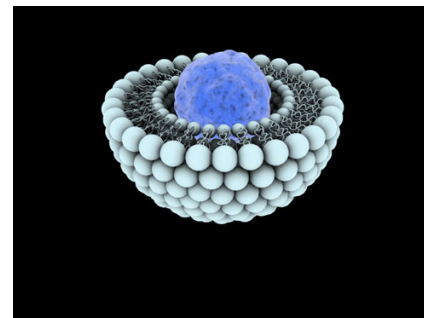
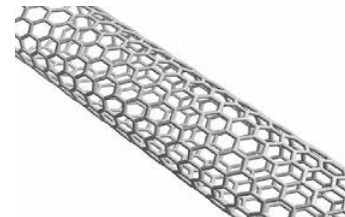
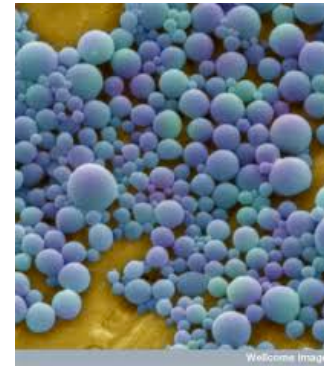
- Devido ao efeito do confinamento quântico é possível controlar as propriedades fundamentais dos nanomateriais, tais como a temperatura de fusão, as propriedades magnéticas, mecânicas e elétricas e mesmo a sua cor, sem alterar a composição química.



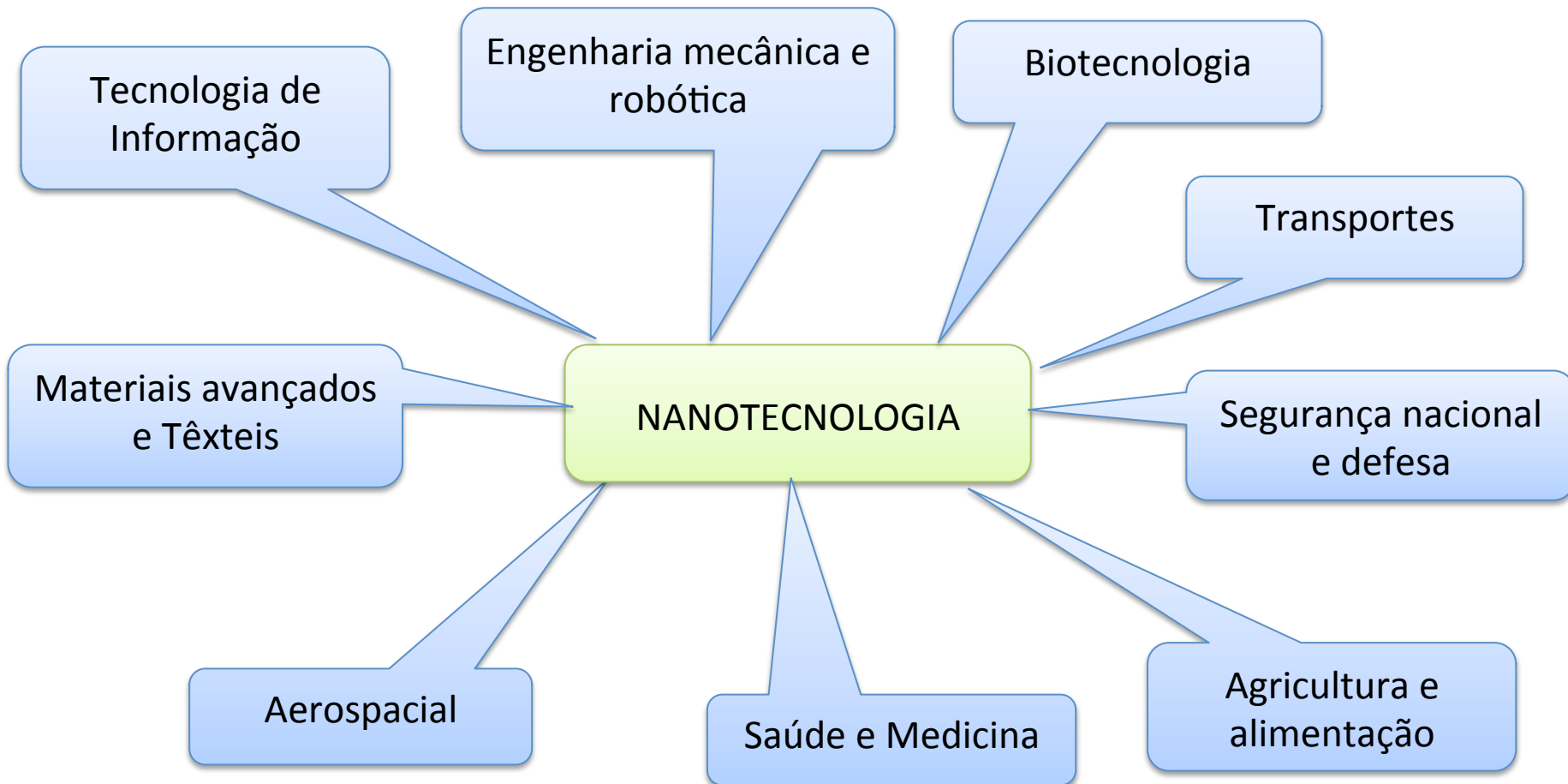


A nanotecnologia

- Nanoparticles
- Nanocomposites
- Nanocapsules
- Nanoporous materials
- Nanofibres
- Carbon nanotubes
- Nanocoatings



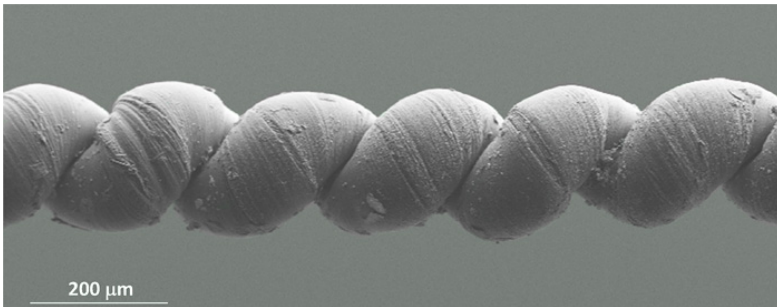
A nanotecnologia





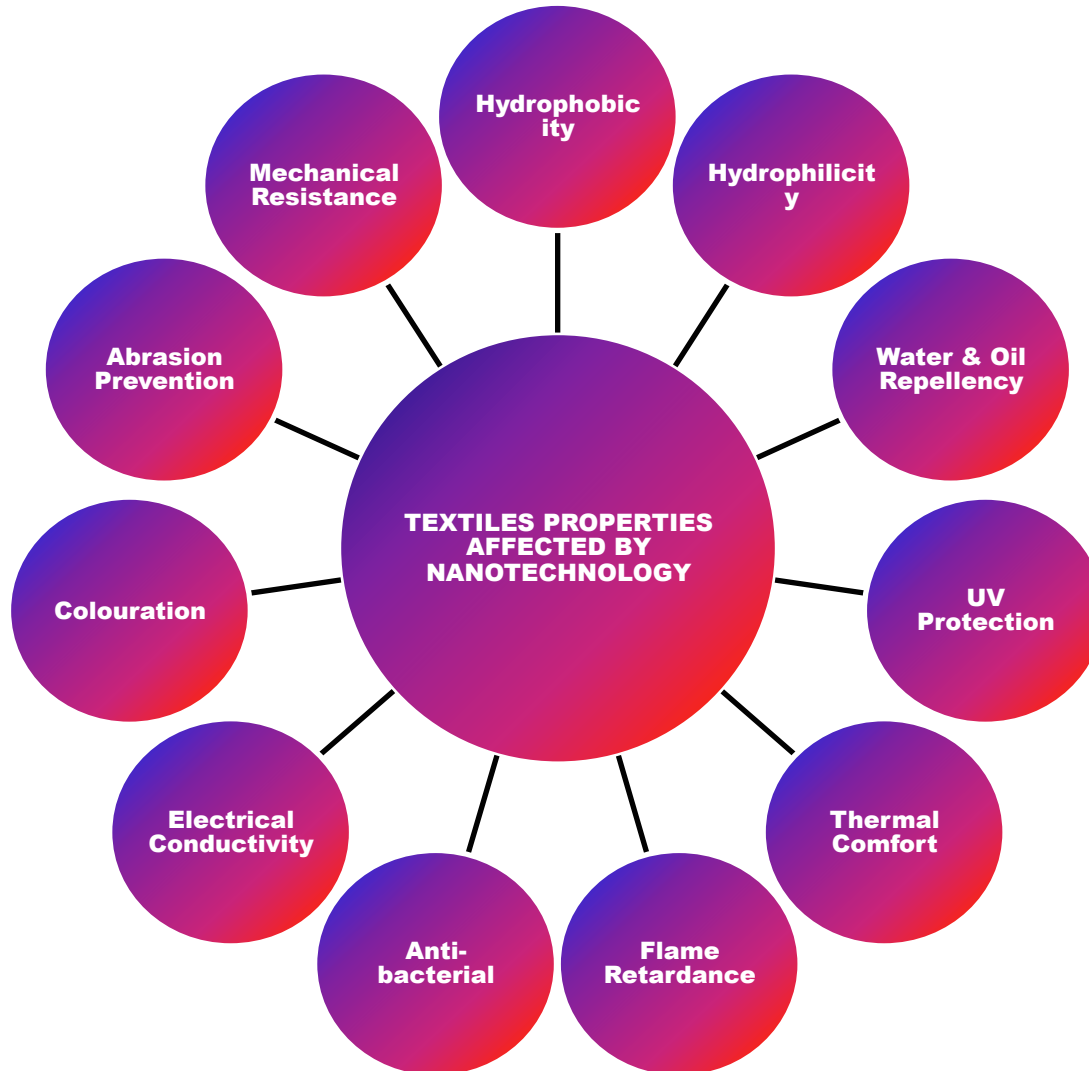
A nanotecnologia têxtil

- Embora a **indústria têxtil** seja uma pequena parte do mercado global da emergente área da nanotecnologia, esta foi uma das primeiras a implementar com sucesso o uso da nanotecnologia para o consumidor.





A nanotecnologia têxtil





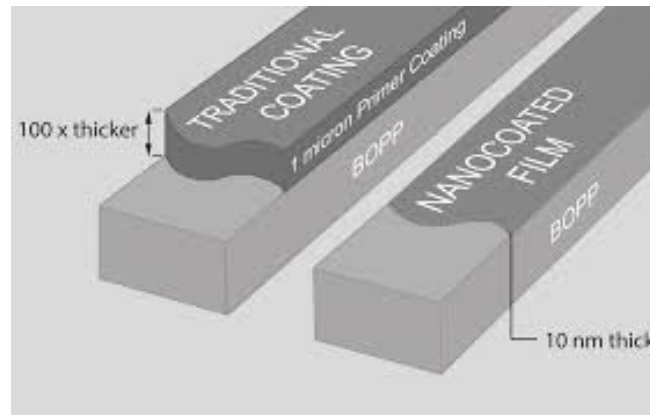
A nanotecnologia têxtil

- 1. Nanorevestimentos:** São nanomateriais que têm nano escala em uma dimensão. Aplicação de revestimentos espessos entre 2 e 100 nm nos materiais têxteis
- 2. Nanofibras:** São nanofibras e nanotubos que têm nano escala em duas dimensões. Utilizadas em muitos compósitos para melhorar as propriedades mecânicas, elétricas, ópticas ou biológicas.
- 3. Nanopartículas:** São estruturas com nano escala em três dimensões. Podem ser incorporadas em fibras, revestimentos e filmes. Podem conferir inúmeras propriedades como antimicrobiana, retardador de chama e melhorar conforto e aparência dos têxteis.



Nanorevestimentos

- **Nanocamadas poliméricas:** Podem obter-se camadas com espessura molecular de um polímero capazes de ter propriedades de repelência, por exemplo.



- Os processos podem ser efectuados em molhado ou em vapor de vácuo revestindo as fibras sem alteração da respirabilidade e porosidade.



Nanorevestimentos

- Existem numerosas técnicas de preparação de nanorevestimentos:
 - vapor deposition
 - chemical reduction
 - mechanical milling
 - self-assembly
 - dip coating
 - sol-gel coating
 - plasma-assisted techniques
 - pulsed laser deposition
 - magnetron sputtering
 - layer-by-layer coating
 - electrochemical deposition



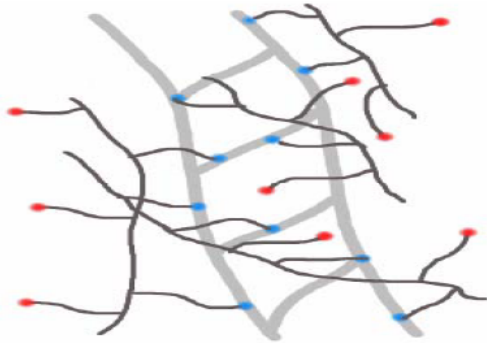
Nanorevestimentos

Vantagens dos revestimentos dos têxteis com nanocompósitos:

- Camadas muito aderentes e transparentes
- Camadas estáveis ao calor, ataques químicos e microbianos
- Propriedades diversificadas e controláveis
- O revestimento pode embeber aditivos funcionais
- Os revestimentos podem ser preparados à temperatura e pressão ambiente e aplicados nos têxteis por fulardagem ou esgotamento.

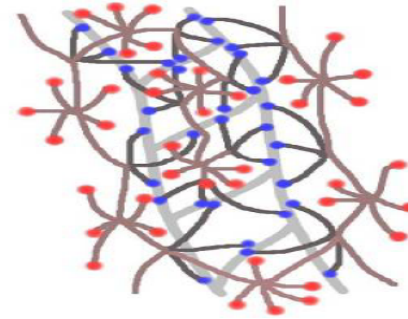


Nanorevestimentos



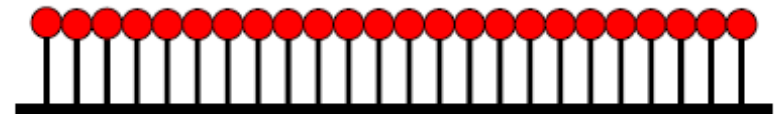
Resina de Fluoro Carbono

- 1) Menos grupos aderentes
- 2) Orientação irregular dos grupos hidrofóbicos
- 3) Macromoléculas não cobrem totalmente a fibra



Materiais Nanocompósitos

- 1) Muitos grupos aderentes
- 2) Arranjo regular de grupos hidrofóbicos
- 3) Permitem revestir completamente a fibra





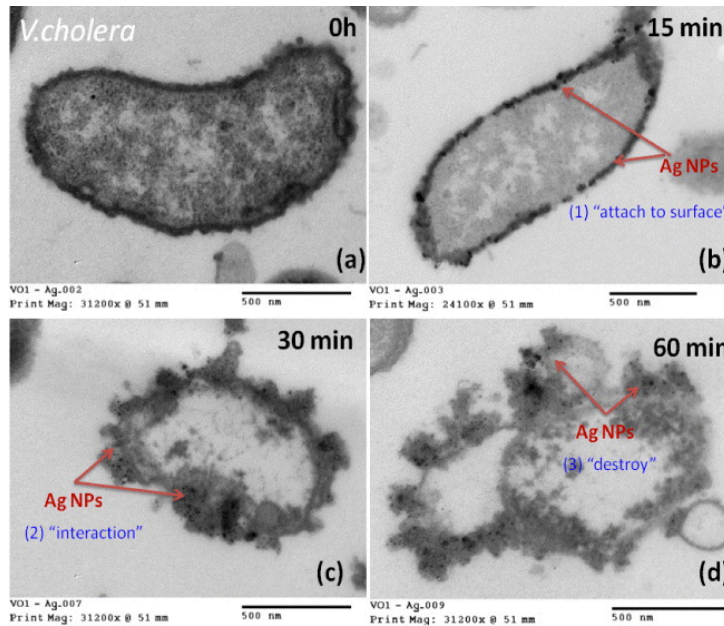
Nanofibras e nanotubos



- O **nanotubo de carbono** é o material mais resistente conhecido. Os nanotubos também possuem densidades relativamente baixas, eles podem se comportar como um metal ou um semicondutor, dependendo da orientação.
- É possível fabricar fibras têxteis com extraordinárias propriedades mecânicas, ópticas, de condutividade térmica e elétrica, mas com a textura e a sensação de toque de um tecido comum



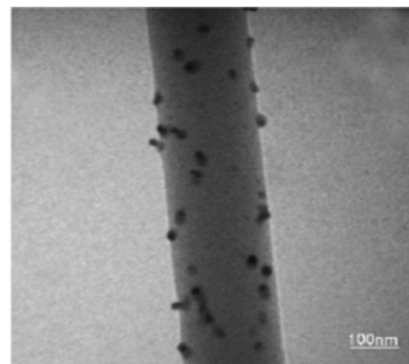
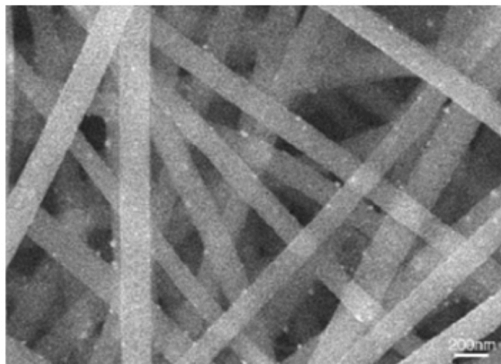
Acabamentos anti-microbianos





A nanotecnologia têxtil

- O **nanoacabamento antimicrobiano** dos têxteis tornou-se um dos sectores que mais crescem no mercado têxtil (15% ao ano nos países desenvolvidos).
- A maioria das pesquisas têm sido realizadas utilizando **nanoprata** imobilizada em tecidos de algodão, poliéster, poliamida, seda e lã por imersão ou foulardagem.





A nanotecnologia têxtil

- O **nanotitanio** é um dos mais poderosos materiais fotocatalíticos, possui uma elevada estabilidade e uma forte actividade oxidante
- O **nanozinco** apresenta forte atividade antibacteriana e boa proteção UV em um amplo espectro de bactérias em algodão, poliamida e bambu.
- O **nanocobre** foi utilizado só em algodão. É mais barato da prata mas precisa de maiores quantidade para obter a mesma atividade antibacteriana. Nanocobre imobilizado por ultrassons resistiu a 65 ciclos de lavagem hospitalar (75 °C).



A nanotecnologia têxtil



- A **sílica** é muito utilizada para a imobilização de nanopartículas de prata em têxteis, devido à sua grande área superficial, elevada estabilidade térmica, inércia química e uma boa compatibilidade.
- Poucos exemplos com outros metais:
 - **Óxido de zircónio** em algodão
 - **Ouro** em seda
 - **Óxidos de ferro** (magnetite e hematite) em poliéster



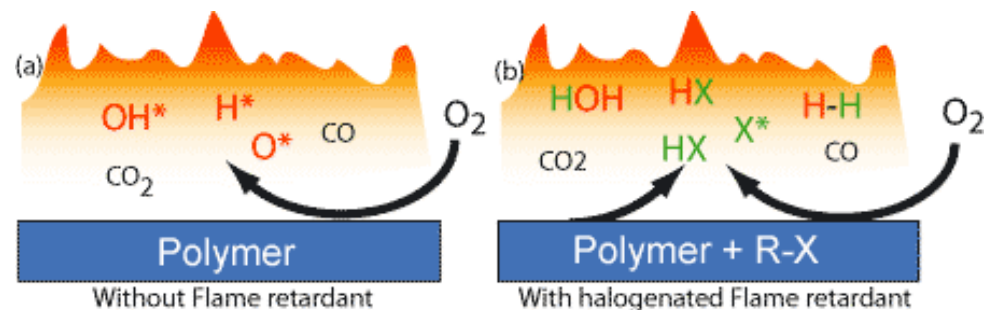
Acabamentos Ignífugos





A nanotecnologia têxtil

- A busca de alternativas ao uso de compostos a base de **halogênios** para reduzir a inflamabilidade têxtil tem sido uma prioridade na última década.
- Inicialmente, a pesquisa focou no desenvolvimento retardadores de chama à base de **boro, silício e fósforo**.





A nanotecnologia têxtil



- **NANOARGILAS:** As esmectites, que incluem a montmorilonites de sódio e cálcio (MMTS) em camadas dispersas são os nanoelementos inorgânicos mais utilizados nos têxtil até o momento.
- Apresentam o benefício duplo de uma reduzida taxa de libertação de calor de pico e melhores mecânicas, físicas e térmicas.
- **Existem inconvenientes:** a presença de nanopartículas pode reduzir o tempo de ignição e prolongar o tempo de queima.



A nanotecnologia têxtil



- **AS NANOPARTÍCULAS DE SÍLICA:** os processos sol-gel permitem a formação de revestimentos homogêneos de nanopartículas diretamente sobre os tecidos têxteis.
- Atuam como uma barreira física isolante protegendo os polímeros do oxigênio e da transferência de calor
- A incorporação de pequenas quantidades de nanopartículas na massa de polímeros altamente sensíveis ao calor e chama é usada por exemplo com polipropileno.



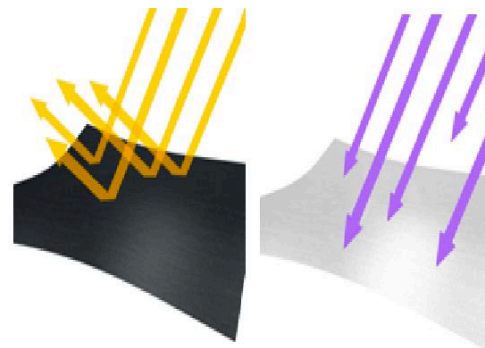
A nanotecnologia têxtil



- **NANOTUBOS DE CARBONO (CNT):** são utilizados para melhorar as propriedades de inflamabilidade de materiais poliméricos devido as excepcionais propriedades mecânicas e de condutividade elétrica e térmica.
- Durante a queima é formada uma camada composta de uma rede estruturada de nanotubos que atua como um escudo físico reduzindo a taxa de libertação de calor de pico
- **Existem inconvenientes:** o uso dos CNT é limitado pelos potenciais riscos à saúde e o elevado custo.



Acabamentos de proteção Ultravioleta



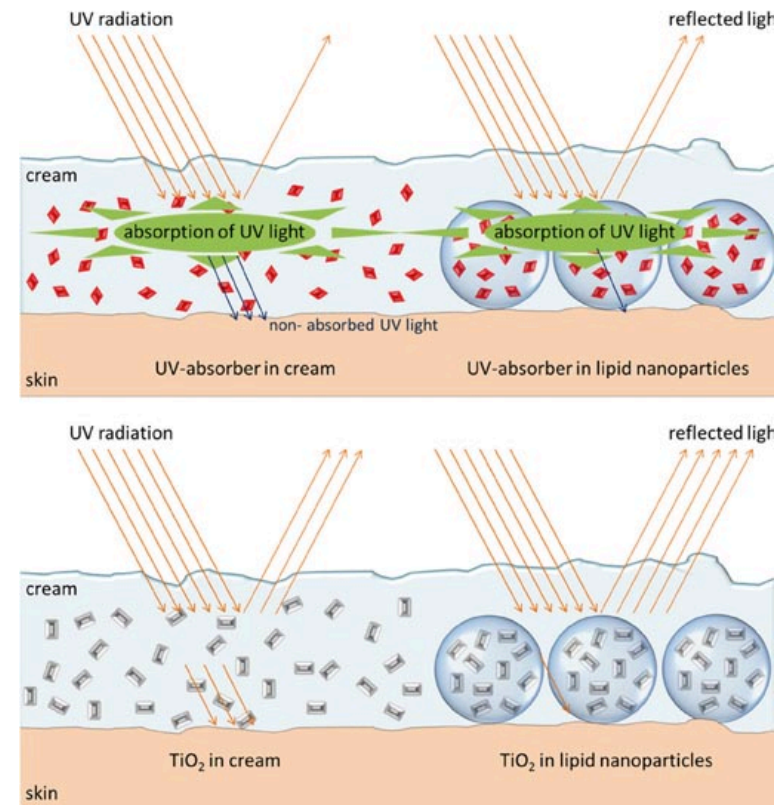
Sun Reflector

UV Protector



A nanotecnologia têxtil

- Os bloqueadores de UV são normalmente óxidos semicondutores tais como TiO_2 , ZnO , SiO_2 e Al_2O_3 .
- A aplicação de nanopartículas de ZnO confere boa proteção UV melhorando a resistência mecânica e as propriedades ópticas e eléctricas.



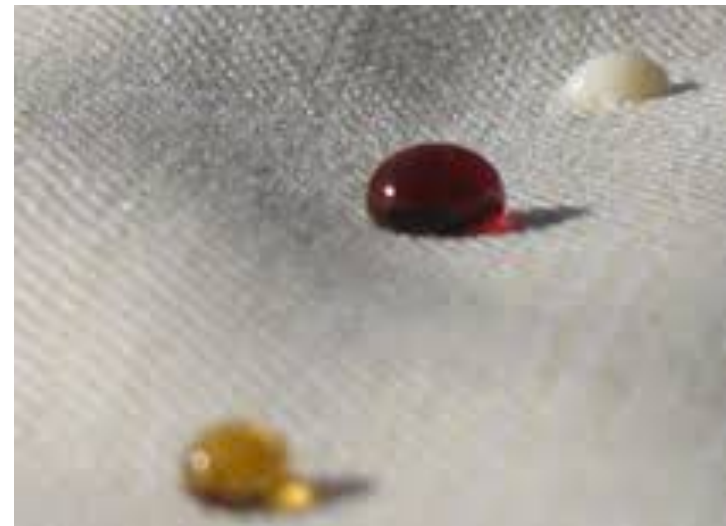
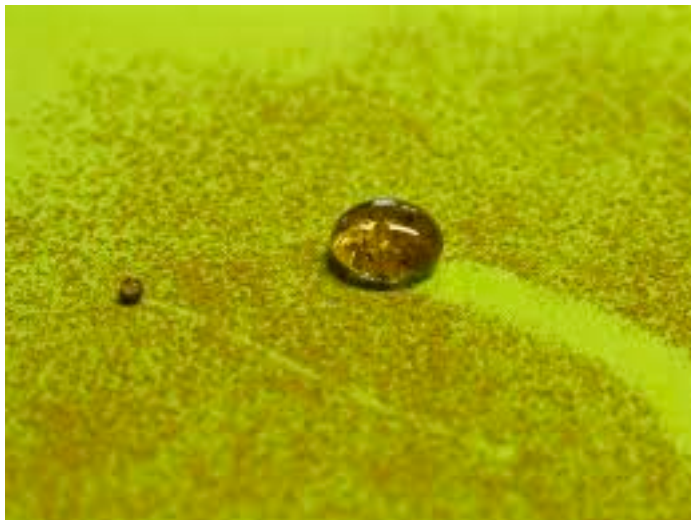


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

A nanotecnologia têxtil



Acabamentos de autolimpeza





A nanotecnologia têxtil

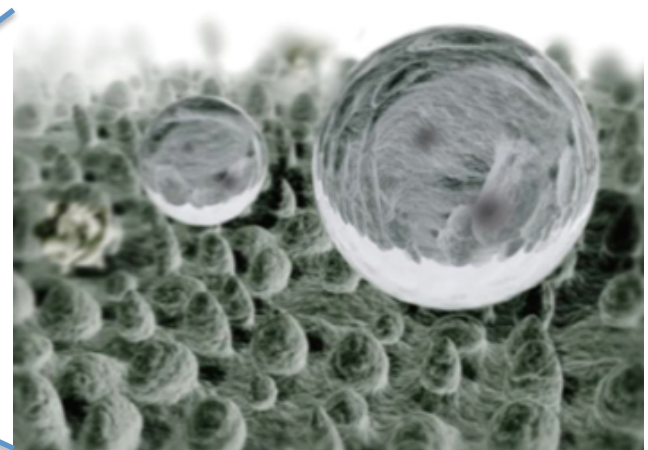


- Duas diferentes abordagem:
 - **Abordagem passiva.** Associa os mecanismos de repelência de água e de sujidade (criação de rugosidade e de repelência): ex. revestimento com polímero hidrofóbico e aplicação de nanopartículas para criar rugosidade.
 - **Abordagem ativa.** Incorporação de nanopartículas de dióxido de titânio, capazes de reagir com a luz e assim degradar a matéria orgânica de sujidade.



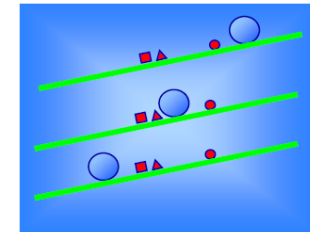
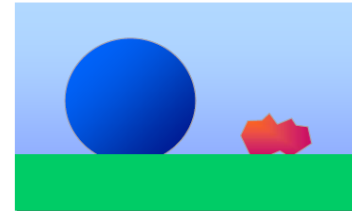
A nanotecnologia têxtil

- O efeito lótus diz respeito à repelência muito elevada à água apresentada pelas folhas da flor de Lótus.
- As folhas de lótus são auto-laváveis e superhidrofóbicas devido à combinação de duas características: as ceras de cobertura e as saliências com 10-20 nm de altura e largura.



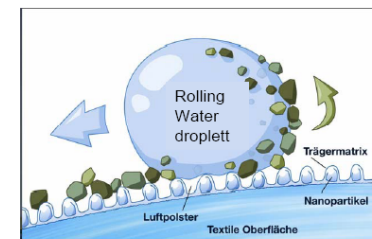
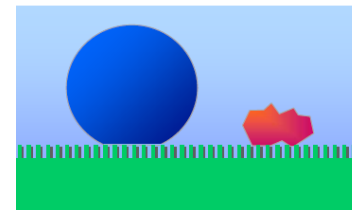
- Se fala de superhidrofobicidade quando o ângulos de contacto é superior a 150° .
- as gotas arrastam consigo as partículas de sujidade o que permite que as superfícies sejam consideradas auto-laváveis.
- Superfícies duplamente estruturadas com o efeito lótus podem alcançar um ângulo de contacto de 170° .

Contact area: normal
Interfacial energy: very low
Consequence
liquid droplets roll
Particle stick



Effect:
Dirt particle on the surface are rolled-over and are not cleaned off.

Contact area: minimal
Interfacial energy: very low
Consequence:
liquid droplets roll
Particles lay on a fakir's bed



Effect:
Dirt particles on the surface are cleaned off by rolling water droplets



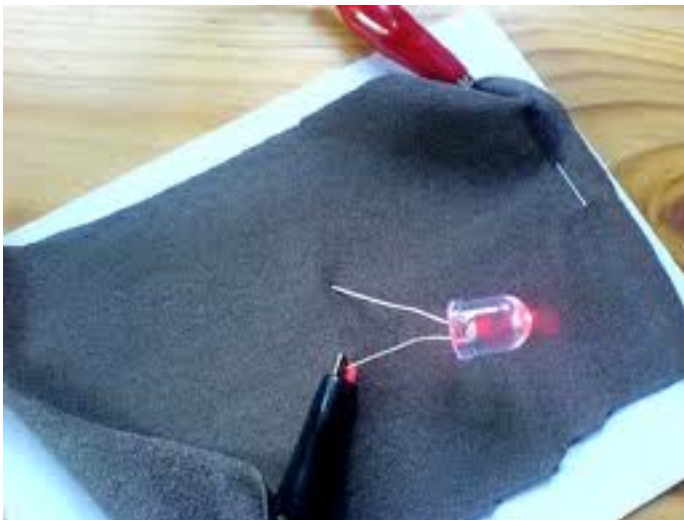
Universidade do Minho
Escola de Engenharia

A nanotecnologia têxtil



CENTRO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA TÊXTIL

Acabamentos condutores





A nanotecnologia têxtil

- A **condutividade em têxteis** é conseguida por aplicação de compósitos com nanopartículas condutoras ou nanotubos de carbono como revestimento de fibras sintéticas como poliéster, poliamida ou fibras acrílicas.
- O revestimento com ZnO, derivados de silício e outros óxidos metálicos são usados para a incorporação de sensores e actuadores e como agente anti-estático em têxteis
- Nanocompósitos com polímeros orgânicos condutores como a polianilina também são usados.



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

A nanotecnologia têxtil



CENTRO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA TÊXTIL

Propriedades Mecânicas



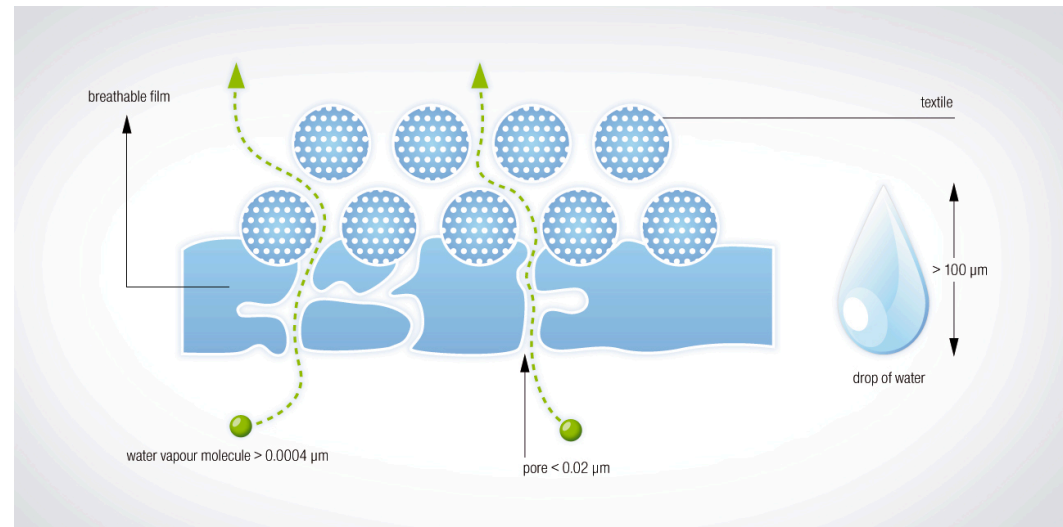
A nanotecnologia têxtil



- Aplicando nanopartículas de ZnO em matriz de polímero acrílico para protecção UV consegue-se menor coeficiente de fricção
- Compósitos com nanoargilas são usados para obter materiais com uma elevada resistência mecânica e térmica têxteis sintéticos
- Nanocompósitos com sílica organicamente modificada em polipropileno conferem boas propriedades mecânicas
- Adição de nanotubos de carbono na matriz fibrosa permite obter boa resistência em fibras biomédicas porosas.



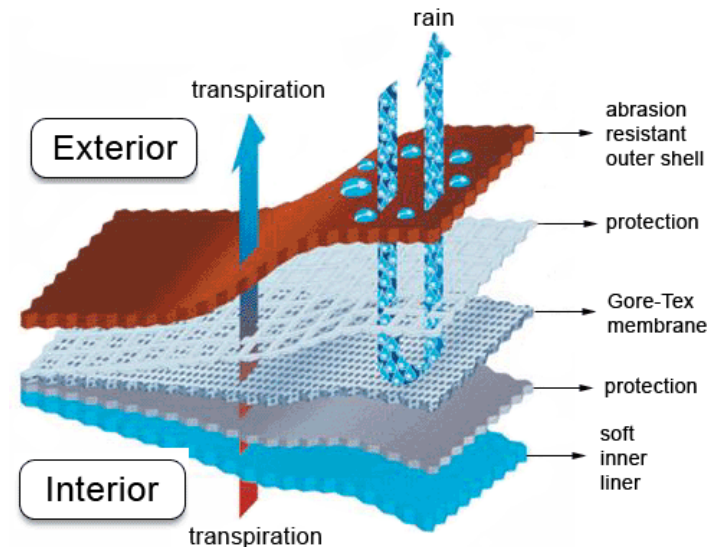
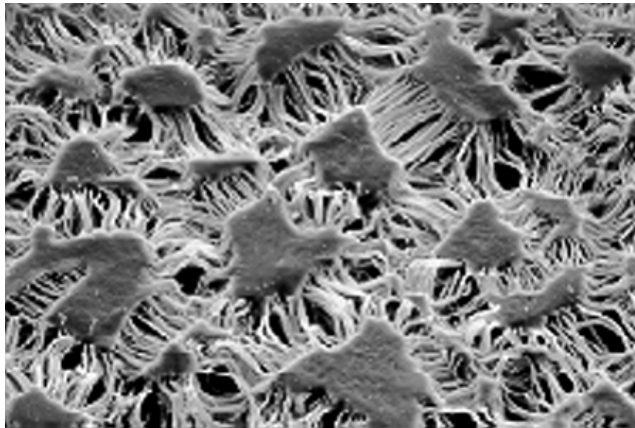
Respirabilidade





A nanotecnologia têxtil

- As membranas Sympatex[®] (copolímero de poliéster hidrofílico) e goretex[®] (politetrafluoretileno expandido) não são porosas a água e vento. Contudo o vapor de água consegue porque as micromembranas tem poros de aproximadamente 20 nm.





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

A nanotecnologia têxtil



CENTRO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA TÊXTIL

Conforto Térmico



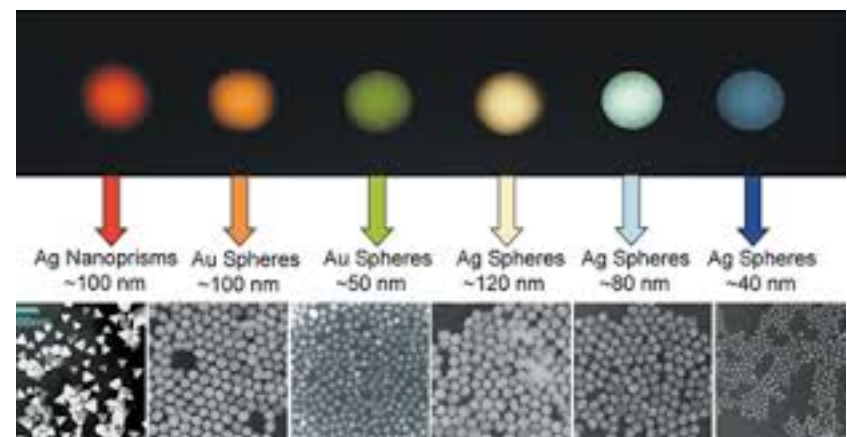
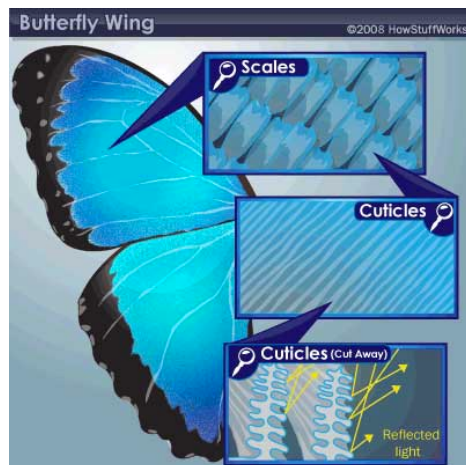
A nanotecnologia têxtil



- **Estruturas que retenham ar** (isolante) ou espessas, mas pouco densas (Não-tecidos, Fibras ocas, Microfibras)
- **Materiais reflectores** de calor (camadas termocrômicas, camadas de poliuretano aluminizadas, partículas cerâmicas)
- cobertor Spaceflot (NASA) é formado de um **aerogel** (estrutura nanoporosa) de sílica impregnado numa matriz fibrosa submetida a secagem supercrítica sob pressão. Para evitar a migração do aerogel através do material recorre-se a técnicas de encapsulamento em vazios.



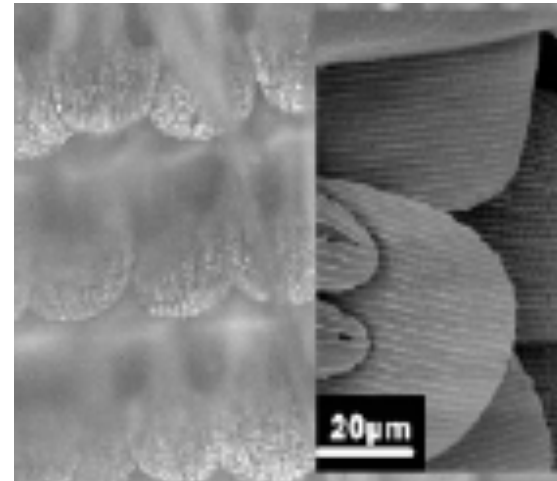
Tingimento (cor estrutural)





A nanotecnologia têxtil

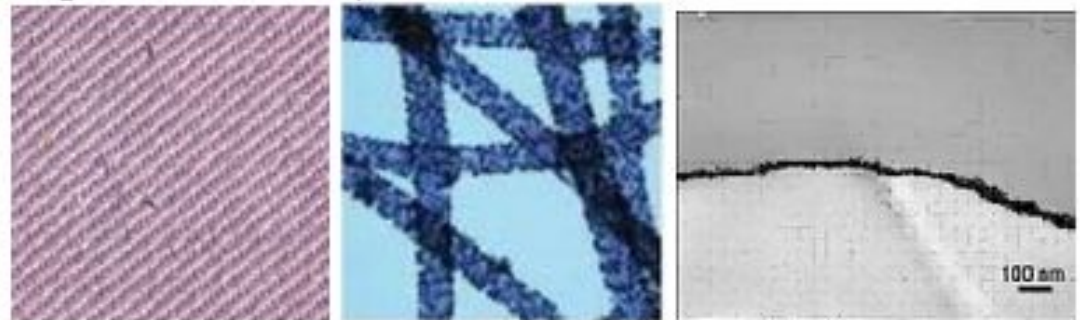
- Os pigmentos das asas das borboletas podem produzir apenas amarelo, laranja-amarelo, vermelho, preto e castanho.
- Verde, azul e violeta vem de camadas em mosaico de nanopartículas separadas por camadas de ar com características diferentes de refração da luz.





A nanotecnologia têxtil

- As nanopartículas de ouro podem-se ligar ao enxofre dos aminoácidos de cisteína do cabelo e tingir o cabelo em função da sua concentração e agregação.
- O algodão pode ser tingido de violeta em maneira uniforme com nanopartículas de ouro





Universidade do Minho
Escola de Engenharia



**CENTRO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA TÊXTIL**

Obrigado!

