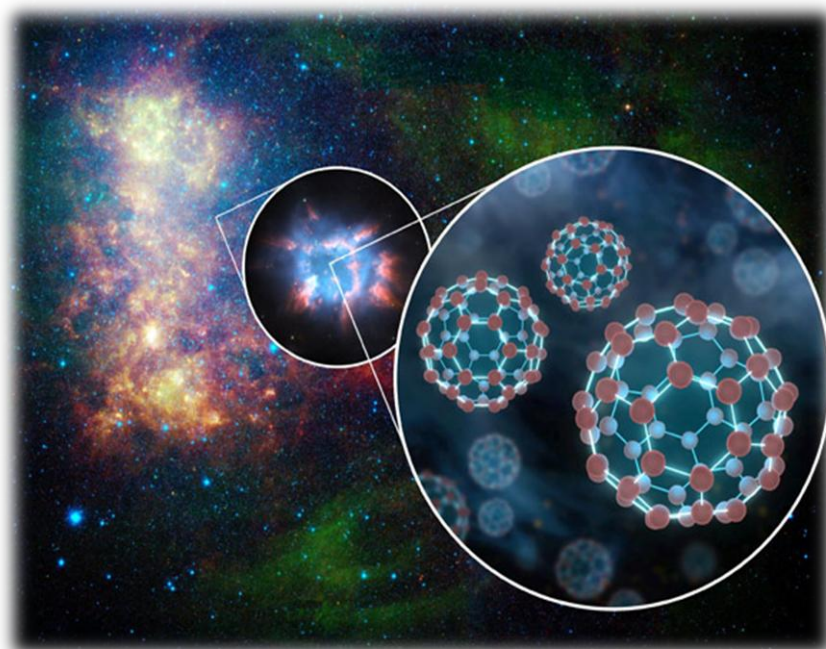


Nanomateriais no Local de Trabalho: Riscos, Efeitos na Saúde e Prevenção



Tudo o que os Trabalhadores
devem Saber...

Introdução

O que são nanomateriais

Especificidades dos nanomateriais

Exemplos de aplicações dos nanomateriais

Vias de exposição

Riscos dos nanomateriais para a Segurança e Saúde

Passos para prevenir a exposição

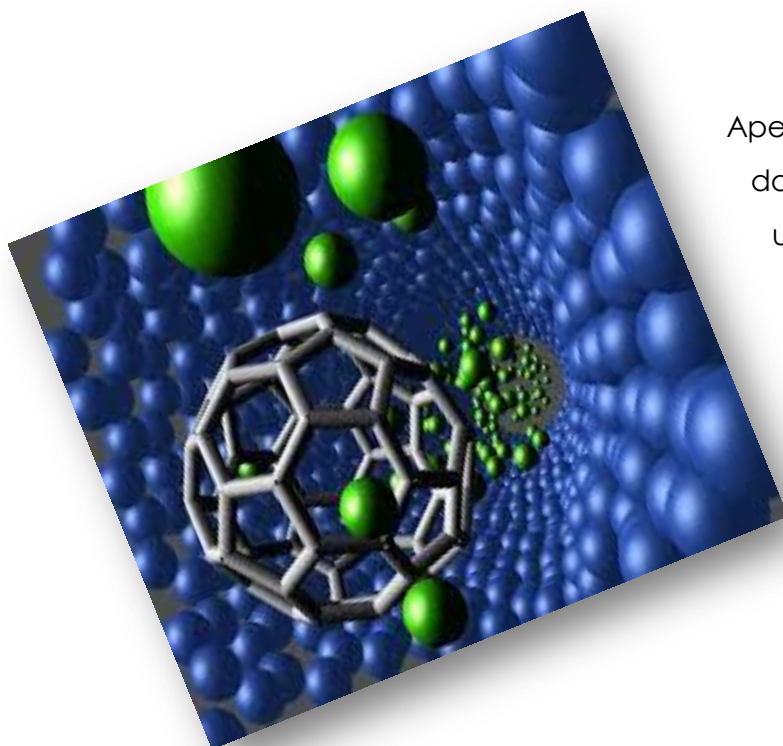
Níveis de intervenção

Legislação comunitária de referência

Lista de verificação aplicável aos nanomateriais

Introdução

O domínio da nanotecnologia tem vindo a registar rápidos progressos e a utilização de nanomateriais é cada vez mais comum, tanto na nossa vida quotidiana como no nosso local de trabalho. Isto significa que um número crescente de trabalhadores executam a sua atividade laboral expostos a nanomateriais.



Apesar da investigação em curso, o domínio da nanotecnologia regista um desenvolvimento mais célere do que o do conhecimento sobre os efeitos dos nanomateriais na **Saúde e Segurança**. Subsistem ainda muitas dúvidas, o que levanta questões sobre a avaliação de riscos para a **Segurança e Saúde no Trabalho**.

A nanotecnologia encontra-se, pois, em rápida expansão. A sua pequena dimensão confere-lhes propriedades físicas, químicas e biológicas que podem diferir bastante das propriedades dos materiais com a mesma composição química utilizados numa escala não nanométrica.

São as propriedades mecânicas, óticas, elétricas e magnéticas inerentes aos materiais na escala “nano” que os tornam particularmente vantajosos e atrativos para as mais diversas aplicações industriais e biomédicas.

A título de exemplo, menciona-se a utilização crescente de nanomateriais em produtos de cosmética e higiene pessoal (dióxido de titânio em protetores solares e cremes), produtos e equipamentos desportivos (nanotubos de carbono utilizados em raquetes e tacos de golf), construção civil (dióxido de titânio utilizados em tintas e revestimentos), componentes de veículos automóveis e eletrónica (nanotubos de carbono).

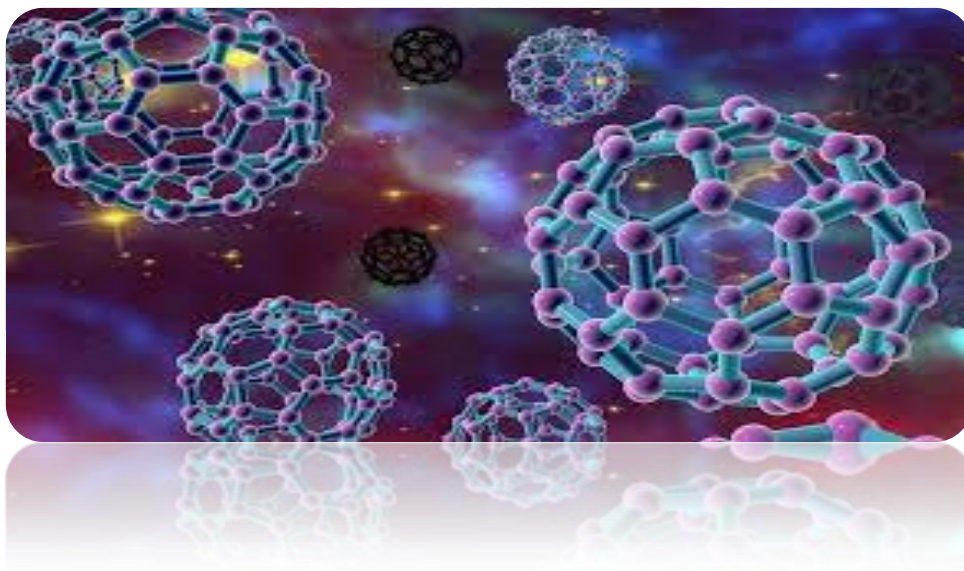
Contudo, tal como acima referido, a enorme expansão que tem vindo a acontecer ao nível da produção industrial e utilização de nanomateriais **contrasta com uma insuficiente avaliação de riscos para a saúde humana e para o ambiente.**

Dada a utilização em grande escala e muito diversificada dos nanomateriais na indústria, é difícil de calcular o número de trabalhadores expostos. Embora se saiba pouco sobre o impacto destes novos materiais, sobre a saúde e o ambiente, é provável, em qualquer caso, que os trabalhadores estejam entre as primeiras pessoas a sofrer elevados níveis de exposição.

É, pois, certo que os nanomateriais oferecem possibilidades técnicas únicas, mas podem apresentar riscos para o ambiente e suscitar preocupações de Saúde e Segurança, ainda não conhecidas.

Prevê-se que daqui até 2020, aproximadamente 20% de todos os produtos fabricados no mundo usarão as nanotecnologias.

O presente guia explica de que forma os trabalhadores se podem deparar com nanomateriais, e fornece informações sobre as medidas que devem ser tomadas para prevenir potenciais exposições.



1 - O que são os nanomateriais?

Em termos gerais, os nanomateriais são definidos como os materiais que contêm partículas com uma ou mais dimensões na gama de tamanhos compreendidos entre 1 e 100 nanómetros (nm), uma escala comparável à dos átomos e moléculas. Assim, no sentido de entendermos a sua dimensão, os nanomateriais são até 10 000 vezes mais pequenos do que um fio de cabelo humano.

Não só devido às suas dimensões diminutas, mas também devido a outras características físicas ou químicas que se referem, entre outras, ao seu formato e área de superfície, os nanomateriais diferem, em termos de propriedades, dos mesmos materiais utilizados em maior escala.

Podem ter origem natural, como os nanomateriais presentes nas cinzas vulcânicas, ou ser uma consequência não intencional de atividades humanas, como os contidos nos gases de escape dos motores diesel.

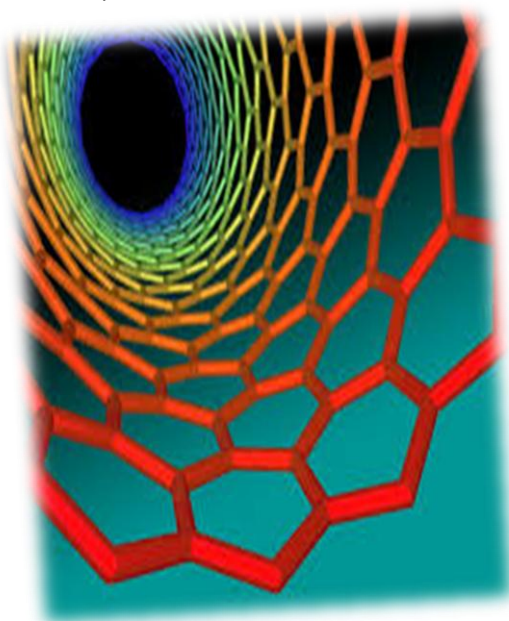
No entanto, **um grande número de nanomateriais são intencionalmente fabricados e colocados no mercado, e são precisamente estes nanomateriais que constituem o tema deste guia.**

2 – Qual a especificidade dos nanomateriais fabricados?

Devido às suas características específicas, os nanomateriais oferecem novas oportunidades em

áreas como a engenharia, a tecnologia da informação e da comunicação, a medicina e a farmácia, para referir apenas algumas.

As propriedades inovadoras e específicas dos nanomateriais fabricados representam muitos benefícios para inúmeras aplicações.



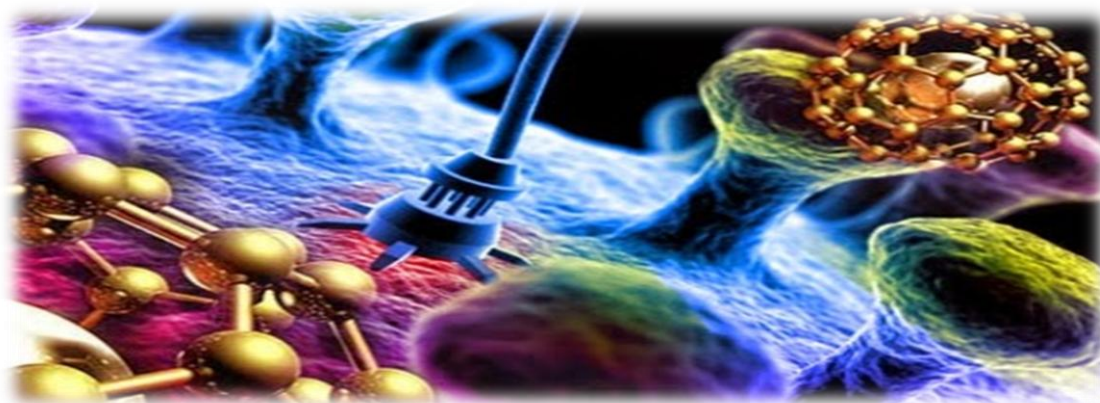
Assim, os nanomateriais fabricados podem ser utilizados tanto sob a forma simples como em combinação com outros materiais, para se conseguir resultados como, por exemplo:

- 1 - A miniaturização, ou seja a redução de peças e mecanismos de pequeníssimas dimensões, como por exemplo de equipamentos eletrónicos;
- 2 - A redução do peso, em consequência da eficiência acrescida do material;
- 3 - A melhoria das funcionalidades de materiais, como por exemplo o aumento da durabilidade, da condutividade, da estabilidade térmica e da solubilidade, e diminuição da fricção.

3 – Quais os exemplos de aplicações dos nanomateriais?

Alguns exemplos de aplicações de nanomateriais fabricados, em produtos de utilização correntes e de consumo humano, são os seguintes:

Categorias de produtos	Exemplos
Produtos de aplicação biomédica	Sistemas de terapêutica; sistemas de diagnóstico; pele ou osso artificial para medicina regenerativa; ligaduras; aparelhos de audição; próteses ortopédicas.
Produtos de cuidado pessoal e cosmética	Protetores solares; champôs; cremes; desodorizantes; pasta de dentes; produtos de maquilhagem; joalharia.
Aparelhos elétricos	Frigoríficos; máquinas de lavar; ar condicionado.
Eletrónica	Áudio; vídeo; <i>hardware</i> ; televisão; telemóveis; baterias.
Produtos domésticos e de construção	Produtos de limpeza; utensílios de cozinha; almofadas; tintas; materiais de construção.
Têxteis	Roupa; lençóis; tecidos impermeabilizados para decoração.
Embalagens	Embalagens alimentares e sensores nas embalagens alimentares.
Desporto	Raquetes; tacos de golfe; bolas de <i>bowling</i> .



4 – Quais as vias de exposição?

Os nanomateriais podem entrar no corpo humano de diversas formas, o que poderá representar um perigo para a saúde do trabalhador exposto:

Inalação

No local de trabalho a inalação é a via mais comum de exposição. As nanopartículas inaladas podem depositar-se nas vias respiratórias e nos pulmões dependendo da sua forma e tamanho.

Após a inalação, podem atravessar o epitélio respiratório, entrar na corrente sanguínea e atingir outros órgãos e tecidos. Também se concluiu que a inalação de alguns nanomateriais pode afetar o cérebro através do nervo olfatório.

Ingestão

A ingestão também pode resultar da inalação de um nanomaterial, uma vez que as partículas inaladas que são eliminadas das vias respiratórias através da função mucociliar (mecanismo de autolimpeza da mucosa nasal) podem ser engolidas.

As práticas de trabalho incorretas podem resultar na transferência mão para a boca (ex. comer ou fumar na área de trabalho).

As nanopartículas ingeridas deslocam-se para outros órgãos.

Absorção

A penetração dérmica continua a ser objeto de investigação. A pele intacta parece constituir uma boa barreira contra a absorção de nanomateriais. A pele lesionada parece ser menos eficaz, porém o nível de absorção tende a ser mais baixo do que o associado à inalação. No entanto, apesar destas conclusões, o contacto com a pele também deve ser evitado e controlado.

Assim os estudos mostram diferentes resultados:

- Pouca ou nenhuma penetração para além das camadas superficiais da pele;
- Penetração da pele flexionada, danificada ou doente;
- Penetração de pele intacta no período de 8-24 horas;
- Os olhos são também uma via de exposição.

5 - Os nanomateriais constituem um risco para a Saúde e Segurança do trabalhador? Existem efeitos já identificados?

É certo que persiste uma falta de dados disponíveis sobre os perigos - humanos e ambientais - colocados pelos nanomateriais. Ainda assim, é sabido que os nanomateriais podem penetrar mais no corpo humano quando inalados e até mesmo passar para a corrente sanguínea e transitar para outros órgãos.

Os toxicologistas ainda não identificaram "novos" efeitos na saúde provocados por nanomateriais, ao contrário de outras substâncias perigosas.

Alguns nanomateriais foram encontrados, por exemplo, nos pulmões, fígado, rins, coração, órgãos reprodutivos, feto, cérebro, baço, esqueleto e tecidos moles.

Contudo, é possível afirmar que os efeitos mais importantes dos nanomateriais foram encontrados nos pulmões e incluem inflamação, danos nos tecidos, toxicidade crónica, citotoxicidade (células que têm a capacidade de destruir outras células através da libertação de certas substâncias nocivas), fibrose e geração de tumores. Alguns nanomateriais também podem afetar o sistema cardiovascular.

Alguns efeitos dos nanomateriais na saúde:

O Comité Científico dos Riscos para a Saúde Emergentes e Recentemente Identificados descobriu que alguns nanomateriais fabricados implicavam riscos concretos para a saúde.

Os efeitos dos nanomateriais que suscitam maior preocupação ocorrem nos pulmões e incluem, entre outros, inflamação e lesões nos tecidos, aparecimento de fibroses e tumores. O sistema cardiovascular também pode ser afetado. Por exemplo, alguns tipos de nanotubos de carbono podem ter os mesmos efeitos que o amianto.

Além dos pulmões, descobriu-se que os nanomateriais podem afetar também outros órgãos e tecidos, incluindo o fígado, os rins, o coração, o cérebro, os ossos e os tecidos moles.

Devido às suas dimensões diminutas e à sua grande área de superfície, as nanopartículas em pó podem apresentar risco de explosão, ao contrário do que acontece com os respetivos materiais mais grossos.



Dadas as incertezas sobre os perigos dos nanomateriais, a prevenção da exposição dos trabalhadores é a melhor abordagem.

6 - Quais são os principais riscos decorrentes da presença de nanomateriais?

A tabela abaixo referida, mostra um resumo dos riscos a serem avaliados em conformidade com a legislação da UE em matéria de **Saúde e Segurança no Trabalho** e alguns fatores de risco relacionados com os nanomateriais no local de trabalho.¹

¹ Guidance on the protection of the health and safety of workers from the potential risks related to nanomaterials at work: Guidance for employers and health and safety practitioners.

Risco	Alguns fatores de risco
Riscos decorrentes da inalação do agente	• Toxicidade do nanomaterial • Características físicoquímicas do nanomaterial • Concentração ambiental • Tempo de exposição • Trabalhadores particularmente sensíveis • Seleção inadequada e/ou uso de EPI's
Riscos decorrentes da absorção através da pele	• Local e extensão do contacto com a pele • Toxicidade do nanomaterial através da pele • Duração e frequência do contacto • Trabalhadores particularmente sensíveis • Seleção inadequada e/ou uso de EPI's
Riscos decorrentes do contacto com a pele ou olhos	• Seleção inadequada e/ou uso de EPI's • Procedimento incorreto de transferência
Riscos decorrentes da ingestão	• Potencial toxicidade do nanomaterial • Hábitos de higiene pessoal incorretos • Possibilidade de comer, beber ou fumar no local de trabalho • Trabalhadores particularmente sensíveis
Riscos de fogo e/ou de explosão	• Estado físico (pó ultrafino) • Pressão/temperatura • Inflamabilidade/valor calórico • Concentração no ar • Fontes de ignição
Riscos decorrentes de reações químicas perigosas	• Reatividade química e instabilidade de agentes químicos perigosos • Sistemas de arrefecimento inadequados • Sistema falível de controlo de variáveis chave na reação (pressão, temperatura e controlo de fluxo)
Riscos decorrentes de instalações que possam ter consequências para a saúde e segurança dos trabalhadores	• Corrosão de materiais e instalações • Instalações deficientes ou inexistentes para controlo de vazamentos (bandejas de retenção, proteção contra impactos mecânicos) • Manutenção preventiva deficiente ou inexistente

7 - Como posso saber se são utilizados nanomateriais no meu local de trabalho?

1 - Solicite ao seu **empregador informação** sobre:

- Se os nanomateriais são usados no local de trabalho;
- Que nanomateriais são usados;
- De que forma cada nanomaterial se reflete na avaliação do risco químico que a empresa deveria ter levado a cabo;
- Que medidas preventivas foram realizadas com o objetivo de evitar a exposição do trabalhador.

2 - Se pretender mais informações, além das que são fornecidas pela empresa, existem várias **fontes externas** que podem potencialmente fornecer essas informações.

3 - Tente identificar **o nome do fabricante dos nanomateriais** usados no seu local de trabalho. O fabricante é obrigado por força da legislação a disponibilizar Fichas de Dados de Segurança (FDS).

Estas fornecem informações específicas sobre uma determinada substância, incluindo os efeitos sobre a saúde e os procedimentos para manuseamento ou trabalho em segurança com a substância. As FDS encontram-se geralmente disponíveis na internet.

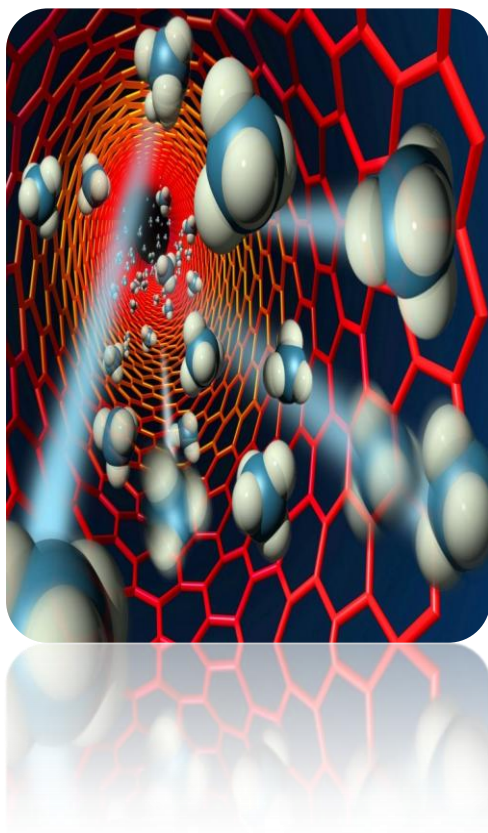
8 – Dificuldades existentes aquando a avaliação de riscos

Apesar da investigação em curso, o campo da nanotecnologia evolui mais rápido do que o conhecimento sobre os aspetos de **Saúde e Segurança** dos nanomateriais.

Tal como já referido, existem lacunas no conhecimento relacionado com as implicações de nanomateriais para **Saúde e Segurança** dos trabalhadores, bem como em relação aos métodos de avaliação de risco.

Portanto, aquando a realização de uma avaliação dos riscos decorrentes da presença de nanomateriais no ambiente de trabalho, os empregadores podem encontrar dificuldades relativas:

1. A insuficiência de informações sobre as propriedades perigosas dos nanomateriais;
2. Falta de consenso em métodos e equipamentos normalizados para ser usado para medição dos níveis de exposição e identificar nanomateriais e fontes de emissão;



3. Informações limitadas sobre a eficácia das medidas de redução de riscos (filtros, luvas, etc.).

As fichas de dados de segurança são uma ferramenta importante para obter informações sobre a prevenção de riscos decorrentes de substâncias perigosas no local de trabalho.

9 - Passos para prevenir a exposição do trabalhador aos nanomateriais no local de trabalho

A legislação europeia relativa à proteção dos trabalhadores aplica-se aos nanomateriais, mas não se refere explicitamente aos mesmos. Assumem particular importância a **Diretiva Quadro 89/391/CEE, a Diretiva 98/24/CE relativa aos agentes químicos e a Diretiva 2004/37/CE relativa aos agentes cancerígenos ou mutagénicos, bem como a legislação sobre as substâncias químicas (REACH e CRE).**

Tal significa que cabe às entidades empregadoras avaliar e gerir os riscos dos nanomateriais no local de trabalho. Se a utilização e a produção de nanomateriais não puder ser eliminada ou substituída por materiais e processos menos perigosos, a exposição dos trabalhadores deve ser minimizada através da adoção de medidas preventivas e hierarquizadas, estabelecendo-se a seguinte ordem de prioridades:

- Medidas técnicas de controlo dos riscos na fonte;
- Medidas organizacionais;
- Utilização de equipamento de proteção individual, como último recurso.

Passo 1 - Identificação dos nanomateriais

A legislação exige que o empregador determine a existência de substâncias perigosas, neste caso de nanomateriais. As principais fontes de informação são as Fichas de Dados de Segurança que acompanham as substâncias/misturas usadas no local de trabalho. As FDS podem conter informação importante sobre a **Segurança e Saúde** dos trabalhadores, como sendo:

1. Identificação da substância;
2. Composição/informação sobre os componentes;
3. Identificação de perigos;
4. Primeiros socorros;
5. Medidas de combate a incêndios;
6. Medidas a tomar em caso de fugas acidentais;
7. Manuseamento e armazenagem;
8. Controlo da exposição/proteção individual;
9. Propriedades físicas e químicas, bem como as propriedades relacionadas com o tamanho, a distribuição de tamanho, a forma, área de superfície, entre outras;
10. Estabilidade e reatividade;
11. Informação toxicológica;
12. Questões relativas à eliminação;
13. Informações relativas ao transporte;
14. Informação sobre regulamentação.

Nas situações em que persistem dúvidas, os empregadores devem entrar em contato com os fornecedores/fabricantes de substâncias/misturas para solicitar especificamente todas as informações necessárias.

Passo 2 – Avaliação dos riscos

É fundamental para determinar a capacidade dos nanomateriais presentes no local de trabalho para causarem risco na **Segurança e Saúde** dos trabalhadores, as propriedades perigosas desses agentes e a exposição.

Apesar das lacunas existentes em matéria de informação sobre os nanomateriais, é muito importante que os empregadores efetuem uma avaliação dos riscos destes materiais.

PRINCÍPIOS DE ELIMINAÇÃO OU REDUÇÃO DOS RISCOS

- Conceção e organização dos sistemas de trabalho no local de trabalho.
- Fornecimento de equipamentos adequados para trabalhar com agentes químicos, e procedimentos de manutenção que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.
- Redução ao mínimo do número de trabalhadores expostos ou que possam estar expostos.
- Redução ao mínimo da duração e intensidade da exposição.
- Medidas de higiene adequadas.
- Redução das quantidades de agentes químicos presentes no local de trabalho ao mínimo necessário.
- Procedimentos de trabalho adequados.
- Definição e implementação de medidas para o manuseamento, a armazenagem e a transferência, no local de trabalho e em condições de segurança, das substâncias perigosas e dos resíduos que contenham tais agentes.

A avaliação de riscos é fundamentalmente um processo informativo e de estudo das propriedades perigosas dos nanomateriais presentes no local de trabalho, assim como das condições em que se trabalha com eles.

Tal procedimento permite determinar:

- Os riscos existentes;
- Os trabalhadores expostos e os possíveis danos que podem ocorrer (incluindo a eventual existência de suscetibilidade individual);
- Avaliar a possibilidade desses danos influenciarem a **Saúde e a Segurança**.

Devem aplicar-se os princípios gerais de prevenção sempre que se trabalhar com substâncias perigosas, independentemente de, além disso, a avaliação de riscos indicar a necessidade de aplicar medidas específicas de prevenção.

Passo 3 – Definição de medidas de prevenção

O resultado da avaliação de riscos e a informação que dela se retira permitem determinar com precisão quais são as medidas preventivas a adotar.

Tal como acontece com todas as outras substâncias perigosas, a **eliminação e a substituição são medidas prioritárias face a outras medidas de prevenção**, tendo em conta que o objetivo é impedir a exposição dos trabalhadores aos nanomateriais.

A **escolha das medidas de prevenção deve basear-se na avaliação dos riscos no local de trabalho** e deve obedecer à hierarquia de medidas de controlo, com prioridade para a eliminação e substituição, seguidas da adoção de medidas técnicas na fonte, bem como medidas organizacionais e, por último, a utilização de equipamento de proteção individual, como último recurso.

Em caso de dúvida sobre os riscos dos nanomateriais, deve aplica-se o princípio de precaução na escolha das medidas de prevenção para evitar a exposição.

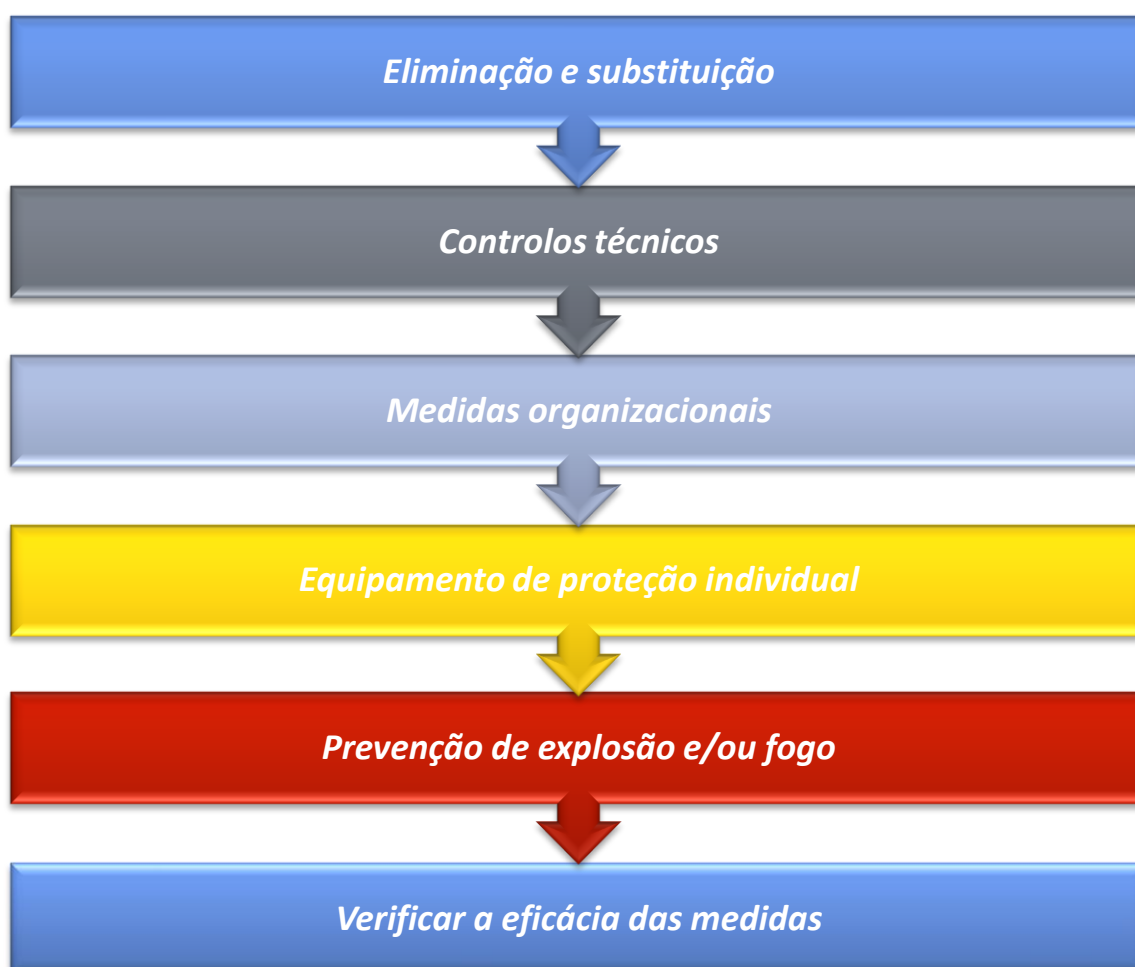
Assim, referem-se as seguintes medidas de prevenção gerais:

- ♣ Evitar a presença de nanomateriais que possam ficar suspensos no ar (como pós ou poeiras) recorrendo a uma forma menos perigosa, por exemplo, mediante a dissolução de nanomateriais em pó em líquidos, pastas, granulados ou compostos ou ainda mediante a sua agregação a sólidos;
- ♣ Reduzir o nível de perigosidade, alterando a superfície do nanomaterial, por exemplo, revestindo-o a fim de ajustar a pulverulência, a solubilidade e outras propriedades.

Além disso, também deve ser seguido o seguinte princípio geral que se aplica independentemente do contacto com nanomateriais:

✿ A planificação **do trabalho deve basear-se na avaliação dos riscos e contar com a participação dos trabalhadores.** Devem ser tidos em conta os riscos existentes nos locais de trabalho onde são manuseados nanomateriais, cuja toxicidade e comportamento são desconhecidos.

Apontamos os seguintes níveis de intervenção:



1 - Eliminação e substituição

Tal como acontece com todas as outras substâncias perigosas, **a eliminação e a substituição são medidas prioritárias face a outras medidas de prevenção**, tendo em conta que o objetivo é impedir a exposição dos trabalhadores aos nanomateriais.

No entanto, existem atividades profissionais, como por exemplo, no setor da saúde em que os agentes químicos que contêm nanomateriais, os medicamentos ou os dispositivos, são utilizados com alguma frequência pelas suas propriedades específicas.

Assim sendo, nestas circunstâncias, e embora um nanomaterial represente um risco para os profissionais de saúde, a eliminação ou substituição por uma alternativa menos perigosa pode não ser uma opção viável, atendendo a que, à partida, a alternativa poderá não oferecer as propriedades e os efeitos positivos pretendidos.



² A figura ilustra um sistema de contenção na fonte.

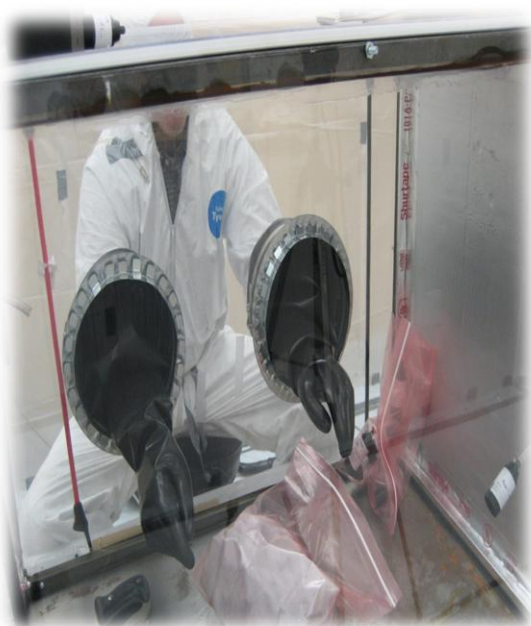
2 - Controlos técnicos

Devem aplicar-se medidas técnicas de prevenção na fonte de emissão de nanomateriais. O controlo técnico mais eficaz na fonte é a contenção mediante a utilização de sistemas fechados e instalações fechadas.

A medida preventiva (técnica) mais eficaz é a **contenção na fonte**, através do uso de sistemas, máquinas e processos fechados, ou seja, de gabinetes e isolamentos que criam uma barreira física entre o trabalhador e o nanomaterial.³

No entanto, mesmo com tais medidas, é importante ressaltar que o risco de vazamento necessita de ser considerado. Os sistemas locais de ventilação por aspiração, com filtros de partículas de ar de alto rendimento (HEPA) ou filtro de ar de penetração ultra baixa (ULPA) também são eficazes para captar os nanomateriais na fonte, nos casos em que a

contenção
não é viável.



São necessárias disposições específicas que não sejam controlos de engenharia se os processos contidos forem abertos, por exemplo, para carregamento/descarga, amostragem, limpeza ou manutenção.

Nestas situações, o uso de equipamentos de proteção respiratória e luvas é considerado uma estratégia de controlo a considerar.

³ A figura acima ilustra um sistema de ventilação que controla exposições perigosas. A figura abaixo ilustra o uso de caixas de luvas para contenção.

Os sistemas locais de extração de ar (portáteis) podem ser particularmente úteis para proteger, igualmente, os trabalhadores da exposição a nanopartículas.

3 - Medidas organizacionais

As medidas organizacionais desempenham um papel importante na prevenção.

A medida organizacional mais importante que ajudará a minimizar a exposição potencial dos trabalhadores é a segregação das áreas de trabalho, ou seja, reduzindo o número de pessoas potencialmente expostas, bem como da duração da exposição aos nanomateriais.

As áreas onde os nanomateriais são fabricados ou utilizados devem ser isoladas ou separadas dos restantes locais de trabalho, por exemplo por paredes, pois existe um maior risco de libertação. Estas áreas devem ser claramente marcadas com sinais apropriados que indicam que o acesso é permitido somente a pessoal devidamente autorizado e com formação específica.

É fundamental proceder à:

- Limpeza regular (lavagem) das áreas de trabalho onde os nanomateriais são usados ou manuseados.
- Monitorização dos níveis de concentração de ar, por exemplo, em comparação com contextos em que não há manuseamento de nanomateriais.

Deve, ainda, ser tido em conta:

- A gestão de riscos deve dar prioridade não só aos riscos conhecidos, mas também à avaliação e gestão dos nanomateriais nos locais de trabalho sobre os quais a informação relativa ao grau de exposição e perigo é inexistente, incompleta ou incerta;
- Os trabalhadores devem receber a formação necessária para garantir que dispõem do conhecimento e das competências adequados à realização de um trabalho em segurança e protegido da exposição a qualquer libertação de nanomateriais;
- Todos os trabalhadores devem receber sempre as instruções e a informação pertinentes, por forma a familiarizarem-se com os riscos químicos em geral e com os riscos dos nanomateriais em particular. Essas informações também devem constar das instruções de trabalho.
- Há que adotar uma abordagem de precaução no que respeita à prevenção de riscos associados a nanomateriais, pelo que devem ser implementadas todas as medidas possíveis, de acordo com a hierarquia das medidas de prevenção, com vista a reduzir a libertação de nanomateriais;
- Os trabalhadores expostos a nanomateriais perigosos durante o trabalho devem ser incluídos em programas de vigilância específicos no âmbito da medicina do trabalho, devendo obrigatoriamente existir documentação pormenorizada sobre as situações de exposição.

4 - Equipamento de proteção individual



O equipamento de proteção individual (EPI) deve ser utilizado como último recurso, quando a exposição não pode ser reduzida de forma suficientemente eficaz com a adoção das medidas acima mencionadas.

Se a avaliação de risco determinar a necessidade de utilização de um EPI, deverá desenvolver-se um programa nesse sentido.

Um bom programa de EPI compreenderá os seguintes elementos:

- Seleção do EPI adequado;
- Montagem;
- Formação;
- Manutenção do EPI.

As recomendações relativas ao equipamento de proteção para os nanomateriais são, atualmente, as mesmas que as que se aplicam à prevenção da exposição às poeiras e aerossóis ou, dependendo do tipo de exposição em causa, à exposição por via dérmica.

É fundamental garantir que os trabalhadores aquando usam os EPI's conseguem fazer o seu trabalho em segurança, bem como utilizarem outro equipamento adicional, por exemplo óculos de proteção, isto porque o nível de proteção do EPI pode diminuir durante a utilização em simultâneo de vários tipos de EPI.

⁴ Equipamento de proteção individual



Além disso, existem riscos adicionais, que não os riscos inerentes aos nanomateriais, que podem interferir e reduzir a eficácia do EPI. Daqui conclui-se que se impõe levar em conta todos os perigos existentes no local de trabalho aquando da seleção do EPI.

Todos os EPI utilizados devem ter uma marca CE, e ser utilizados em conformidade com as instruções do fabricante, sem quaisquer alterações.

4.1 - Proteção respiratória

Se a exposição aos nanomateriais suspensos no ar não puder ser evitada com as medidas de prevenção, já acima mencionadas, recomenda-se a utilização de proteções respiratórias adequadas para uma situação de exposição desse tipo, sejam elas máscaras faciais completas ou semimáscaras com filtros, dispositivos de filtragem de partículas com ventilador de ar e capacete ou dispositivos de filtragem de partículas com ventilador de ar.⁵

Os filtros HEPA e os cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos são considerados eficazes para os nanomateriais.

A escolha dos aparelhos de proteção respiratória dependerá:



⁵ Equipamento de proteção respiratória

- Do tipo, dimensão e concentração dos nanomateriais suspensos no ar;
- Do fator de proteção atribuído ao aparelho de proteção respiratória;
- Das condições de trabalho.

A eficácia de filtragem dos aparelhos respiratórios e filtros constitui um fator importante na avaliação do EPI.



Outros fatores, como o ajustamento à cara, o período de tempo durante o qual o EPI é usado e se este é sujeito a uma manutenção adequada, podem também ajudar a mitigar a exposição. A filtragem com semimáscaras sem uma vedação adequada entre a cara e a máscara demonstrou constituir um fator de risco preponderante.



Nos casos em que os aparelhos respiratórios não cobrem os olhos, deve também ser utilizada proteção ocular (viseiras de segurança ajustadas).

4.2 - Vestuário de proteção e luvas

Os tecidos descartáveis, tais como, o polietileno de alta densidade (baixa retenção de poeiras e baixa libertação de poeiras), são preferíveis aos têxteis, além que deve ser evitada a utilização de roupas de proteção feitas com tecidos de algodão.

Se for utilizado vestuário de proteção reutilizável, como o fato-macaco, deve ser prevista a lavagem regular e a prevenção da exposição secundária.

Devem ser tomadas medidas que permitam o uso de fatos-macacos e capas de proteção limpos e a sua eliminação depois de utilizados, de forma a não contaminar os indivíduos ou o local de trabalho em geral.

6



As luvas são particularmente importantes, uma vez que protegem os trabalhadores que estão frequentemente em contacto direto com os nanomateriais.

Como acontece relativamente aos produtos químicos em geral, a eficácia dos materiais de proteção é específica às características dos nanomateriais.

Devem ser cumpridas as recomendações específicas relativas ao nanomaterial em causa que são disponibilizadas pelo

fornecedor e que constam, por exemplo, das fichas de dados de segurança. No caso das partículas de dióxido de titânio e de platina é eficaz o uso de luvas de nitrilo, látex e neoprene.

7

A espessura do material da luva constitui um fator importante na determinação da taxa de difusão do nanomaterial. Por conseguinte, recomenda-se o uso de dois pares de luvas ao mesmo tempo.



⁷ Proteção para as mãos

5 - Prevenção de explosão e/ou fogo

Em consequência da sua pequena dimensão, os nanomateriais em pó podem apresentar riscos de explosão, ao contrário dos correspondentes nanomateriais grossos, isto porque potencial explosivo da maioria das poeiras orgânicas aumenta com a diminuição do tamanho da partícula.

Assim, devem ser tomados cuidados especiais no manuseamento ou formação de nanomateriais em pó, incluindo ao esmerilar, lixar ou polir materiais que contenham nanomateriais.

As medidas de prevenção relativas aos nanomateriais em forma de pó são, essencialmente, as mesmas que para qualquer outro material explosivo e inflamável e devem cumprir os requisitos da **Diretiva 99/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas.**

Seguem alguns exemplos:

- ☐ O manuseamento deve ser limitado, sempre que possível, a zonas específicas;
- ☐ Os materiais devem ser dissolvidos lavando o local de trabalho (prevenção de poeiras);
- ☐ Os equipamentos e outras fontes de baixa ignição, ou condições que facilitem a carga eletrostática, devem ser eliminados do local de trabalho;
- ☐ As camadas de poeira devem ser removidas através de lavagem;
- ☐ O armazenamento de materiais explosivos ou inflamáveis no local de trabalho deve ser minimizado.

6 - Verificar a eficácia das medidas de prevenção

A avaliação dos riscos deve ser regularmente revista e a decisão e a implementação das medidas de gestão de riscos devem ser controladas, bem como deve ser verificada a sua eficácia.

Este princípio assegura o bom funcionamento de todos os equipamentos de proteção e devem ser realizadas inspeções regulares de todos os equipamentos de ventilação e seus respetivos sistemas de filtragem. Além disso, a adequação do EPI deve ser verificada e atualizada, se necessário.

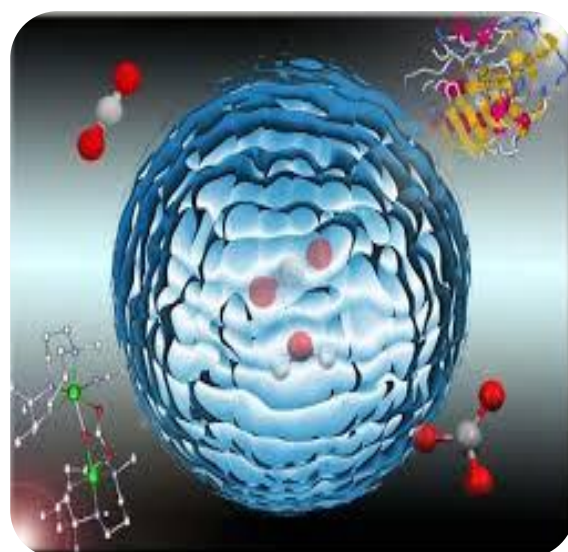
Por outro lado, a eficácia de uma medida de redução de riscos pode ser avaliada mediante a análise da concentração de nanomateriais no ar antes e depois da aplicação da medida de prevenção.

10 – Legislação comunitária de referência

No local de trabalho, os empregadores têm a obrigação geral de garantir a Saúde e Segurança dos trabalhadores em todos os aspetos relacionados ao seu trabalho, devendo proceder à realização de avaliações risco de uma forma regular, tal como previsto na **Diretiva-Quadro 89/391/CEE, a qual deve necessariamente incluir os potenciais riscos dos nanomateriais.**

Além disso, a **Diretiva 98/24/CE sobre agentes químicos no trabalho** impõe disposições mais restritas sobre a gestão dos riscos resultantes das substâncias no local de trabalho, em particular a hierarquização de medidas de prevenção reforçadas e a eliminação ou substituição como medidas prioritárias, sendo também aplicável aos nanomateriais, uma vez que estão incluídas na definição de "substâncias".

Se um nanomaterial é cancerígeno ou mutagénico, também deve ser respeitada a **Diretiva 2004/37/CE relativa à presença de agentes cancerígenos ou mutagénicos durante o trabalho.**



Anexo – Lista de Verificação aplicável aos Nanomateriais

A presente lista de verificação foi redigida para atividades no local de trabalho com substâncias cancerígenas, que são aplicáveis aos nanomateriais:

Questões	Sim	Não
Foi levado a cabo um teste de substituição?		
O resultado é descrito na documentação de avaliação de risco?		
O uso de um sistema fechado foi testado?		
O resultado é descrito na documentação de avaliação de risco?		
A seleção das medidas de proteção técnica encontra-se na documentação de avaliação de risco?		
Qual foi o nível de exposição determinado? Com que resultado?		
Os requisitos de uso do sistema de ventilação estão descritos na documentação de avaliação de risco?		
Foi elaborado um plano de ação para reduzir o stress?		
O plano foi implementado?		
Existe uma lista de trabalhadores potencialmente expostos?		
A intensidade, duração e frequência do stress são documentadas?		
Os trabalhadores recebem formação regular relativamente às instruções de operação?		
São oferecidos rastreios de saúde ocupacional para os trabalhadores?		



Fonte:

Facts n.º 72 – Tools for the management of nanomaterials in the workplace and prevention measures - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

Facts n.º 73 – Nanomateriais no setor da saúde: riscos e prevenção no trabalho - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

Facts n.º 74 - Nanomateriais no trabalho de manutenção: riscos e prevenção no trabalho - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho



Uma Publicação

Departamento de Segurança e Saúde no
Trabalho.

Com o Apoio:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu