

ÍNDICE

Introdução	3
Capítulo 1	
Higiene do Trabalho e Qualidade do Ar Interior	5
Capítulo 2	
Ambiente Térmico	11
Enquadramento legal	13
Equilíbrio Térmico	13
Conforto Térmico	17
Efeitos do Ambiente Térmico	18
Grandezas Físicas e Instrumentos de Medida	20
Índices de Stress Térmico	21
Protecções contra o calor	24
Medidas Construtivas	24
Medidas Individuais	25
Medidas Organizacionais	26
Ambientes Térmicos Frios	26
Capítulo 3	
Iluminação	29
Introdução	31
Visão	32
Patologias da Iluminação Deficiente	33
Parâmetros da Iluminação	33
Níveis de Iluminação	34
Contrastes e Encandeamento	35
Tipos de Lâmpadas e de Luminárias	37
Cintilação. Efeito estroboscópico	39
Manutenção das instalações de iluminação	39

Capítulo 4

Radiação 41

Introdução	43
Radioactividade	43
Efeitos no organismo humano	44
Medidas de Protecção	49
Radiação Não Ionizante	53

Capítulo 5

Agentes Biológicos 57

Introdução	59
Classificação dos agentes biológicos	59
Identificação e avaliação do risco biológico	60
Tipos de agentes patogénicos	61
Medidas de Prevenção	64

Capítulo 6

Agentes Químicos 67

Introdução	69
Conceito de Dose e Valores-Limite de Exposição (VLE)	71
Índices Biológicos de Exposição (BEI)	73
Substâncias Perigosas	74
Medidas Preventivas	79
Ficha de Dados de Segurança Resumida	80

Introdução

A mudança rápida que se tem sentido nos ambientes laborais, e na sociedade em geral, têm vindo a tornar mais visíveis os riscos associados a algumas actividades, até então consideradas de risco mínimo. Ao mesmo tempo, a evolução tecnológica, a alteração de hábitos de trabalho, a introdução de metodologias de organização laboral diferentes, a multiplicidade de agentes químicos, físicos e biológicos entretanto surgidos têm modificado a percepção do ambiente de trabalho e, em grande parte, têm descaracterizado a "tradicional" Higiene dos locais de trabalho.

Deste modo, cabe aos responsáveis pela área da Segurança e Higiene a adopção de uma visão mais ampla no desempenho da sua actividade, sistematizando a recolha de informação, o tratamento da mesma, a apresentação de planos de actuação baseados em análises científicas e a reformulação das condições laborais, em simultâneo com a criação de fluxos de informações entre as várias estruturas das organizações.

É neste ponto que os trabalhadores e as suas estruturas podem, e devem, estar cientes da natureza da Higiene do Trabalho, dos seus conceitos e metodologias, para mais conscientemente discutirem, analisarem e proporem melhorias ao ambiente de trabalho laboral.

Pode-se afirmar que a legislação mais recente tem contribuído para a parametrização de responsabilidades e métodos de análise dos riscos existentes, tentando informar e sensibilizar os intervenientes para os riscos das actividades diárias, promovendo um controlo efectivo dos factores de risco através da adopção de medidas de protecção de acordo com a importância de tais riscos.

Porém, a prática diária ainda se processa, em muitos casos, apenas num sentido, sendo necessário reforçar a participação das estruturas dos trabalhadores, nomeadamente na sua qualificação para que o contributo junto dos trabalhadores, principalmente com função de prestar esclarecimentos, seja mais vinculada e efectiva.

A participação de responsáveis pela gestão de uma área tão vasta e sensível como a Higiene, passa forçosamente pela colaboração com entidades de outros domínios do saber, respeitando e auscultando aqueles que diariamente estão no terreno (trabalhadores), no respeito pelas regras instituídas (entidades patronais e oficiais), perspectivando a evolução contínua do desempenho de todos em matéria de Prevenção e Protecção (organização).

Este documento visa dar a conhecer a natureza da intervenção da Higiene do Trabalho, no âmbito da prestação de serviços de Segurança e Saúde no Trabalho, assim como esclarecer conceitos técnicos associados. Assim, os trabalhadores poderão estar cientes dos perigos resultantes dos vários agentes de trabalho, podendo participar nos Sistemas de Gestão da SST de forma mais esclarecida.



Capítulo

1

Higiene do Trabalho e Qualidade do Ar Interior

Os riscos profissionais são inerentes ao ambiente ou ao processo operacional das diferentes actividades. Significam, pois, as condições inseguras do trabalho capazes de afectar a saúde, a segurança e o bem-estar do trabalhador.

As condições inseguras relativas ao processo operacional como, por exemplo, máquinas desprotegidas, pisos escorregadios, etc., são designadas por riscos de operação. As condições inseguras relativas ao ambiente de trabalho, como por exemplo, a presença de gases e vapores tóxicos, o ruído, o calor, entre outros, são chamados riscos de ambiente.

Tradicionalmente a Segurança do trabalho dedica-se à prevenção e controlo dos riscos de operação e a Higiene do Trabalho aos riscos de ambiente, os quais poderão, em determinadas condições, ocasionar as doenças profissionais.

A Higiene do Trabalho poderá então definir-se como uma técnica de actuação sobre os contaminantes (ou poluentes) do ambiente, derivados do trabalho, com o objectivo de prevenir as doenças profissionais dos indivíduos expostos.

Trata-se de uma ciência multidisciplinar que requer uma cooperação estreita com outras ciências, tais como Engenharia, Medicina, Epidemiologia, Toxicologia, Química e Bioestatística.

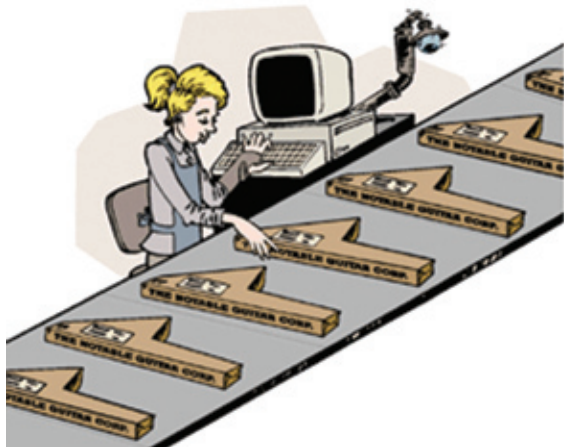
Os agentes agressivos do ambiente que podem afectar a saúde dos trabalhadores são de vários tipos, destacando-se os que aqui serão alvo de maior descrição:

Químicos: poeiras, fumos, neblinas, aerossóis, gases e vapores;

Físicos: ambiente térmico, iluminação, radiação;

Biológicos: vírus, bactérias, fungos, parasitas, esporos, pólenes;





Com a evolução tecnológica, as Actividades profissionais passaram a ter um carácter mais interior, desenvolvendo-se em espaços fechados onde os trabalhadores permanecem largos períodos de tempo, ao longo do horário de trabalho.

A manutenção de um ambiente de trabalho “puro” ficou associada à presença de agentes que alterassem a proporção natural dos elementos constituintes do ar.

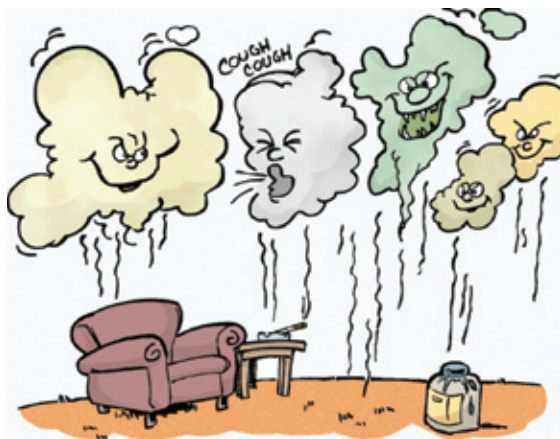
Na prática, a adulteração da composição do ar não se torna difícil, pois a maioria dos processos industriais favorece o aparecimento de agentes de natureza química, biológica ou física, potencialmente agressivos para o organismo humano, tais como:

Produtos derivados da combustão (automóveis);

Bioefluentes e bioaerossóis (alergénicos e patogénicos) (impressoras, fotocopiadoras);

Fumos de tabaco;

Microrganismos (ácaros, bactérias);



Compostos orgânicos voláteis (tintas de parede e revestimentos de madeira);

Humidade;

Campos electromagnéticos (aparelhos eléctricos e de alta tensão);

Gás radioactivo – radão (granito).

Estes agentes podem ter uma gama variada de sintomas, mais ou menos intensos de acordo com a susceptibilidade individual, dos quais se destacam:

Olhos: irritação, secura e prurido;

Nariz: irritação, secura e congestionamento;

Garganta: secura, rouquidão, prurido e tosse;

Pele: irritação, secura, prurido e eritemas;

Cabeça: dores náuseas e tonturas;

Organismo: infecções renais, pulmonares, intestinais e cansaço.



Muitos dos princípios básicos de prevenção e protecção face a estes agentes encontram-se normalizados ou legislados, cabendo a aplicação das medidas aí preconizadas.

Estes poluentes ambientais também se manifestam em ambientes de escritório, estando hoje em dia associados ao surgimento do Síndrome do Edifício Doente. Mais recentemente, a legislação do Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios (Decreto-Lei nº 80/06) e o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (Decreto-Lei nº 79/06) vieram definir comportamento de edifícios, taxas de renovação de ar e concentrações máximas de alguns poluentes (p.e. Ozono, Formaldeído, Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Partículas suspensas no ar, Compostos orgânicos voláteis).

Assim, torna-se determinante o conhecimento da natureza e modo de acção destes agentes poluidores do ambiente de trabalho, de forma a podermos interpretar as situações de trabalho e colocarmos em prática as medidas de prevenção e protecção que mais se adequam. Este documento tenta facilitar este objectivo.

Capítulo

2

Ambiente Térmico

Enquadramento legal

A temática do ambiente térmico e do conforto térmico associado é corrente na diversa literatura legal produzida em Portugal, reconhecendo a sua importância para o bem-estar e desempenho dos trabalhadores.



O princípio vigente na legislação geral é o de que “... a temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser adequadas ao organismo humano, levados em conta os métodos de trabalho e os condicionalismos físicos impostos aos trabalhadores...” (Portaria nº 987/1993, 6 de Outubro, art. 7, nº1), existindo referências mais específicas para alguns sectores de actividade, tais como para comércio, escritório e serviços (temperatura: 18°C – 22°C; Humidade: 50% - 70% - Decreto-Lei nº 243/1986, 20 de Agosto – art. 11 a 13).

Não será demais referir que já com a Portaria nº 53/1971, de 3 de Fevereiro, no seu artigo nº 24º se referia que “... as condições de temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser mantidas dentro de limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores...”.

Equilíbrio Térmico

O problema colocado pelos ambientes térmicos é o da **homeotermia** (manutenção da temperatura interna do corpo), a qual garante um funcionamento óptimo das principais funções do organismo e em particular do sistema nervoso central.



Para que a temperatura se mantenha constante ($37,0 \pm 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$) é necessário que exista equilíbrio entre a produção de calor do organismo e a dissipação desse calor para o meio ambiente.

No organismo, mesmo em repouso, gera-se calor como resultado da degradação da energia necessária para manter as funções básicas, tais como: respiração, circulação sanguínea, etc. Este calor denomina-se **metabolismo basal**. O metabolismo pode ser expresso em várias unidades: W/m^2 , $Kcal/(m^2 \cdot h^2)$ ou simplesmente $Kcal/h$.

Actividade	Metabolismo
Deitado	46 (W/m^2)
Sentado a descansar	58 (W/m^2)
Actividade sedentária	70 (W/m^2)
De pé, actividade leve	93 (W/m^2)
De pé, actividade média	116 (W/m^2)
Grande actividade	174 (W/m^2)

Exemplos de metabolismo associado a várias actividades

As trocas de calor com o ambiente podem processar-se por quatro vias, sendo o Metabolismo a única forma exclusiva de ganho de calor e a Evaporação a única forma exclusiva de perda de calor:

Ganho de calor	Perda de Calor
Metabolismo (M), Condução (K), Convecção (C), Radiação (R)	Condução (K), Convecção (C), Radiação (R) e Evaporação (E).

Convecção: Troca de calor sensível entre a superfície do corpo (pele e roupa) e o ar ambiente;

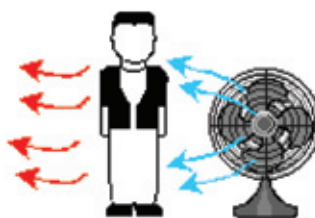
Radiação: Troca de calor sensível entre a superfície do corpo (pele e roupa) e as superfícies envolventes (paredes, envidraçados, aquecedores...);

Condução: Troca de calor sensível entre a superfície do corpo e as superfícies em contacto;

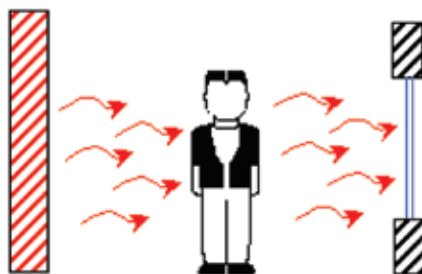
Evaporação: Troca de calor latente por evaporação de água do corpo humano.



Convecção natural



Convecção forçada



Trocas de calor por Radiação

A alteração deste equilíbrio térmico resulta em alterações fisiológicas, mais ou menos desconfortáveis, mas toleráveis, pois a homeotermia está assegurada.

Quanto mais o ambiente térmico se afasta da zona da neutralidade (muito quente ou muito frio), mais as alterações fisiológicas se acentuam até atingirem o seu nível máximo. Para além desses limites, a homeotermia não poderá mais ser assegurada.

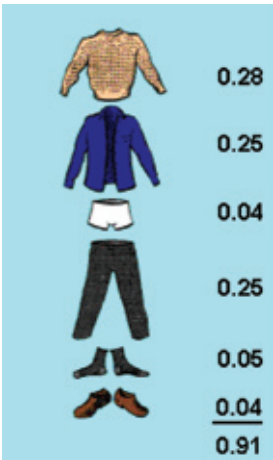
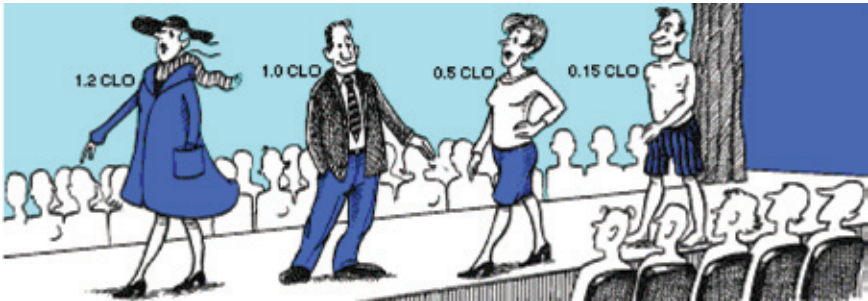


O **vestuário** constitui uma barreira entre a superfície cutânea e o ambiente, criando-se um microclima em volta da superfície cutânea (pele).

A unidade de medida do isolamento do vestuário é o Clo, cuja unidade corresponde ao isolamento de um conjunto de vestuário igual a fato, camisa, gravata, colete, sapatos e meias.

Vestuário	Resistência Térmica
Nú	0 (Clo)
Calções	0,3 (Clo)
Tropical	0,5 (Clo)
Leve de Verão	0,7 (Clo)
Inverno, interior	1,0 (Clo)
Fato completo	1,5 (Clo)

Índices de Vestuário



Conforto Térmico

A percepção do ambiente térmico que nos rodeia depende de cada indivíduo, daí que se pergunte com frequência, mas o que é o conforto térmico?

A norma ISO 7730 define conforto térmico como "É o estado de alma que expressa satisfação com o ambiente térmico" (*"That condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment"*).

Dependendo do grau de esforço necessário à manutenção da nossa temperatura interior podem ocorrer três situações:

Situação de conforto térmico: a manutenção da temperatura interior do nosso corpo não implica qualquer esforço significativo;

Situação de desconforto térmico: apesar de o esforço necessário para manter a temperatura interior do corpo constante ser reduzido existem ainda assim condições locais - correntes de ar, contacto com superfícies quentes ou frias, etc. - que impedem que se fale de uma situação de conforto térmico;

Situação de tensão térmica ("stress térmico"): a manutenção da temperatura interior do corpo exige um esforço significativo, que para além de interferir com a capacidade de concentração e de realização de trabalho pode ainda obrigar a limitar o tempo máximo de exposição às condições térmicas que originam a situação de tensão térmica.

A ocorrência de situações de "stress térmico", nomeadamente devido a um calor excessivo. Nestas situações a concentração e a capacidade física dos trabalhadores é afectada, o que naturalmente irá comprometer a produtividade da empresa e, não menos importante, irá criar condições favoráveis à ocorrência de acidentes de trabalho.



Efeitos do Ambiente Térmico

Os ambientes térmicos quentes são ambientes para os quais o balanço térmico resulta num ganho de calor, isto é, a temperatura do ar ambiente e a temperatura radiante média são superiores á temperatura média cutânea. Ambientes, muito agressivos termicamente, podem conduzir a uma situação de **stress térmico** e originar danos irrecuperáveis no trabalhador.

O **stress térmico** ocorre quando os parâmetros ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, humidade relativa e velocidade do ar), o nível do vestuário e o nível de metabolismo interagem de forma a produzir um aumento gradual da temperatura corporal.

À medida que o nível de **stress térmico** se eleva acima da zona de conforto, aparecem estados sucessivos de mal-estar psicológico que vão desde a sensação puramente subjectiva de estar incomodado, a uma redução apreciável do rendimento de tarefas que exigem destreza manual.

No nível seguinte, produz uma vasodilatação (acompanhado por rubor) e um aumento do ritmo cardíaco aos quais se seguirá, a activação das glândulas sudoríparas com o consequente aumento da taxa de sudação. Só em casos extremos em que estes mecanismos não sejam suficientes para manter o equilíbrio térmico do nosso corpo, é que se verificará um aumento da temperatura corporal.

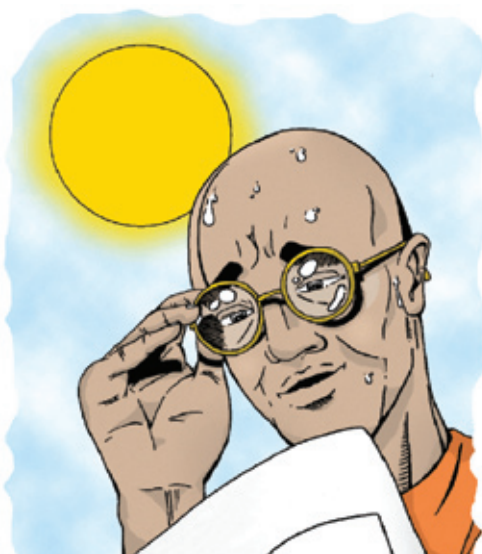
O indivíduo, no desempenho das suas actividades, quando submetido a situações de **stress térmico** tem, entre outros sintomas, debilitação do estado geral da saúde, alterações psico-sensoriais e a redução da capacidade de produção.

Existe um risco de golpe de calor ou **hiperpirexia** quando o nível de **stress térmico ambiental** e simultaneamente a **carga de trabalho** são elevados. O risco aumenta de maneira significativa quando:

- ❖ Os trabalhadores não estão aclimatados;
- ❖ São obesos;
- ❖ Têm insuficiência de água;
- ❖ Consomem álcool;
- ❖ Estão vestidos de maneira inadequada;
- ❖ Têm antecedentes de doenças cardiovasculares, erupções recentes ou pouca capacidade de trabalho.

O calor pode ter ainda consequências mais ou menos nefastas sobre a saúde, a médio e a longo prazo. Citam-se, a título de exemplo:

- ❖ Maior susceptibilidade a outras doenças;
- ❖ Efeitos potenciadores com outros agentes agressivos, tais como contaminantes químicos;
- ❖ Decréscimo do desempenho individual e da capacidade de execução;
- ❖ Cataratas (processo degenerativo do cristalino por exposição à radiação infravermelha);
- ❖ Maior incidência de doenças cardiovasculares e de perturbações gastrointestinais.



Consequências do **Stress Térmico**

Designação	Descrição	Consequências
Choque térmico	Subida contínua da temperatura (mecanismos de dissipação insuficientes)	<ul style="list-style-type: none"> • Convulsões e alucinações • Coma (42°C-45°C); • Morte.
Colapso térmico	Aumento acentuado da pressão arterial (incremento do fluxo sanguíneo).	<ul style="list-style-type: none"> • Vertigens, tonturas; • Transpiração muito intensa; • Dores de cabeça fortes.
Desidratação	Perda de água excessiva (taxa de sudação muito elevada).	<ul style="list-style-type: none"> • Convulsões e alucinações; • Coma (42°C-45°C); • Morte.
Desmineralização	Perda de sais não compensada (ingestão de água não compensada).	<ul style="list-style-type: none"> • Convulsões e alucinações; • Coma (42°C-45°C); • Morte.

Grandezas Físicas e Instrumentos de Medida

A análise do conforto ou do stress térmico, num posto de trabalho, necessita do conhecimento de grandezas físicas e características do ambiente considerado. São elas:

- ❖ A **temperatura do ar**: pode ser medida com um termómetro e exprime-se em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) ou graus fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$);
- ❖ A **humidade do ar**: pode ser medida com um psicrómetro rotativo e exprime-se em percentagem (%);
- ❖ A **velocidade do ar**: pode ser medida com um anemómetro ou katatermómetro e exprime-se em metros por segundo;
- ❖ O **calor radiante**: pode ser medido com um termómetro de globo e exprime-se em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) ou graus fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

*Termómetro
e psicrómetro*



Anemómetro



Para além dos aparelhos mais antigos de medição, hoje em dia existem as designadas estações climáticas, constituídas por sondas e um registador informatizado de dados, tornando a recolha de dados muito mais fácil e completa.

A medição destes parâmetros permite-nos aferir do (des)conforto térmico de determinado local, não sendo de ignorar que as técnicas de medição deverão ser representativas da situação de trabalho. Assim, poderá surgir a necessidade de efectuar medições em vários pontos de um mesmo espaço, a diferentes altura e em diferentes períodos do horário de trabalho, de modo a reflectir a realidade térmica do mesmo (p.e. pela incidência directa dos raios solares).



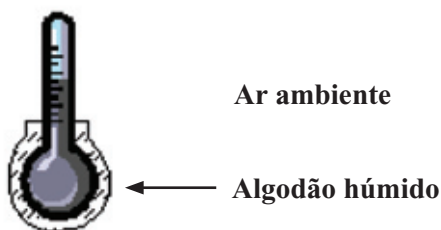
Índices de Stress Térmico

O método mais rigoroso para avaliação do nível de “stress” térmico seria, evidentemente, a medição dos indicadores fisiológicos de “stress” (taxa de sudação, nível de desidratação, temperatura corporal, etc.). Atendendo a que existem estudos que quantificam os valores máximos admissíveis para estes indicadores, seria fácil, em cada caso, identificar se estava numa situação de perigo ou não. Contudo, como facilmente se compreende, a medição destes indicadores não é, salvo raras excepções, implementável.

Assim sendo, foi necessário criar indicadores que permitissem avaliar o nível de “stress” térmico a que um trabalhador está sujeito em função da sua actividade física e das condições térmicas do meio que o rodeia - temperatura do ar e das superfícies, velocidade do ar e humidade relativa. Estes indicadores são normalmente designados por **índices de “stress” térmico**.

Nos nossos dias, o índice de “stress” térmico mais utilizado é o **WBGT** (“Wet Bulb Globe Temperature”) que poderá ser traduzido por “Índice de Temperatura de Bolbo Húmido e de Temperatura de Globo”. Este índice, desenvolvido nos anos 50 pela Marinha de Guerra dos EUA baseia-se na medição de duas temperaturas distintas, a saber:

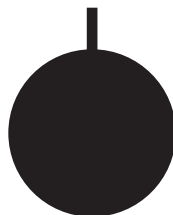
Temperatura natural de bolbo húmido: temperatura medida por um termómetro “normal” cuja extremidade sensora é revestida por algodão húmido. A evaporação da humidade do algodão arrefece o sensor pelo que a sua temperatura é sempre inferior à do ar. Quanto maior for a diferença entre a temperatura medida por este sensor e a temperatura do ar maior será o potencial de dissipação de calor por evaporação.



Sonda de temperatura natural de bolbo húmido

Temperatura de globo: temperatura medida por um termómetro normal colocado no interior de um globo pintado de negro. O globo troca calor por radiação com as superfícies envolventes e por convecção com o ar.

Sonda de temperatura de globo



As temperaturas medidas por estes dois sensores dependem da temperatura e da velocidade do ar, da humidade relativa do meio e da temperatura das superfícies envolventes. Estas 4 variáveis ambientais são também as variáveis com influência sobre o balanço térmico do corpo humano. Desta forma foi possível encontrar uma combinação dos valores de temperatura medidos por estes dois sensores que traduz, de forma bastante precisa, o comportamento térmico dos seres humanos. O índice WBGT é exactamente o resultado desta combinação:

Para locais interiores ou exteriores sem carga solar:

$$WBGT = 0,7 \, t_{nw} + 0,3 \, t_g$$

onde t_{nw} é a temperatura natural húmida;
 t_g é a temperatura de globo

Para locais exteriores com carga solar:

$$WBGT = 0,7 \, t_{nw} + 0,2 \, t_g + 0,1 \, t_a$$

onde t_a é a temperatura do ar

Uma vez conhecido o valor de WBGT é possível, mediante comparação com valores de referência, determinar o nível de “stress” térmico a que o trabalhador está sujeito e, caso se justifique, limitar o seu tempo de exposição às condições térmicas que originam o “stress” térmico medido.

Tipo de actividade	Valor máximo de WBGT (ISO 7243)			
	Trabalhador aclimatado		Trabalhador não aclimatado	
Descanso	33		32	
Trabalho manual leve	30		29	
Trabalho braçal moderado	28		26	
	Ar parado	Corrente de ar	Ar parado	Corrente de ar
Actividade física intensa	25	26	22	23
Actividade física muito intensa	23	25	18	20

*Valores máximos recomendados do índice WBGT
(tempo de exposição de 8 horas)*

Se o índice WBGT for superior aos valores indicados na tabela será necessário implementar uma de duas soluções alternativas (partindo do princípio que nada se pode fazer quanto à actividade do trabalhador):

- ❖ Diminuir o tempo de permanência no local de trabalho (por exemplo, criando um esquema de turnos que permita alternância nos locais mais críticos);
- ❖ Criar condições que permitam uma redução do índice WBGT do local.

Importa desde já referir que a criação de condições que permitam a redução do índice WBGT exige uma caracterização detalhada do ambiente térmico do local em questão. Caso contrário, corre-se o risco de intervir num sentido que não é o mais adequado (ex.: instalar um sistema de climatização/ventilação para baixar a temperatura do ar no interior de uma nave industrial quando a origem do "stress" térmico está relacionada com elevadas temperaturas de superfície).

Para **ambientes térmicos neutros**, poder-se ia utilizar o método PMV – *Predicted Mean Vote* (Voto Médio Previsível) que representa o voto médio de um grupo grande de pessoas em termos de sensação térmica segundo a escala [-3, +3] [frio; quente].

Em paralelo calcula-se o PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied* (Porcentagem Previsível de Insatisfeitos), o qual tendo em conta os parâmetros anteriormente referidos, utiliza fórmulas matemáticas para concluir sobre as condições de conforto de um espaço.

Assim, um espaço apresenta condições de conforto quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

Protecções contra o calor

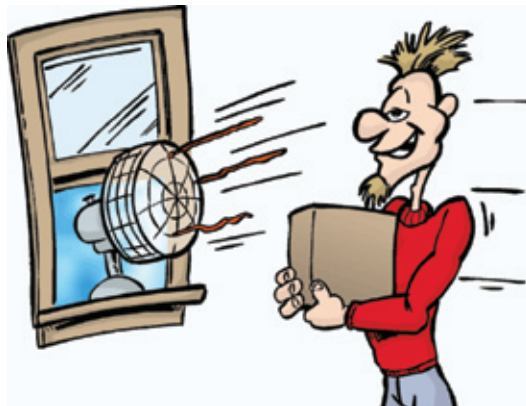
Para além das indicações que os índices de stress térmico possam recomendar, face à mediação dos parâmetros quantificáveis, existem outras recomendações que deverá ser atendidas:

- ❖ Assimetria da temperatura radiante de janelas ou outra superfície vertical fria deve ser inferior a 10°C;
- ❖ No Inverno a Velocidade do ar deverá ser $< 0.15\text{m/s}$ e a Temperatura = 20 – 24 °C;
- ❖ No Verão a Velocidade do ar deverá ser $< 0.25\text{m/s}$ e a Temperatura = 23 – 26 °C;
- ❖ Diferença de Temperatura do ar a 1,1m e 0,1m acima do chão não deve exceder 3°C;
- ❖ A temperatura do chão deve estar entre 19 a 26°C, excepto em pavimentos radiantes podendo atingir os 29°C.

Medidas Construtivas

Ventilação geral e climatização:

para determinar a ventilação necessária há que ter em conta as dimensões do local ou edifício, número e tipo dos ocupantes e suas actividades, fornecimento de calor por parte do equipamento e da radiação solar, humidade relativa, temperatura do ar exterior e variação da temperatura (exterior-interior).



Protecção de paredes opacas (tectos em particular): obtém-se aumentando o coeficiente de reflexão das paredes (pintura, folha de cobre ou de alumínio, cal viva), aumento da resistência térmica das mesmas (tecto duplo, materiais isolantes), aumento do coeficiente de transmissão de calor das paredes através da irradiação das superfícies.

Protecção de superfícies vidradas: obtém-se por diminuição do fluxo de calor incidente e aumento do coeficiente de reflexão dos vidros (orientações da janelas, estores, coloração de vidros, vidros duplos).

Câmaras de transição: quando sujeitos a temperaturas extremas (muito altas ou muito baixas) deverão ser criadas zonas de transição permitindo os trabalhadores arrefecer-se ou aquecer-se gradualmente até à temperatura exterior.

Medidas Individuais

Aclimação ao calor: quando o Homem está exposto ao calor de maneira repetitiva ou prolongada, desenvolve ajustamentos que permitem suportá-lo melhor. Assim a sudção e a temperatura aumentam e a frequência cardíaca estabiliza-se a um nível inferior.



Higiene alimentar: a exposição ao calor provoca uma sudção intensa, sendo a melhor re-hidratação obtida com água pura, a ingestão de cafeína e de bebida alcoólicas devem estar limitadas a pequenas quantidades, as ingestões devem ser fraccionadas. No que respeita a alimentos, convém moderar a ingestão de alimentos gordos, pois a sua presença no tubo digestivo retarda a absorção de água necessária à re-hidratação.

Equipamentos de Protecção Individual: sendo, porventura, insuficientes, ineficazes ou impraticáveis as medidas de construção deverá ser prevista a utilização de equipamento de protecção individual, nomeadamente vestuário de protecção com capacidade térmica adequada às condições locais (altas temperaturas, ventos fortes, humidade baixa, ...).

Medidas Organizacionais

Controlo do tempo de exposição: de modo a evitar o surgimento de sintomas de patologias extremas, assim como o agravar de uma condição já existente, deverá ser controlado o tempo de exposição de cada trabalhador, acompanhando-o da vigilância médica adequada.

O quadro seguinte tem em conta alguns factores de clima para diferentes actividades.

Tipo de Actividade	Temperatura Ambiente (°C)			Humidade Relativa (%)			Velocidade do Ar (m.s ⁻¹)
	Min.	Ópt.	Máx	Min.	Ópt.	Máx	Máx
Administrativa	18	21	24	40	50	70	0,1
Trabalho manual ligeiro, sentado	18	20	24	40	50	70	0,1
Trabalho ligeiro de pé	17	18	22	40	50	70	0,2
Trabalho pesado	15	17	21	30	50	70	0,4
Trabalho muito pesado	14	16	20	30	50	70	0,5
Trabalho ao calor radiante	12	15	18	20	50	70	1,0-1,5

Valores de parâmetros climáticos para diferentes actividades.

Ambientes Térmicos Frios

As reacções do organismo humano ao frio são semelhantes aos ambientes térmicos quentes, exceptuando a sudação. Assim, para tentar manter um balanço térmico equilibrado, o organismo opta por diminuição da temperatura cutânea, redução do fluxo sanguíneo e aumento do metabolismo. O vestuário adequado torna-se essencial principalmente devido à camada de ar que mantém contacto com a pele.



A **selecção de indivíduos** é outro aspecto importante, tanto mais que se sabe que um indivíduo longuílneo¹ terá que produzir mais calor para manter a homeotermia do que um indivíduo brevílneo². Do mesmo modo, para um indivíduo fisicamente apto, um aumento do metabolismo será, a longo prazo, fácil de suportar e pouco fatigante.

As principais **patologias** por termorregulação excessiva são as frieiras, pé-das-trincheiras e enregelamento. A exposição ao frio das partes descobertas (face, mãos) produz um aumento da pressão arterial e um aumento da frequência cardíaca. Por estas razões não se devem expor ao frio indivíduos com afecções cardiovasculares. O reumatismo aparece mais frequentemente em pessoas expostas ao frio, pois julga-se que a variação de temperatura das mucosas favorecem o seu aparecimento, com a penetração de vírus nas células.

As medidas de **prevenção/protecção** a adoptar são em tudo semelhantes às referidas para ambientes térmico quentes, sendo, porém, necessário proceder à devida adaptação. Por exemplo:



- ❖ A ingestão de alimentos ricos em gorduras permite uma mais fácil resistência ao frio;
- ❖ A protecção das extremidades evita a perda de calor acelerada, compensando a fraca irrigação sanguínea das mesmas;
- ❖ Selecção de um vestuário adequado, protegendo o rosto e as extremidades, facilitando a evaporação do suor;
- ❖ A ingestão de líquidos quentes ajuda a recuperar perdas caloríficas;
- ❖ Limitação o consumo de bebidas excitantes, como o café, minimizando as perdas de água e portanto de calor;
- ❖ Utilização de roupa corta-vento reduz o efeito da velocidade do ar;

¹ Longuílneo - Indivíduo com estatura alta e de pernas e braços longos.

² Brevílneo - Indivíduo com baixa estatura e de ombros largos, com aspecto atarracado.

- ❖ Substituição da roupa humedecida evita a congelação da água e a perda de energia calorífica;
- ❖ Diminuição do tempo de exposição;
- ❖ Controlar o ritmo de trabalho, permitindo que a carga metabólica seja suficiente sem que supere um valor que induza em sudção excessiva.



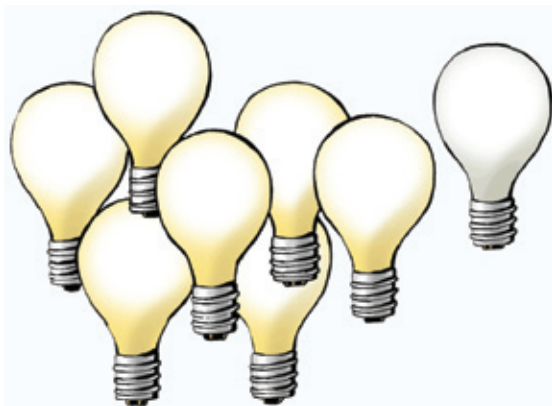
Capítulo

3

Iluminação

Introdução

Uma iluminação adequada é uma condição imprescindível para a obtenção de um bom ambiente de trabalho. A inobservância deste ponto resulta normalmente em consequências mais ou menos graves, tais como: danos visuais, menor produtividade e aumento do número de acidentes.



Por exemplo, o cansaço decorrente de um esforço visual é função das condições ou características da iluminação, para além do tempo dispendido em ambiente laboral.

Deste modo, poder-se-á definir **conforto visual** como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual.

A iluminação ideal é a que é proporcionada pela luz natural, tal como defendido nos principais diplomas legais sobre condições de HST em locais de trabalho:

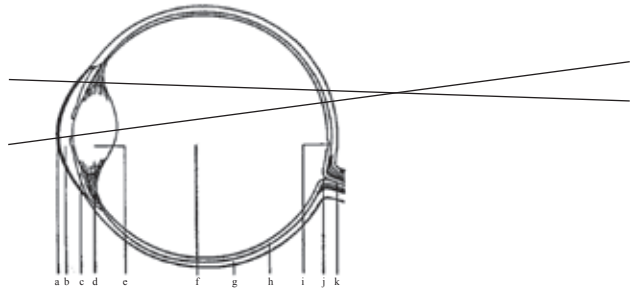
- ❖ Portaria nº 53/1971, 3 de Fevereiro, artº 18º;
- ❖ Portaria nº 987/1993, 6 de Outubro, nº 8;
- ❖ Decreto-Lei nº 243/1986, 20 de Agosto, artº 14º a 17º.

Contudo e por razões de ordem prática, o seu uso é, por vezes, restrito, havendo necessidade de recorrer, frequentemente, à luz artificial. A qualidade da iluminação artificial de um ambiente de trabalho dependerá fundamentalmente:

- ❖ Da sua adequação ao tipo de actividade prevista;
- ❖ Da limitação do encandeamento;
- ❖ Da distribuição conveniente das lâmpadas;
- ❖ Da harmonização da cor da luz com as cores predominantes do local.

Visão

O olho é o órgão receptor da luz. As excitações que este órgão recebe são constituídas por ondas electromagnéticas que constituem o espectro electromagnético da luz visível.



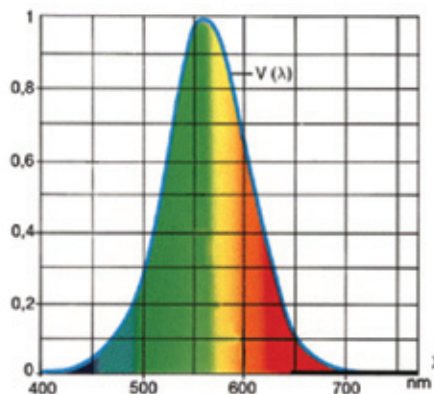
Corte esquemático do olho humano

- | | |
|---------------------------|------------------|
| a — córnea | g — esclerótica |
| b — humor aquoso | h — retina |
| c — íris | i — fóvea |
| d — músculo do cristalino | j — mancha cega |
| e — cristalino | k — nervo óptico |
| f — humor vítreo | |

Estrutura do olho humano

O nosso sentido de visão é altamente sensível a estímulos mínimos, podendo detectar a luz de uma estrela longínqua ou a chama de um fósforo em noite clara, a 15 km de distância. É, contudo, muito limitada a faixa de radiação por nós perceptível, estando restrita a uma zona que vai de, aproximadamente, 380 a 740 nm, isto é, do violeta ao vermelho.

Sensibilidade Relativa



Gama de radiação captada pelo olho humano

A energia radiante emitida por uma fonte luminosa ou reflectida por um corpo é projectada na retina pelo sistema óptico do cristalino, tal como acontece numa máquina fotográfica. A íris dilata ou contrai a pupila, controlando assim a quantidade de luz que entra no olho. Na parte posterior da íris, o cristalino recebe os raios de luz e muda constantemente a sua forma para permitir a focagem, mudanças essas conhecidas por **acomodação**. As excitações luminosas, uma vez transformadas em impulsos bioeléctricos nos órgãos de recepção, passam pelos centros nervosos até ao cérebro, que os interpreta, permitindo assim a visão dos objectos.

Patologias da Iluminação Deficiente

Um aspecto importante a evitar em termos de Higiene do Trabalho é a **fadiga visual**, que se manifesta por uma série de sintomas de incomodidade que vão desde:

- ❖ Uma visão toldada,
- ❖ Dores de cabeça,
- ❖ Contração dos músculos faciais e mesmo por uma postura geral do corpo incorrecta.



Estes sintomas podem ter origem quer num nível de iluminação deficitário como num nível de iluminação excessivo, obrigando a um esforço de acomodação suplementar dos músculos oculares, assim como das células receptoras dos estímulos visuais.

As **pausas** na observação têm um efeito benéfico sobre os dois tipos de fadiga visual.

Parâmetros da Iluminação

Fluxo luminoso ou Potência luminosa

É a quantidade total de luz emitida por uma fonte luminosa numa unidade de tempo (t), em todas as direcções, medida logo à saída da fonte. A unidade de medida é o lúmen (lm).

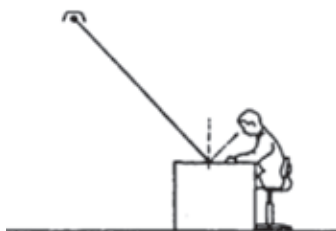
O fluxo luminoso é um dado que normalmente é obtido dos fabricantes de lâmpadas e aparelhos de iluminação.

Illuminância ou Nível de iluminação

É uma medida do fluxo emitido numa determinada direcção por unidade de superfície. É medida através de um aparelho chamado luxímetro, o qual é basicamente constituído por uma célula fotoelétrica, sendo a unidade de medida o lux (lx).

Os higienistas do trabalho servem-se deste conceito para adequarem o nível de iluminação com a actividade num determinado espaço, permitindo determinar a concentração de fluxo luminoso pela superfície ou plano de trabalho onde o trabalhador executa as tarefas.

O seu valor depende directamente da potência luminosa da fonte de luz mas igualmente da distância e o ângulo que a mesma faz com o plano de trabalho.



Luminância ou Brilho de uma superfície

É uma medida do fluxo emitido, transferido ou reflectido pela superfície ou objectos onde este incide, atingindo a visão do trabalhador. A unidade de medida é a candela/m² e o aparelho de medição é o luminancímetro.

Níveis de Iluminação

Em função do tipo de tarefas a executar pelo trabalhador e do respectivo grau de exigência visual, deverá ser determinado o nível de iluminação (iluminância) mais adequado para o posto/local de trabalho onde esta ocorra. Em suma, o nível de iluminância deverá ser proporcional ao nível de esforço visual requerido ao trabalhador para a execução da tarefa. Não será também de negligenciar o facto de a nossa capacidade (acuidade) visual ser distinta ao longo da nossa vida, sofrendo uma degradação mais acentuada a partir dos 40 anos, quer em termos de visibilidade, quer em termos de leitura.

Actualmente não existem limites definidos em termos dos níveis de iluminação recomendados para os locais de trabalho, pelo que se recorre a linhas de orientação internacionais: norma ISO 8995: 2002.

Como orientação geral, podemos utilizar o quadro seguinte:

Nível	Iluminância (lx)	Actividade	
1	15		
2	30	Orientação, só estadias temporárias	
3	60		
4	120	Tarefas visuais ligeiras com contrastes elevados	Trabalhos em armazéns, estaleiros, minas, salas de espera, trabalhos de pintura e polimento
5	250		
6	500	Tarefas visuais normais com detalhes médios	Trabalhos em escritórios, processamento de dados, leitura, tingimento de couro, rebarbagem de vidro
7	750		
8	1000	Tarefas visuais exigentes com pequenos detalhes	Desenho técnico, comparação de cores, montagem de pequenos elementos em eletrónica
9	1500		
10	2000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos	Montagem de componentes miniaturizados, trabalhos de relojoaria, gravação, montagem fina, com tolerâncias muito apertadas
11	3000		
12	≥ 5000	Casos especiais	Salas de operações

Note-se que o incumprimento dos valores recomendados deverá dar origem à tomada de medidas de reforço do nível de iluminação, assim como o excesso poderá favorecer a fadiga visual, sendo igualmente uma situação a corrigir.

Contrastes e Encandeamento

No desempenho das tarefas não só o nível de iluminação (iluminância) deverá ser o mais adequado como o contraste obtido pelo tipo de iluminação deverá ser eficaz ao ponto de permitir distinguir os objectos, mas não fatigar o aparelho ocular.



Assim, devemos distinguir o contraste de iluminâncias existentes no campo visual próximo e central do contraste do campo visual periférico e distante.

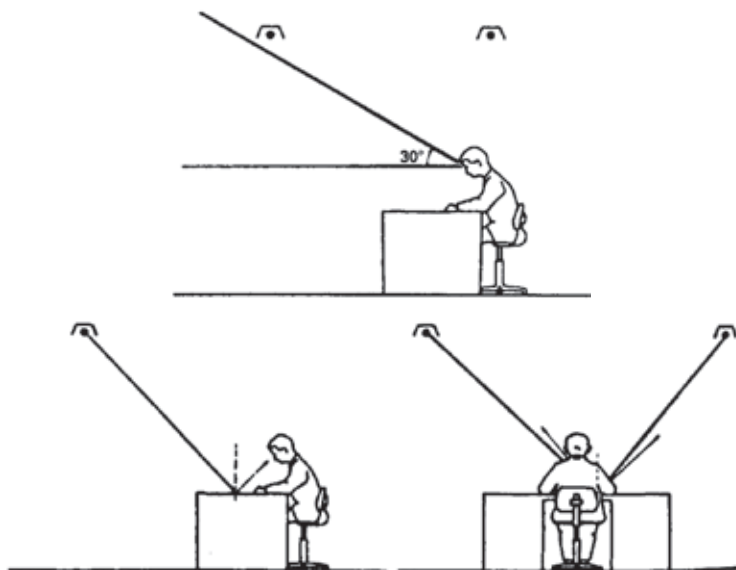
As recomendações são as seguintes:

- ❖ Todos os objectos do campo de visão deverão possuir diferentes brilhos, permitindo a sua clara identificação;
- ❖ As superfícies do campo visual central não deverão possuir um contraste superior a 3:1;
- ❖ O contraste entre o campo visual central e periférico não deve exceder 10:1;
- ❖ O campo visual central deverá ser mais brilhante do que o campo visual periférico;
- ❖ Deverá ser evitado o contraste no campo visual inferior ou lateral face ao campo visual superior;
- ❖ As fontes de luz não devem contrastar com o fundo numa relação superior a 20:1;
- ❖ As fontes de luz não devem incidir num ângulo inferior a 30° medido do nível horizontal da visão do trabalhador.

Na prática devem ser evitados: tampo de mesa reflectores, tábuas pretas em paredes brancas, paredes brancas brilhantes com soalhos escuros, elementos de máquinas polidos.



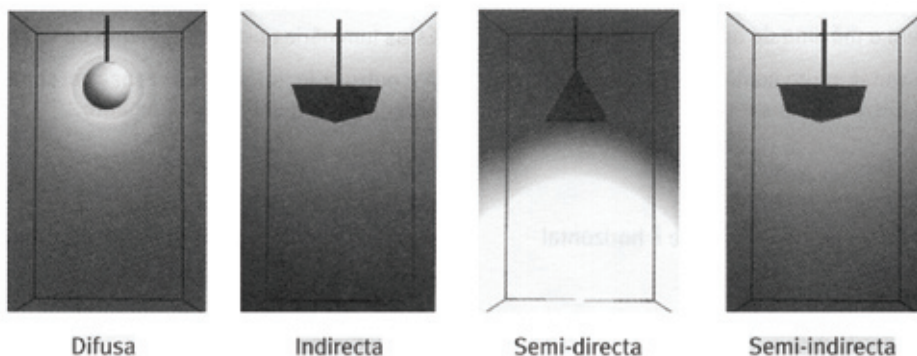
As janelas devem estar equipadas com persianas ajustáveis ou com cortinas translúcidas de modo a evitar um contraste excessivo em dias de sol. Uma correcta distribuição das fontes de luz no interior de um ambiente de trabalho tem igualmente uma importância fundamental na prevenção do encandeamento.



Cuidados a ter na colocação de lâmpadas, evitando a colocação abaixo dos 30° do nível horizontal dos olhos.

Tipos de Lâmpadas e de Luminárias

As luminárias são dispositivos que distribuem, filtram ou transformam a iluminação proveniente de uma ou várias lâmpadas e que incluem os elementos necessários para fixar e proteger essas lâmpadas e para ligá-las a uma fonte de energia. Podem também atender a finalidades decorativas. Quando à forma como a luz é distribuída, as luminárias são classificadas em directas, semi-directas, difusas, semi-indirectas e indirectas.



Exemplos de diferentes tipos de luminárias

Lâmpadas de incandescência

As lâmpadas de incandescência constituem o tipo de lâmpadas mais antigo. A sua instalação é fácil, o seu custo é relativamente baixo e a restituição de cores dos objectos por elas iluminados é muito boa, principalmente para as de maior comprimento de onda. Apresentam contudo um rendimento luminoso baixo e uma vida relativamente curta (cerca de mil horas, para as lâmpadas normais). Não são porém afectadas, quanto ao tempo de vida, pelo número de vezes que se acendem.

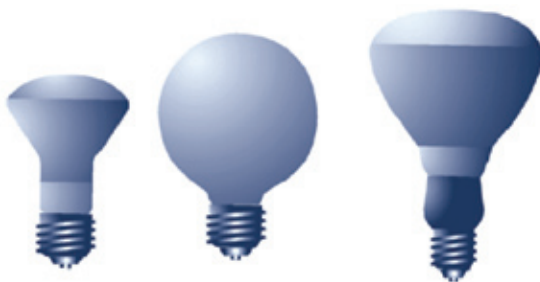
Lâmpadas fluorescentes

O rendimento luminoso destas lâmpadas é mais elevado do que o das lâmpadas de incandescência, bem como o seu tempo de vida (cerca de quinze mil horas). Este é contudo condicionado pelo número de arranques.

Outros tipos de lâmpadas

Além das lâmpadas incandescentes e das lâmpadas fluorescentes existem outros tipos de lâmpadas entre as quais as de **vapor de mercúrio** (de alta pressão) e de **vapor de sódio** (de alta e baixa pressão).

O seu rendimento luminoso é também superior ao das lâmpadas incandescentes.



Modernamente, surgiram, com elevado sucesso, as **lâmpadas de halogéneo**, o que em parte se deve às suas qualidades específicas. Com efeito, estas lâmpadas mantêm o fluxo luminoso praticamente constante ao longo de toda a sua vida. Contudo, emitem uma energia global bastante superior à das lâmpadas de incandescência, apresentando riscos para os olhos e para a pele, devido sobretudo à radiação ultravioleta. É, pois, recomendável não utilizar este tipo de lâmpadas em iluminação directa, salvo quando equipadas com um vidro de protecção adequado.

Actualmente utilizam-se ainda, sobretudo em grandes superfícies, lâmpadas de **vapor de mercúrio com iodetos metálicos**, de grande rendimento lumínico.

Cintilação. Efeito estroboscópico

Porque operam com corrente alternada, as lâmpadas fluorescentes produzem uma cintilação para a frequência respectiva (50 Hz). Esta cintilação não é geralmente visível para o Homem, mas pode manifestar-se como efeito estroboscópico em partes de máquinas em movimento.



Na prática, este efeito poderá originar a sensação de que o movimento dessas partes é mais lento, não existe ou se dá em sentido contrário ao real. Tal efeito, obviamente perigoso, pode ser evitado utilizando dois ou mais tubos fluorescentes desfasados entre si e recorrendo a equipamento apropriado. Quando as lâmpadas envelhecem ou se tornam defeituosas desenvolve-se uma cintilação levemente perceptível, especialmente nas extremidades.

Quer a cintilação invisível, quer a cintilação visível são prejudicadas para a vista. Após exposições longas, surgem dores de cabeça, irritação dos olhos e fadiga geral.

Manutenção das instalações de iluminação

A manutenção da rede de iluminação deve ser cuidadosamente planeada, por razões de ordem técnica e económica. Um primeiro e importante cuidado a ter é a limpeza periódica das luminárias, a fim de que o rendimento das mesmas não seja afectado pela acumulação das poeiras. Também o estado das paredes e tectos deverá ser regularmente verificado.





Os custos de uma eventual lavagem ou pintura são certamente compensados pelos ganhos na qualidade da iluminação. É igualmente importante a existência de uma boa ventilação.

Outro aspecto importante a considerar é o da **substituição**, em grupo, das lâmpadas fluorescentes.

O momento ideal para a substituição global das mesmas ocorre ao atingirem de 60 a 75% da sua vida útil provável. A partir deste valor, a sua fiabilidade decresce rapidamente.

Outra vantagem de uma actuação preventiva deste tipo é o melhor aproveitamento da mão-de-obra responsável, permitindo ainda a execução da tarefa a uma hora conveniente, fora do horário normal de serviço ou quando de uma paragem da produção.

A substituição em grupo comporta, pois, menores custos e beneficia a conservação da própria instalação.

Capítulo

4

Radiação

Introdução

Consoante o resultado da sua interacção com a matéria, as radiações dividem-se em **ionizantes** e **não ionizantes**.

As radiações do primeiro grupo, que inclui os **raios alfa, beta e gama, os raios X, neutrões e protões**, têm a capacidade de produzir iões, directa ou indirectamente. Os raios X e gama são radiações electromagnéticas, sendo as restantes radiações corpusculares.

Quanto às radiações não ionizantes, que compreendem toda a radiação electromagnética cuja energia por fotão seja inferior a 12 electrões-volt, caracterizam-se por não possuir energia suficiente para ionizar os átomos ou moléculas com os quais interactivam.

Radioactividade

O átomo é constituído por um núcleo com um número de protões e neutrões. Alguns núcleos são estáveis e outros instáveis; os instáveis recebem o nome de **radionucleídeos** e passam ao seu estado fundamental mediante a emissão de radiação. Tal processo denomina-se radioactividade ou desintegração radioactiva. Designa-se por **radioactividade** a capacidade de, espontaneamente, um elemento emitir energia, transformando-se noutros elementos que se designam por isótopos. Um isótopo será tanto mais radioactivo, quanto maior seja o número de transformações nucleares espontâneas que se sucedam na unidade de tempo. As formas mais frequentes de desintegração dos radionucleídeos são: desintegração α e β e emissão γ

A radioactividade pode ser de origem natural ou artificial. Entre as fontes radioactivas de origem natural contam-se a radiação cósmica e a radiação terrestre.



Radiação é o processo de transmissão de energia através do espaço. A transmissão de energia pode fazer-se através de partículas, em que não é necessária a presença de matéria para a sua propagação, e que se designa por **radiação corpuscular**. As emissões de partículas pelos elementos radioactivos (raios α e os raios β) são exemplos de radiações corpusculares.

A energia também se pode transmitir por **ondas**, como no caso da radiação mecânica e na radiação electromagnética.

A radiação mecânica consiste em ondas como as ondas sonoras. Tratando-se da propagação de energia através de um movimento dos átomos, exige a presença de matéria.

A **radiação electromagnética** é produzida pela oscilação ou aceleração de uma carga eléctrica num campo magnético. A radiação electromagnética tem, portanto, simultaneamente, uma componente eléctrica e uma componente magnética. No caso das radiações electromagnéticas, a propagação da energia é independente da existência ou não de matéria.

Efeitos no organismo humano

As radiações ionizantes, ao interagir com o organismo, provocam diferentes alterações no mesmo devido à ionização provocada nos elementos constituintes das suas células e tecidos. Esta **acção** pode ser **directa**, produzindo-se na própria molécula irradiada, ou **indirectamente** se é produzida por radicais livres gerados que estendem a acção a outras moléculas. O que sucede normalmente é uma mistura de ambos os processos.

O dano produzido pelas radiações ionizantes pode ter um carácter **somático** (danos no próprio indivíduo), que pode ser imediato ou diferido no tempo, ou também um carácter **hereditário** (efeitos nas gerações posteriores).

Para descrever os efeitos biológicos da radiação ionizante, é importante definir previamente algumas grandezas e unidades:

Actividade - número de desintegrações espontâneas de uma certa quantidade de material radioactivo. Também pode ser definida como o número de transformações nucleares produzidas no radionucleído por unidade de tempo. A actividade decresce com o tempo a uma

velocidade que se expressa mediante o período de semidesintegração ou semi-vida (T) do radionucleído (tempo ao fim do qual a actividade se reduziu a metade). A unidade de actividade do Sistema Internacional é o becquerel (Bq), que corresponde a uma transformação nuclear espontânea por segundo;

Dose absorvida - quantidade de energia cedida pelas radiações ionizantes por unidade de massa de substância irradiada, para qualquer tipo de radiação (D);

Dose equivalente - quantidade, para qualquer tipo de radiação, que produziria o mesmo efeito que uma unidade de radiação gama ou X. A dose equivalente (H) é o produto da dose absorvida pelo *factor de qualidade* (Q) da radiação em causa e dos restantes *factores modificantes* (N), que têm em conta as características da radiação e a distribuição dos radionucleídos;

Dose eficaz - é a soma ponderada das doses equivalentes recebidas nos diversos órgãos e tecidos;

Incorporação de radionucleídos - quantidade de material radioactivo introduzido no organismo por inalação, ingestão ou através da pele;

Radiotoxicidade - é a toxicidade devida às radiações ionizantes emitidas por um radionucleído incorporado e pelos produtos de filiação. A radiotoxicidade não só depende das características radioactivas do radionucleído, mas também do seu estado físico-químico e igualmente do metabolismo do elemento no organismo ou num determinado órgão ou tecido.

$$H = D \times Q \times N$$

O valor de Q é de 10 para radiações α e 1 para as restantes, enquanto que N considera-se, geralmente, igual a 1.

Grandeza	Unidades Tradicionais	Unidades Oficiais	Equivalência
Actividade	Curie (Ci)	Becquerel (Bq)	1 Bq = $2,7 \times 10^{-11}$ Ci
Dose Absorvida	Rad	Gray (Gy)	1 Gy = 100 rad
Dose Equivalente	Rem	Sievert (Sv)	1 Sv = 100 rem

Os efeitos podem ainda classificar-se em **estocásticos** (probabilísticos) e **não estocásticos** (ou determinísticos, com relação causa-efeito para uma determinada dose).

Os primeiros resultam de modificações induzidas numa ou mais células que são depois transmitidas a outras células, podendo causar doenças graves como a leucemia, o cancro do pulmão, o cancro da pele, etc.

A severidade do efeito não depende da dose absorvida, mas a probabilidade da ocorrência do efeito aumenta com o **tempo total de exposição** à radiação, não sendo possível definir limites mínimos para que se verifiquem efeitos, que frequentemente são apenas observáveis vários anos após a causa. Não é geralmente possível distinguir entre um caso induzido pela radiação e um caso devido a outras causas.

Pelo contrário, os **efeitos não estocásticos** apenas são observados quando a **dose** excede um certo valor ou limiar. A importância do efeito depende da dose absorvida e o intervalo de tempo entre a exposição e o aparecimento dos sintomas é reduzido. Como exemplos, podem referir-se cataratas, queimaduras cutâneas e infertilidade.

Neste contexto, o objectivo primordial da protecção contra a radiação consiste em impedir os efeitos não estocásticos e em limitar ao máximo os estocásticos. Além do tipo de radiação absorvida, as normas de protecção deverão ter em conta qual o tecido biológico exposto. Assim, a exposição de determinados órgãos (gónadas, seios, medula óssea, tiróide) apresenta um grau de risco superior à do resto do corpo.

Limiar de Dose (mSv)	Efeito Biológico
Abaixo de 250	Nenhum efeito clinicamente observável
250 - 1.000	Diminuição de linfócitos e plaquetas sanguíneas
1.000 - 4.000	Náuseas e vômitos nas 1 ^{as} horas
4.000 - 6.000	Eritema, febre, náuseas e vômitos
Acima de 10.000	Mortalidade de 100%

Limiar da dose e correspondente efeito biológico

Os valores apresentados referem-se a irradiações para o corpo inteiro e recebidas num intervalo de tempo relativamente curto. Distribuídas por um período longo de tempo, os efeitos poderão não se manifestar.

A dose equivalente limite anual recomendada para os trabalhadores são de **50 mSv (5 rem)**, no que se refere a efeitos estocásticos. Para protecção contra efeitos não estocásticos, o limite máximo é de **500 mSv**, excepto no caso do globo ocular (**150 mSv**). Nenhum destes limites deverá ser excedido.

Para o público em geral, recomenda-se que não seja excedida a dose de 5 mSv anuais, ou 1/10 dos limites estabelecidos no quadro seguinte. Refira-se que a radioactividade anual média de origem natural é de cerca de 3 mSv.

Verifica-se que a exposição em Londres e Nova Iorque à radiação cósmica é de cerca de 1 mSv, em Paris o valor médio é 1,2 mSv e em Kerala (Índia) esse valor atinge os 4 mSv.

Exposição Total e Homogénea	Pessoas Profissionalmente Expostas <ul style="list-style-type: none"> • Todo o organismo 50 mSv / ano (5,0 rem / ano) • Estudantes entre 16 e 18 anos 0,5 mSv / ano (0,05 rem / ano) Pessoas Profissionalmente Não Expostas <ul style="list-style-type: none"> • Todo o organismo 5 mSv / ano (0,5 rem / ano)
Exposição Total Não Homogénea ou Exposição Parcial do Organismo	Pessoas Profissionalmente Expostas <ul style="list-style-type: none"> • Todo o organismo 50 mSv / ano (5,0 rem / ano) • Cristalino 150 mSv / ano (15 rem / ano) • Pele 500 mSv / ano (50 rem / ano) • Extremidades 500 mSv / ano (50 rem / ano) • Outros órgãos e tecidos 500 mSv / ano (50 rem / ano) Pessoas Profissionalmente Não Expostas <ul style="list-style-type: none"> • Cristalino 15 mSv / ano (1,5 rem / ano) • Pele 50 mSv / ano (5,0 rem / ano) • Extremidades 50 mSv / ano (5,0 rem / ano) • Outros órgãos e tecidos 50 mSv / ano (5,0 rem / ano) Para uma exposição de 12 meses consecutivos, considera-se exposição total e homogénea
Limites Especiais	Mulheres em condições de procriar 13 mSv / trimestre (abdómen) Mulheres grávidas 10 mSv / gravidez (feto)
Operações Especiais Planificadas	Só trabalhadores Profissionalmente Expostos da Categoria A <ul style="list-style-type: none"> • Dose / ano < 2 vezes os limites anuais de dose • Dose / vida < 5 vezes os limites anuais de dose

Estes limites não incluem as doses resultantes do fundo radioactivo natural, nem a exposição sofrida pelos indivíduos que são submetidos a exames e a tratamentos médicos.

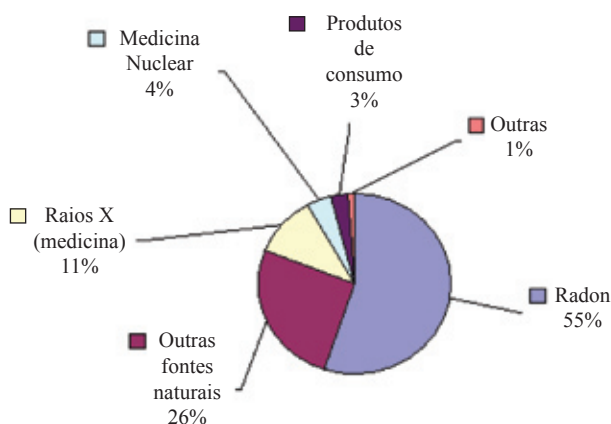
A protecção usada deverá portanto ter em conta estes limites.

Em Portugal, o Decreto-Lei nº 9/90, de 19 de Abril define os princípios e as normas porque se devem reger as acções a desenvolver na área de protecção contra radiações ionizantes. Em Novembro de 1990, a Comissão Internacional de Protecção Radiológica (ICRP) recomendou novos valores mais restritivos (ICRP-60) que, no entanto, ainda não foram transpostos para o direito nacional.

Em termos de condições de trabalho, distinguem-se também, duas categorias, conforme a exposição possa ou não exceder 30% da dose equivalente limite anual, categoria A ou B respectivamente.

De um modo geral, pode-se considerar que a principal componente de exposição humana a radiações é de origem natural (**radão** e outros elementos emissores de radiações), seguindo-se a utilização de raios X nas actividades médicas.

Portugal na zona interior do país devido ao uso de granito na construção de habitações tem elevada percentagem de radão. O radão é um gás radioactivo, cujo isótopo mais frequente é o radão-222, e a sua presença no ambiente está associada, fundamentalmente, a vestígios de rádio-226 presente na constituição dos solos. No ar interior, as principais fontes de radão são os materiais radioactivos, dos quais se salienta o urânio, que estão presentes no solo, rochas e materiais de construção. Este gás apresentando-se em concentrações baixas no exterior, ao infiltrar-se nas casas através das fendas nas fundações e paredes, pode atingir, no seu interior, concentrações significativas. As doses de radiação para a população, resultante da inalação do radão, apresentam em Portugal, valores extremos que se situam entre 0,5 e 20 mSv/ano, sendo o valor médio de 1,2mSv/ano.



Exposições típicas do Homem

Relativamente à radioactividade de origem natural, a exposição resultante da concentração de radão no interior de habitações é a única que tem merecido alguma preocupação.

Embora não haja legislação nacional sobre a matéria, a Comissão das Comunidades Europeias publicou em 1990 uma recomendação (90/143/EURATOM), indicando como valores-limite para a concentração de radão no interior de habitações, 400 Bq/m³ para casas já existentes e 200 Bq/m³ para casas a construir. Acima dessas concentrações torna-se necessário proceder a acções de mitigação, nomeadamente através de ventilação ou utilização de materiais específicos para cobertura do pavimento ou paredes.

Por sua vez, a radioactividade artificial ou produzida pelo homem, deve-se fundamentalmente a fontes médicas, explosões nucleares na atmosfera e à aplicação das radiações na indústria e investigação.

Destas três, a que contribui de forma mais significativa para a exposição da população é a aplicação das radiações em medicina, em particular do diagnóstico por raios-X. A dose a que a população mundial se encontra sujeita, por esta via, pode variar entre 0,4 e 1 mSv/ano.

Medidas de Protecção

Formação e Informação

Antes do início da sua actividade, os trabalhadores profissionalmente expostos e os estudantes deverão receber uma formação adequada no tema de protecção radiológica e deverão ser informados e instruídos ao nível adequado sobre o risco de exposição a radiações ionizantes no seu posto de trabalho, que incluirá os seguintes aspectos:

- ❖ Riscos das radiações ionizantes e seus efeitos biológicos.
- ❖ Normas gerais de protecção e precauções a tomar durante o regime normal de trabalho e no caso de acidente.
- ❖ Normas específicas, meios e métodos de trabalho para sua protecção nas operações a efectuar.
- ❖ Conhecimento e utilização dos instrumentos de detecção e medida de radiações e dos equipamentos e meios de protecção pessoal.
- ❖ Necessidade de efectuar exames médicos periódicos.

- ❖ Actuação no caso de emergência.
- ❖ Importância do cumprimento das medidas técnicas e médicas.
- ❖ Responsabilidades derivadas do seu posto de trabalho respeitante à protecção radiológica.

Delimitação de Zonas

Todo o espaço onde se manipulam ou armazenam radionucleídeos ou se disponha de geradores de radiações ionizantes deve estar perfeitamente delimitado e sinalizado. A classificação em distintos tipos de zonas efectua-se em função do risco existente na instalação.

Zona de livre acesso. É aquela em que é muito improvável receber doses superiores a 1/10 de dos limites anuais de doses. Nela não é necessário tomar medidas de protecção radiológica.

Zona vigiada. É aquela em que não é improvável receber doses superiores a 1/10 dos limites anuais de doses, sendo muito improvável receber doses superiores a 3/10 de ditos limites. Sinaliza-se com um trevo de cor cinza-azulado sobre fundo branco.

Zona controlada. É aquela em que não é improvável receber doses superiores a 3/10 dos limites anuais de doses. Sinaliza-se com um trevo de cor verde sobre fundo branco.

Zona de permanência limitada. É aquela na qual existe o risco de receber uma dose superior aos limites anuais de doses. Sinaliza-se com um trevo de cor amarelo sobre fundo branco.



Zona acesso proibido. É aquela na qual existe o risco de receber numa exposição única de doses superiores aos limites anuais de doses. Sinaliza-se com um trevo de cor vermelho sobre fundo branco.

Medição de doses

Em toda a instalação radioactiva deve levar-se a cabo um controlo dosimétrico individual e ambiental, em função da classificação da zona e do tipo de radiação emitida. Por razões de vigilância e controlo radiológico, os trabalhadores profissionalmente expostos, classificam-se em duas categorias:

Categoria A: Pessoas que não são improváveis que recebam doses superiores a 30% de algum dos limites anuais de doses.

Categoria B: Pessoas que é muito improvável que recebam doses superiores a 30% de algum dos limites anuais de doses.

Nas zonas controladas (trabalhadores profissionalmente expostos de **categoria A**) é obrigatória a **dosimetria individual** que meça a dose externa representativa da doses para a totalidade do organismo. Se existe risco de contaminação parcial, deveram-se utilizar dosímetros adequados às partes potencialmente mais afectadas. No caso de existir risco de contaminação interna, os trabalhadores expostos estarão obrigados à realização de medidas ou análises adequadas para avaliar as doses correspondentes. As medidas dosimétricas deverão ter uma **periodicidade mensal** para a dosimetria externa e a periodicidade que em cada caso se estabeleça para a dosimetria interna quando exista risco de incorporação de radionucleídos.

Os trabalhadores profissionalmente expostos da **categoria B** não estão obrigados ao uso de dosímetros pessoais, sempre e quando se disponha de dosimetria de área ou de zona nos locais de trabalho.

O sistema dosimétrico utilizado para a determinação das doses individuais será o adequado para cada tipo de radiação, sendo os mais frequentes o de placa fotográfica, o de termoluminiscência e o de câmara condensadora de leitura directa.

Nas zonas vigiadas e controladas dever-se-á efectuar periodicamente uma medição ambiental da radiação que permita indicar a natureza da mesma, a sua quantificação e o nível de doses recebida. Para a medição da radiação ambiental utilizar-se-ão detectores de radiação, sendo os mais frequentes os baseados na ionização de gases.

É obrigatório registar todas as doses recebidas durante a vida laboral dos trabalhadores profissionalmente expostos mediante um historial dosimétrico individualizado, que deve estar a todo o momento à disposição do trabalhador. Estes historiais devem guardar-se por um período mínimo de 30 anos, contados a partir da data de fim de exposição do trabalhador.



Exemplos de dosímetros

Vigilância médica

Todo o pessoal profissionalmente exposto está obrigado a submeter-se a um exame médico com uma **periodicidade anual** e disporá do correspondente protocolo médico individual, que deverá arquivar-se durante pelo menos 30 anos desde a cessação da actividade da exposição do trabalhador na instalação radioactiva.

Ao pessoal que se incorpore de novo numa instalação radioactiva deverá efectuar um exame médico exaustivo, que permita conhecer o seu estado de saúde, a sua história laboral e, em definitivo, a sua aptidão para o posto de trabalho solicitado. A vigilância médica dos trabalhadores profissionalmente expostos, será realizada por um serviço médico especializado, próprio ou contratado, que deverá estar devidamente autorizado em matéria de sanidade.

As normas básicas de protecção contra a radiação externa dependem de três factores:

Limitação do tempo de exposição. A dose recebida é directamente proporcional ao tempo de exposição, pelo que, diminuindo o tempo, diminuirá a dose. Uma boa planificação e um conhecimento adequado das operações a realizar permitirá uma redução do tempo de exposição.

Utilização de monitores ou blindagens de protecção. Para certas fontes radioactivas a utilização de monitores de protecção permite uma redução notável da dose recebida pelo operador. Existem dois tipos de monitores ou blindagens, as denominadas barreiras primárias (atenuam a radiação do primário) e as barreiras secundárias (evitam a radiação difusa).

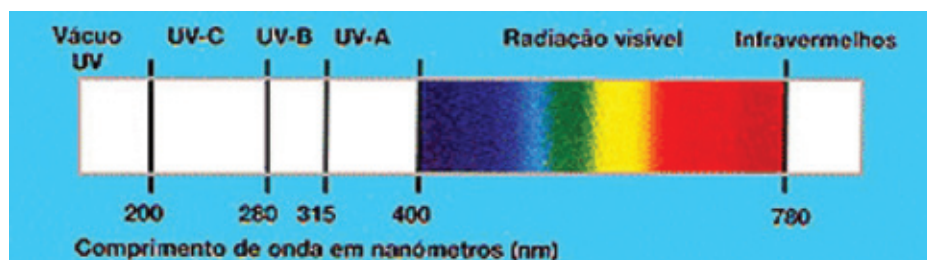
Para a blindagem de raios X e Gama usa-se geralmente o chumbo. Contudo outros materiais podem ser utilizados embora a espessura necessária para se obter a mesma atenuação que com o chumbo seja muito maior.

Distância à fonte radioactiva. A dose recebida é inversamente proporcional ao quadrado da distância à fonte radioactiva. Em consequência, se se aumenta ao dobro a distância, a dose recebida diminuirá um quarto. É recomendável a utilização de dispositivos ou comandos à distância nos casos em que seja possível.

Radiação Não Ionizante

Sob esta designação engloba-se toda a radiação do espectro electromagnético com comprimentos de onda (λ) superiores a cerca de 100 nm (10^{-7} m). A subdivisão usualmente aceite é a seguinte:

Comprimento de onda	Radiação	Frequência
$100 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$	Ultravioleta	
$400 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm}$	Visível	
$780 \text{ nm} < \lambda < 1 \text{ mm}$	Infravermelha	
$1 \text{ mm} < \lambda < 1 \text{ m}$	Micro-ondas	$0,3 \text{ GHz} > f > 300 \text{ GHz}$
$1 \text{ m} < \lambda < 3 \text{ Km}$	Ondas de rádio	$100 \text{ KHz} > f > 0,3 \text{ GHz}$



Comprimento de onda das diferentes radiações

As principais **fontes** de radiação não ionizante são:

a) Radiação ultravioleta, visível e infravermelha - radiação solar (responsável pela quase totalidade), aparelhos de soldadura por arco, lâmpadas (incandescentes, fluorescentes e de descarga), lasers;

b) Micro-ondas de radiotelecomunicações, aparelhos de fisioterapia, fornos de aquecimento (alimentação, soldadura de plásticos, secagem de papel), fornos de indução, aparelhos de esterilização, etc.

Os principais **efeitos biológicos** nocivos são os seguintes:

- ❖ Efeitos cancerígenos na pele, resultantes em geral da exposição prolongada à luz solar (melanoma);
- ❖ Queimaduras cutâneas, de incidência e gravidade variável, conformem a pigmentação da pele (lasers);
- ❖ Fotossensibilização dos tecidos biológicos;
- ❖ Inflamação dos tecidos do globo ocular, em particular, da córnea e da conjuntiva (infravermelhos);
- ❖ Efeito indirecto de produção de ozono, a partir do oxigénio do ar. Este gás tóxico é detectável em baixas concentrações, devido ao seu cheiro característico.



As **medidas de protecção** consistem basicamente em redução do tempo de exposição e na protecção da pele e, em especial, dos olhos (com óculos adequados).

Os **efeitos biológicos** das radiações de grandes comprimentos de onda (incluindo as microondas) têm sido menos estudados que os das outras radiações. São, no entanto, bem conhecidos os efeitos térmicos das microondas, que formam a base de grande parte das suas aplicações. A maior parte dos efeitos nocivos deste tipo de radiações baseiam-se na

eficiente absorção pelos tecidos biológicos e consequente elevação de temperatura.

Os efeitos não térmicos parecem manifestar-se principalmente, no sistema nervoso central e na função cardiovascular. As normas de segurança existentes nalguns países dão limites para presença humana na proximidade de campos eléctricos e magnéticos fortes, em particular, na vizinhança de linhas de alta tensão.

Sinalização



Radiação Ionizante



*Radiação
Não Ionizante*



Raios laser

Capítulo

5

Agentes Biológicos

Introdução

A par da contaminação química surge, muitas das vezes, a contaminação biológica, uma vez que a debilidade causada ao sistema imunitário humano pelos agentes químicos favorece a penetração de agentes patogénicos estranhos ao organismo.

Poderíamos igualmente associar a natureza do contaminante químico à acção de uma matéria (tóxica, corrosiva, etc.), a natureza do contaminante físico à acção de uma energia (radiação, ruído, vibração, etc.) e a natureza do contaminante biológico à presença de um Ser Vivo, com o qual o Ser Humano interage.



Classificação dos agentes biológicos

Consideram-se **agentes biológicos** os microorganismos, incluindo os geneticamente modificados, as culturas de células e os endoparasitas humanos susceptíveis de provocar infecções, alergias ou intoxicações.

Grupo	Descrição
1	O agente biológico cuja probabilidade de causar doenças no Ser Humano é baixa.
2	O agente biológico que pode causar doenças no Ser Humano e constituir um perigo para os trabalhadores, sendo escassa a probabilidade de se propagar na colectividade e para o qual existem, em regra, meios eficazes de profilaxia ou tratamento.
3	O agente biológico que pode causar doenças graves no Ser Humano e constituir um risco grave para os trabalhadores, sendo susceptível de se propagar na colectividade, mesmo que existam meios eficazes de profilaxia ou de tratamento.
4	O agente biológico que causa doenças graves no Ser Humano e constitui um risco grave para os trabalhadores, sendo susceptível de apresentar um elevado nível de propagação na colectividade e para o qual não existem, em regra, meios eficazes de profilaxia ou de tratamento.

Nesta definição encontram-se os designados agentes patogéneos, tais como, **bactérias, vírus, fungos e parasitas**.

Em alguns casos a natureza destes agentes biológicos presentes poderá implicar a adopção de medidas de protecção dos trabalhadores.

Os efeitos destes agentes biológicos podem ser resumido no quadro seguinte:

Grupo	Doença para o Homem	Perigo para Trabalhador	Propagação para Colectividade	Possível Tratamento
1	Pouco provável	---	---	---
2	Provável	Provável	Pouco provável	Existe
3	Provavelmente grave	Sério	Existe risco	Existe
4	Grave	Sério	Muito provável	Não existe

De acordo com as boas práticas, uma vez identificados os agentes biológicos causadores de risco, deve ser evitada a utilização desses agentes, sempre que a natureza do trabalho o permita. Caso não seja praticável, deverá ser **diminuída a exposição**, garantindo desde logo a **monitorização médica** do estado de saúde dos trabalhadores.

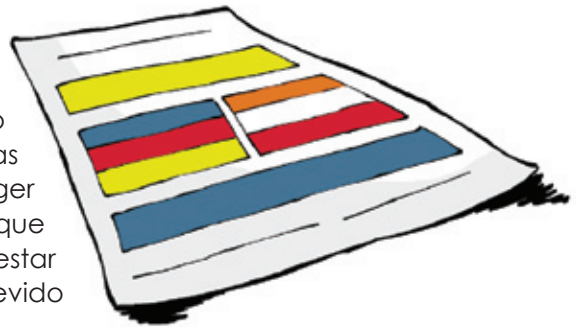
Identificação e avaliação do risco biológico

Em relação a qualquer actividade laboral susceptível de apresentar um risco de exposição a agentes biológicos, devem ser determinadas algumas informações, tais como: a **natureza** (concentração) do contaminante, o **grau** de perigosidade e o **tempo de exposição** dos trabalhadores envolvidos, a fim de poderem ser avaliados os riscos para a segurança ou para a saúde dos trabalhadores e estabelecidas as medidas a tomar.

A avaliação deverá ser efectuada com base em todas as informações disponíveis, nomeadamente:

- ❖ a **classificação** dos agentes biológicos que apresentam ou podem apresentar um perigo para a saúde humana;

- ❖ as **recomendações** das autoridades responsáveis que indiquem a conveniência de submeter o agente biológico a medidas de controlo, a fim de proteger a saúde dos trabalhadores que estejam ou possam vir a estar expostos a tais agentes devido ao seu trabalho;



- ❖ as **informações** sobre as doenças que podem ser contraídas devido à natureza do trabalho;
- ❖ os **potenciais efeitos alérgicos** ou tóxicos resultantes do trabalho;
- ❖ o **conhecimento** de uma doença verificada num trabalhador directamente relacionada com o seu trabalho;

Esta avaliação deve ser regularmente renovada e, em qualquer caso, sempre que se verifique qualquer alteração das condições susceptíveis de afectar a exposição dos trabalhadores aos agentes biológicos.

Tipos de agentes patogénicos

Bactérias

As bactérias são seres unicelulares, procariotas (sem um núcleo verdadeiro), visíveis ao microscópio óptico e com muitas espécies patogénicas para o homem. Provocam doenças como a cólera, a difteria e a tuberculose.



Vírus

Os vírus são agentes não visíveis ao microscópio óptico, filtráveis. São visíveis ao microscópio electrónico e são obrigatoriamente intercelulares, isto é só se multiplicam e desenvolvem no interior de células vivas. Não são seres unicelulares. São partículas com várias formas geométricas características, constituídas por um ácido nucleico e proteínas. As doenças provocadas por vírus denominam-se viroses.

Fungos

São seres vivos, uni ou pluricelular, eucariotas, que podem provocar doença no homem. As doenças provocadas por fungos denominam-se micoses.

Modo de acção dos microrganismos patogénicos

O modo de acção destes diferentes microrganismos patogénicos pode ser:

- ❖ Por invasão directa, com todas as complicações provocadas pela sua presença;

- ❖ Por produção de enzimas e de toxinas, que são difundidas no organismo humano;

Transmissão das Doenças Infecciosas

As doenças infecciosas transmitem-se através de uma cadeia - **cadeia epidemiológica**

Agente causal ou invasor - agente biológico causador de doença (bactéria, vírus, fungos, etc);

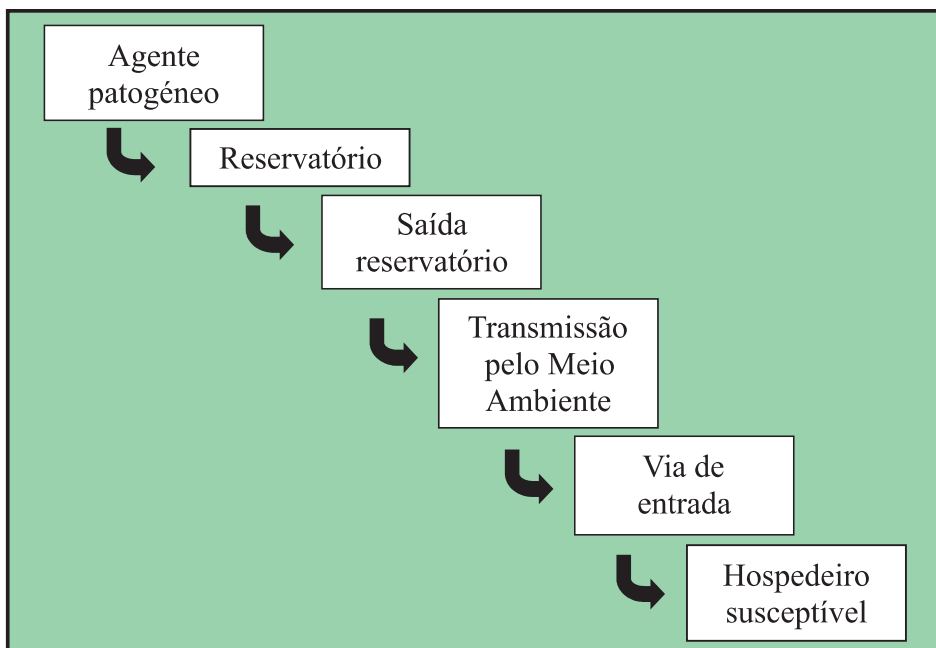
Reservatório - local onde o agente vive e se multiplica e do qual depende para a sua subsistência (homem, animal, planta, solo, etc.);

Porta de saída e porta de entrada - local de saída e entrada, respectivamente, do agente biológico-orifícios naturais (boca, nariz, anus, pele etc.);

Via de transmissão - meio de transporte utilizado pelo agente para alcançar o hospedeiro-águas, alimentos, insectos, homem (fezes, urina, gotículas de saliva);

Hospedeiro susceptível - pessoa ou animal que permite a subsistência do agente podendo ou não, contrair doença.





Condições de contaminação

As circunstâncias de exposição a um ou vários agentes perigosos para a saúde, depende de circunstâncias várias, como sejam o desconhecimento ou ignorância, o descuido ou incúria, deficientes condições de trabalho ou equipamento não apropriado.

No meio laboral na recolha, transporte e tratamento a exposição a agentes biológicos perigosos não será de certo voluntária mas poderá haver alguma dose de desconhecimento ou descuido na aplicação de uma protecção eficiente contra as substâncias que prejudicam a saúde.



É pois desejável que na actividade de recolha, transporte e tratamento de agentes biológicos o trabalhador se proteja recorrendo a algumas medidas de protecção e prevenção, que de resto a entidade empregadora tem obrigação de assegurar.

Medidas de Prevenção

Com base neste conhecimento, podemos estabelecer medidas de prevenção, as quais passam fundamentalmente por medidas de higiene pessoal, medidas de protecção individual e vigilância médica da saúde dos trabalhadores (por exemplo: vacinação):

- ❖ Impedir que o trabalhador fume, coma ou beba nas zonas de trabalho com risco de contaminação por agentes biológicos;
- ❖ Fornecer ao trabalhador vestuário de protecção adequado;
- ❖ Assegurar que todos os equipamentos de protecção são guardados em local apropriado, verificados e limpos, se possível antes e, obrigatoriamente, após cada utilização, bem como reparados ou substituídos se tiverem defeitos ou estiverem danificados;
- ❖ Definir processos para a recolha, manipulação e tratamento de amostras de origem humana ou animal;



- ❖ Pôr à disposição dos trabalhadores instalações sanitárias e de vestuário adequadas para a sua higiene pessoal;
- ❖ Assegurar a existência de colírios e anti-sépticos cutâneos em locais apropriados, quando se justificarem;
- ❖ Antes de abandonar o local de trabalho, o trabalhador deve retirar o vestuário de trabalho e os equipamentos de protecção individual que possam estar contaminados por agentes biológicos e guardá-los em locais separados, previstos para o efeito. Deve ser assegurada a descontaminação, a limpeza e, se necessário, a destruição do vestuário e dos equipamentos de protecção individual referidos anteriormente.

A regra básica de prevenção de riscos biológicos passa pela substituição de agentes biológicos perigosos por outros que, em função das condições de utilização e no estado actual dos conhecimentos, não sejam perigosos ou causem menos perigos para a segurança ou saúde dos trabalhadores. Quando isto não é possível podem, para além das já descritas, ser adoptadas as seguintes medidas:



- ❖ Limitação ao mínimo do número de trabalhadores expostos ou com possibilidade de o serem;
- ❖ Modificação dos processos de trabalho e das medidas técnicas de controlo para evitar ou minimizar a disseminação dos agentes biológicos no local de trabalho;
- ❖ Aplicação de medidas de protecção colectiva e individual, se a exposição não poder ser evitada por outros meios;
- ❖ Aplicação de medidas de higiene compatíveis com os objectivos da prevenção ou redução da transferência ou disseminação accidental de um agente biológico para fora do local de trabalho;
- ❖ Utilização do sinal indicativo de perigo biológico e de outra sinalização apropriada, de acordo com a sinalização de segurança em vigor;
- ❖ Elaboração de planos de acção em casos de acidentes que envolvam agentes biológicos;
- ❖ Verificação da presença de agentes biológicos utilizados no trabalho fora do confinamento físico primário, sempre que for necessário e tecnicamente possível;
- ❖ Utilização de meios de recolha, armazenagem e evacuação dos resíduos, após tratamento adequado, incluindo o uso de recipientes seguros e identificáveis sempre que necessário;



- ❖ Utilização de processos de trabalhos que permitam manipular e transportar, sem risco, os agentes biológicos.

O confinamento físico dos agentes biológicos é outro dos objectivos a alcançar quando se trata de prevenção e protecção dos riscos biológicos, em especial dos agentes dos grupos 3 e 4.

Sempre que se esteja perante um risco biológico identificado como tal, deverá ser afixado o símbolo correspondente.



Capítulo

6

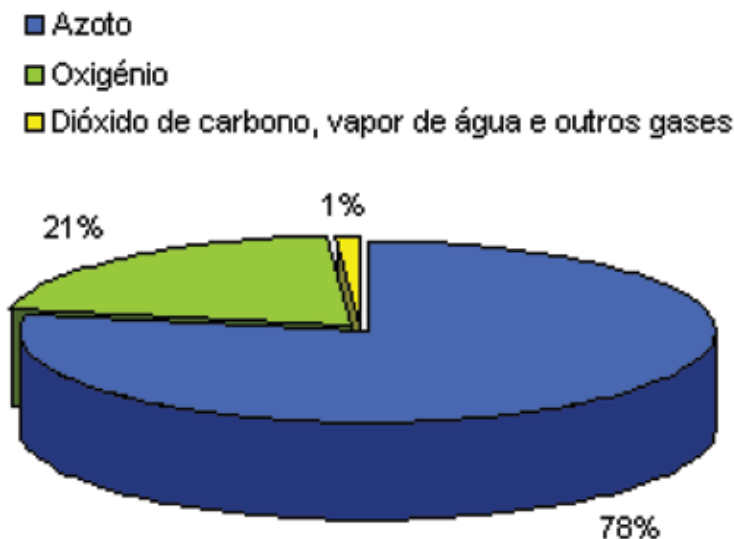
Agentes Químicos

Introdução

Diz-se que o ar está poluído ou contaminado quando contém substâncias estranhas à sua composição normal, ou mesmo quando normal no aspecto qualitativo mas possuindo alterações quantitativas, pela presença de uma ou várias substâncias componentes em concentrações superiores às normais.

A composição volumétrica do ar puro é a seguinte:

Azoto (78,1%),
Oxigénio (20,9%),
Árgon (0,9%),
Dióxido de carbono (0,03%),
Hidrogénio (0,01%),
Gases raros, excepto árgon (vestígios).



O vapor de água é também um constituinte do ar, sendo variável a sua proporção. A atmosfera dos aglomerados urbanos contém outras substâncias susceptíveis de modificar, mais ou menos profundamente as suas propriedades. A poluição pode, igualmente, resultar de uma alteração quantitativa na composição do ar.

Os agentes químicos podem existir em suspensão na atmosfera no estado sólido, líquido ou gasoso.

Estado sólido

Poeiras – suspensão no ar de partículas esféricas de pequeno tamanho, formadas pelo manuseamento de certos materiais e por processos mecânicos de desintegração.

Segundo o tipo de lesão podem ser classificadas como inertes, fibrogénicas, alergizantes/irritantes e tóxicas.

Fibras – partículas aciculares provenientes de uma desagregação mecânica e cujo comprimento excede em mais de 3 vezes o seu diâmetro.



Fumos – suspensão no ar de partículas esféricas procedentes de uma combustão incompleta (*smoke*) ou resultante da sublimação de vapores, geralmente depois da volatilização a altas temperaturas de metais fundidos (*fumes*).

Apesar desta diferenciação, é frequente dar o nome genérico de pó a todas as partículas sólidas em suspensão. Dentro deste contexto e tendo em conta o extraordinário papel que o diâmetro da partícula tem no risco higiénico de inalação, convém distinguir os seguintes riscos:

Pó total – todas as partículas sólidas presentes no ambiente, num dado momento, independentemente do tamanho das partículas;

Pó respirável – fracção de pó total cujas partículas têm um diâmetro equivalente não superior a 7 micron (fracção pneumoconiótica do pó total).

Estado líquido

Aerossóis (*mist*) – suspensão no ar de gotículas cujo tamanho não é visível à vista desarmada e provenientes da dispersão mecânica de líquidos.

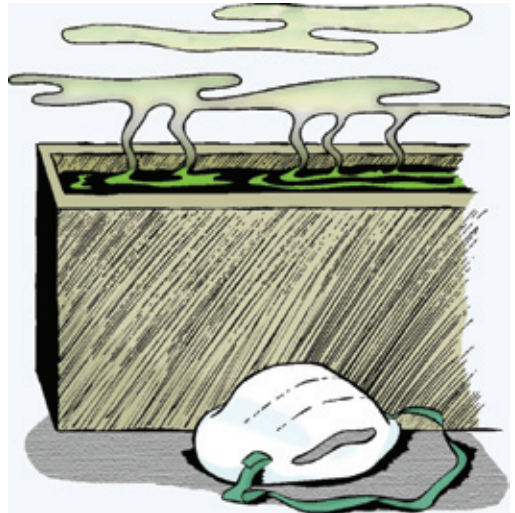
Neblinas (*fog*) – suspensão no ar de gotículas líquidas visíveis e produzidas por condensação de vapor.

Estado Gasoso

Gases – estado físico normal de certas substâncias a 25°C e 760 mm Hg de pressão (10^5 Pa absolutos).

Vapores – fase gasosa de substâncias que nas condições-padrão (25°C, 760 mm Hg) se encontram no estado sólido ou no estado líquido.

Podem ter uma acção irritante, asfíxiante, narcótica e tóxica.



Conceito de Dose e Valores-Limite de Exposição (VLE)

Quando um indivíduo está sujeito a alguma substância, verifica-se uma resposta biológica à mesma. Demonstra-se também que nem todos os indivíduos reagem de igual modo, devido a variados factores. Assim, num ambiente em que todos os trabalhadores estão expostos a um nível constante e apreciável de um contaminante comum, podem observar-se diferentes níveis de resposta biológica.

A duração da exposição e a concentração do contaminante são as duas variáveis sobre as quais o profissional de saúde pode exercer um elevado grau de controlo e constituem os elementos-chave da prevenção, servindo para a fixação dos valores-limite.

A **dose** ou quantidade de contaminante susceptível de causar dano é independente dos factores intrínsecos, sendo expressa pela seguinte relação: **D=TxC**

em que:

T é o tempo ou duração de exposição (expresso em anos);

C é a concentração média ponderada do contaminante (expressa em mg/m³ e referida geralmente a um turno de oito horas de trabalho).

A dose (**D**) exprime-se, neste caso, em mg/m³ × ano.

Assim, por exemplo, um trabalhador que está submetido a uma exposição média de 10 mg/m³, por um período de 5 anos, acumulou uma dose de 50 mg/m³ × anos.

Os **valores-limite de exposição** (VLE) dizem respeito às concentrações no ar das várias substâncias e representam condições para as quais se admite quase todos os trabalhadores poderem estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos. Contudo, em virtude da grande amplitude de susceptibilidade individual, é possível que uma pequena percentagem de trabalhadores experimente desconforto para certas substâncias a concentrações iguais ou inferiores ao valor-limite. Uma percentagem ainda mais pequena pode ser afectada mais seriamente pelo agravamento de uma condição preexistente ou pelo desenvolvimento de uma doença ocupacional.

Estas hipersensibilidades podem ser detectadas por testes, abrangendo um elevado número de substâncias. Apesar de não se crer que a exposição ao nível admissível cause dano significativo, a melhor actuação consiste em manter as concentrações de todos os contaminantes químicos mais baixas do que forem praticáveis.

Os valores-limite de exposição devem ser usados como um guia de controlo de risco para a saúde, mas não devem ser utilizados como uma linha divisória entre concentrações seguras e perigosas. A legislação portuguesa remete para a norma NP 1796 a indicação dos VLE da grande maioria dos produtos químicos.

Existem duas categorias de valores-limite:

Média ponderada (MP)

Concentração média durante um dia de trabalho de 8 horas ou 40 horas semanais, ponderada em função do tempo de exposição, que nunca deve ser excedida.

Concentração máxima (CM)

Valor de concentração que nunca deverá ser excedido, mesmo instantaneamente.

Para as substâncias cujo valor-limite é expresso por uma média diária ponderada, as flutuações de concentração acima da média não devem exceder 3 vezes o VLE-MP em mais de 30 min, no total, por dia de trabalho e em caso algum devem exceder 5 vezes o VLE-MP. Pressupõe-se, obviamente, que o VLE-MP para o dia de trabalho não é ultrapassado.

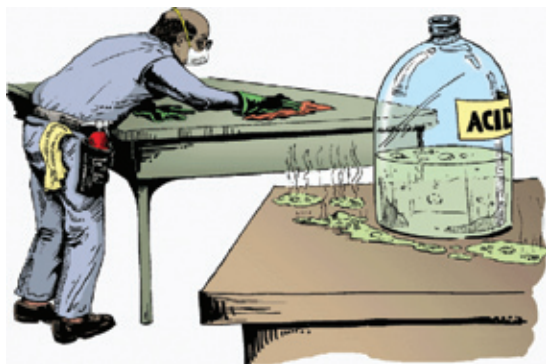
Índices Biológicos de Exposição (BEI)

Os **Índices Biológicos de Exposição** (BEI) representam as quantidades limites de substâncias (ou seus metabolitos) a que o trabalhador pode estar exposto sem perigo para a sua saúde e bem-estar determinadas nos tecidos e fluidos biológicos (sangue, urina) ou no ar expirado.

Os BEI constituem um novo meio de caracterizar a exposição a substâncias perigosas e devem ser considerados como um indicador complementar dos níveis admissíveis de concentração.

Apresentam as seguintes vantagens:

- ❖ Tem em conta todas as vias de entrada do contaminante no organismo;
- ❖ Não é necessário atender aos tempos de exposição;
- ❖ É mais fácil caracterizar o antagonismo, potenciação, sinergismo, etc., de um contaminante e relação a outro, já que se pode medir o efeito ou o metabolismo;
- ❖ São tidos em consideração os hábitos individuais dos trabalhadores;
- ❖ São consideradas eventuais exposições fora do horário normal de trabalho;
- ❖ O metabolismo, a alimentação do trabalhador, os hábitos tabágicos, etc., são igualmente considerados.



Substâncias Perigosas

São classificadas como perigosas as substâncias ou preparações que podem ser consideradas como:

Explosivas, sempre que podem explodir sob o efeito de uma chama ou que são mais sensíveis aos choques e às fricções que o dinitrobenzeno. São igualmente as substâncias e preparações sólidas, líquidas, pastosas ou gelatinosas que podem reagir exotermicamente e com rápida libertação de gases, mesmo sem a intervenção do oxigénio do ar e em determinadas condições deflagram ou explodem em caso de confinamento parcial;

Comburentes, quando em contacto com outras, nomeadamente as inflamáveis, apresentam uma reacção fortemente exotérmica;

Inflamáveis, facilmente inflamáveis e extremamente inflamáveis, sempre que, no estado líquido, apresentam respectivamente as seguintes características:

- ❖ Um ponto de inflamação incluído entre igual ou superior a 21° C e igual ou inferior a 55° C;



- ❖ Um ponto de inflamação inferior a 21° C ou substâncias e preparações que em contacto com a água ou com ar húmido, libertem gases extremamente inflamáveis em quantidades perigosas (no mínimo 1 litro/Kg/h) ou substâncias e preparações que possam aquecer e finalmente inflamar-se em contacto com o ar à temperatura ambiente, sem qualquer fornecimento de energia;

- ❖ Um ponto de inflamação inferior a 0° C e um ponto de ebulição inferior ou igual a 35° C;

Tóxicos ou muito tóxicos, quando por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem ocasionar respectivamente riscos graves ou extremamente graves, agudos ou crônicos, ou mesmo a morte;

Nocivas, sempre que por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem ocasionar efeitos de gravidade limitada;

Corrosivas, quando em contacto com os tecidos vivos, podem exercer sobre eles uma acção destrutiva;

Irritantes, sempre que por contacto, imediato, prolongado ou repetido, com a pele ou mucosas, podem provocar uma reacção inflamatória



Perigosas para o ambiente, quando a sua utilização representa ou pode representar riscos imediatos ou diferidos para o ambiente;

Carcinogénicas, sempre que por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem originar o cancro ou aumentar a sua frequência;

Teratogénicas, quando por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem produzir ou induzir desvios funcionais ou anomalias não hereditárias no desenvolvimento de embriões animais ou fetos;

Mutagénicas, sempre que por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem induzir alterações no material genético, quer nos tecidos somáticos, quer nos tecidos germinais.

Neste contexto convém salientar que a regulamentação portuguesa considera também os produtos, preparações ou misturas aquecidas susceptíveis de provocar queimaduras, como substâncias perigosas.

Para os devidos efeitos apresenta-se a seguir os símbolos e indicações de perigos, normalizados que devem constar na rotulagem.



Substância Nociva (Xn) ou Irritante (Xi)



Substância Comburente (O)



Substância Perigosa para o Ambiente (N)



*Substância Tóxica (T)
ou muito tóxica (T+)*



Substância Explosiva (E)



*Substância Facilmente Inflamável (F) ou
Extremamente Inflamável (F+)*



Substância Corrosiva (C)

Assim, torna-se imperativo, antes de utilizar qualquer produto, ler com atenção as informações contidas no rótulo, e tomar todas as providências destinadas a evitar um acidente.

De acordo com o regulamento de transporte de mercadorias perigosas, os fabricantes de substâncias perigosas devem disponibilizar fichas técnicas que permitem alertar os transportadores e utilizadores,

sobre os perigos e riscos, e simultaneamente definir as medidas de prevenção e protecção aplicáveis a uma situação potencialmente perigosa, nomeadamente, fuga, derrame, incêndio e explosão. Para o efeito, as referidas **Fichas de Dados de Segurança do Produto (FDSP)**, deverão compilar todas as informações úteis relativas ao produto, nomeadamente:

- ❖ Identificação do produto e fornecedor;
- ❖ Informação sobre componentes;
- ❖ Identificação dos perigos;
- ❖ Medidas de primeiros socorros;
- ❖ Medidas de combate a incêndio;
- ❖ Medida a tomar em caso de fuga accidental;
- ❖ Manuseamento e armazenagem;
- ❖ Controlo da exposição e protecção individual;
- ❖ Propriedades físicas e químicas;
- ❖ Estabilidade e reactividade;
- ❖ Informação toxicológica;
- ❖ Informação ecológica;
- ❖ Informações relativas à eliminação;
- ❖ Informações referentes ao transporte;
- ❖ Informação sobre regulamentação;
- ❖ Outras informações.



Porém, em determinadas circunstâncias, a necessidade de uma informação mais expedita e disponível do que um eventual arquivamento das referidas FDSP em locais afastados (p.e. escritórios) ou de acesso restrito (p.e. laboratórios) em relação aos locais do sinistro (derrame, incêndio, acidente de trabalho, outros) torna necessário disponibilizar facilmente a informação importante.

Deste modo, e cumprindo o preceito legal de informar e disponibilizar a informação aos trabalhadores em situação normal e de emergência, têm surgido em vários contextos de trabalho as designadas Fichas de Dados de Segurança Resumidas (FDSR), as quais, como o nome indica, contêm um resumo dos 16 itens previstos nas FDSP, nomeadamente:

- ❖ Identificação do produto;
- ❖ Identificação dos riscos e prudências;
- ❖ Medidas de primeiros socorros;
- ❖ Medidas de combate a incêndio;
- ❖ Medida a tomar em caso de fuga accidental;
- ❖ Manuseamento e armazenagem;
- ❖ Controlo da exposição e protecção individual;
- ❖ Informação ecológica;
- ❖ Informações relativas à eliminação;
- ❖ Outras informações.

Em anexo apresenta-se um exemplar de FDSR contendo os campos apresentados, resultando no cumprimento do requisito legal de informação e disponibilização da informação aos trabalhadores expostos.

Assim, torna-se imperativo, antes de armazenar ou utilizar qualquer produto químico, obter a respectiva ficha técnica, ler com atenção as informações nela contidas, e todas as medidas de segurança destinadas a reduzir a ocorrência de um acidente ou pelo menos minimizar as suas consequências.



Medidas Preventivas

Por via a controlar os riscos de intoxicações em consequência da exposição dos trabalhadores aos produtos químicos, enquanto agentes contaminantes dos locais de trabalho, deve-se:

- ❖ Actuar ao nível da concepção e métodos de funcionamento das instalações;
- ❖ Modificar e corrigir o processo produtivo, impedindo a formação do contaminante, nomeadamente trabalhando em meios isolados;
- ❖ Substituir uma substância tóxica por outra menos tóxica;
- ❖ Automatizar o processo para evitar a manipulação directa do contaminante;
- ❖ Introduzir ventilação geral e/ou extracção localizada adequadas;
- ❖ Alterar a organização do trabalho, diminuindo o tempo de exposição aos contaminantes químicos, e reduzir a um mínimo absolutamente necessário o número de trabalhadores expostos;
- ❖ Introduzir equipamentos e sistemas de trabalho que, em caso de fugas, permitam detectá-las rapidamente e circunscrever a área contaminada;
- ❖ Armazenar os produtos tóxicos em locais bem ventilados;
- ❖ Proibir comer, beber e fumar em zonas contaminadas;
- ❖ Usar equipamento de protecção individual, até que os riscos sejam eliminados ou reduzidos a níveis considerados inofensivos para a saúde dos trabalhadores, ou ainda como complemento da protecção colectiva.



FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA RESUMIDA

Ficha nº XX
Pág 1 de 2

Edição nº 1
Revisão nº 0

ARMAZÉM DE PRODUTOS QUÍMICOS



DESIGNAÇÃO

XPTO

FRASES DE RISCO E CONSELHOS DE PRUDÊNCIA

Riscos e Prudências

Possibilidade de efeitos cancerígenos. Pode causar sensibilização por inalação e em contacto com pele. Tóxico para organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático. Contém sulfato de níquel

Manuseamento

Ventilar a zona de utilização. Em caso de poeiras, aspirar o local. Evitar a formação de pó. Evitar respirar o pó, gases, vapores, fumos, aerossóis.
Evitar o contacto com os olhos, pele e roupa.
Não comer, beber ou fumar e lavar as mãos nos intervalos e final do trabalho.
Manter o depósito fechado, de forma vedada. Abrir e manejar o recipiente com cuidado.

Armazenamento

Armazenar no recipiente original. Armazenar em local frio, seco e bem ventilado, afastado de luz solar directa. Manter o depósito fechado, de forma vedada.

PRIMEIROS SOCORROS



Inalação

Remover para local arejado, manter o sinistrado em repouso e aquecido, se a respiração for irregular ou ocorrer uma paragem respiratória, administrar respiração oxigénio. Se inconsciente, colocar em posição de segurança e consultar o médico.

Contacto com a Pele

Lavar de imediato com água. Retirar rapidamente roupas contaminadas. Se a irritação persistir ou se existir ardor contínuo na pele, consultar um médico.

Contacto com Olhos

Lavar abundantemente com água corrente, pelo menos durante 15 minutos, mantendo as pálpebras abertas. Obter assistência médica imediatamente.

Ingestão

Lave a boca com água. Chamar imediatamente um médico.

MEDIDAS EM CASO DE INCÊNDIO

Meios de extinção

Dióxido de Carbono (CO₂), Espuma química, Pó Químico ou jacto de água.

Riscos especiais

Pode libertar fumos corrosivos num incêndio.

Equipamento de protecção

Usar equipamento de máscara facial (protecção respiratória) e vestuário de protecção completo, no combate ao fogo.

PROTECÇÃO INDIVIDUAL

Luvas de acção química resistentes.

Fato de protecção de trabalho.

Usar óculos de protecção fechados.

Usar máscara de protecção (em caso de poeiras ou exposições curtas), independente do ar exterior, em caso de exposição mais intensa ou em maiores concentrações.



Esta Ficha de Segurança não impede a leitura da Ficha de Dados de Segurança do Produto.