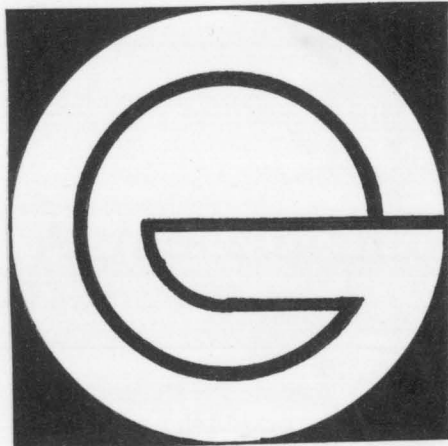


FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Gestão e Engenharia Industrial

1995/1996

# Estudo das Condições de Higiene do Trabalho nas Instalações do



**INEGI** instituto  
de engenharia mecânica  
e gestão industrial

Relatório Final de Estágio realizado sob supervisão dos Senhores

Engenheiro Sérgio Miguel,

Professor Auxiliar Convocado do Departamento de Produção e Sistemas da

**RELATÓRIO FINAL DO ESTÁGIO DO CURSO DE GESTÃO E  
ENGENHARIA INDUSTRIAL,**

Professor Rui Guimarães,

Colaborador do INEGI.

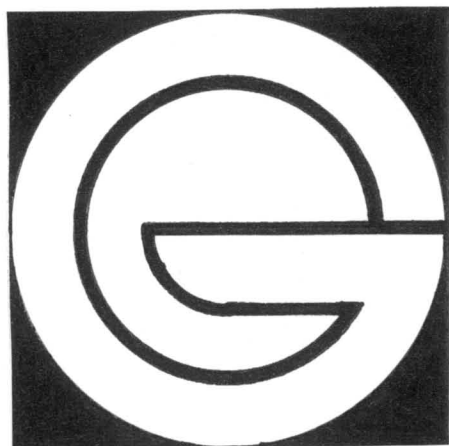
**MARIA DO ROSÁRIO RÊGO E SILVA MARTINS**

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Gestão e Engenharia Industrial

1995/1996

# Estudo das Condições de Higiene do Trabalho nas Instalações do



**INEGI** instituto  
de engenharia mecânica  
e gestão industrial

RELATÓRIO FINAL DO ESTÁGIO DO CURSO DE GESTÃO E  
ENGENHARIA INDUSTRIAL

MARIA DO ROSÁRIO RÊGO E SILVA MARTINS

Relatório Final de Estágio realizado sob supervisão dos Senhores

Engenheiro Sérgio Miguel,

Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Produção e Sistemas da  
Universidade do Minho,

e

Professor Rui Guimarães,

Colaborador do INEGI.

Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia  
Biblioteca *Y*  
Nº \_\_\_\_\_  
CDU \_\_\_\_\_  
Data *22/02/2003*

## Agradecimentos

Ao Senhor Professor Doutor Sérgio Miguel, meu orientador de estágio, pela generosidade com que me acolheu, o modo gentil como ignorou as minhas deficiências e por toda a atenção e cuidados com que me privilegiou na orientação e revisão deste relatório.

Ao Laboratório de Ergonomia, do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, pelas facilidades concedidas na utilização do equipamento técnico e científico.

Aos docentes do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, especialmente ao Professor Doutor Rui Guimarães e Professor Doutor Alcibiades Soares Guedes a quem muito devo pela dedicação com que nos orientaram ao longo do curso.

Ao INEGI pela constante disponibilidade e boas condições de trabalho proporcionadas, que tornaram possível a concretização do trabalho prático.

Ao Centro Preventivo de Medicina do Trabalho pela amável cedência de todo o equipamento de medição do ruído.

# Índice

## Capítulo 1

<b>Higiene Industrial</b>	1
1.1. Introdução	1
1.2 . Antecedentes Históricos da Higiene do Trabalho	2
1.3. Definição de Higiene Industrial	3
1.4. Ramos da Higiene Industrial	3
1.5. Legislação Portuguesa sobre Higiene Industrial	3
1.6. Legislação Comunitária sobre Higiene Industrial	5
1.7. A Actuação da Higiene Industrial	6

## Capítulo 2

<b>Caracterização do INEGI</b>	7
2.1. Localização	7
2.2.1. Vias de Acesso	7
2.2.2. Meio de Transporte	7
2.2.3. Instalações	7
2.2. Organograma do INEGI	8
2.3. Objectivos do INEGI	9

## Capítulo 3

<b>Ruído Industrial</b>	10
3.1. Introdução	10
3.2. Definição	11
3.3. Características do Ruído e Grandezas Físicas	11
3.3.1. Nível Sonoro	11
3.3.2. Frequência	12
3.3.3. Audibilidade	13
3.3.4. Tipos de Ruído	13
3.3.5. Nível Sonoro Contínuo Equivalente	14
3.3.6. Exposição Pessoal Diária de um Trabalhador ao Ruído durante o Trabalho	15
3.3.7. Pico do Nível de Pressão Sonora	15
3.3.8. Nível de Acção	16
3.3.9. Valor Limite da Exposição Pessoal Diária	16
3.3.10. Valor Limite de Pico	16
3.4. Consequências do Ruído	16
3.5. Legislação e Normalização	17
3.6. Programa de Controlo do Ruído	17
3.6.1. Levantamento dos Níveis de Ruído	17
3.6.1.1. Aparelhos Utilizados	18
3.6.1.2. Calibração Acústica	19
3.6.1.3. Medição dos Níveis de Ruído	19
3.6.1.4. Relatório de Medição	20
3.6.2. Redução dos Níveis de Ruído	20
3.6.3. Avaliação dos Resultados Obtidos	23

## Capítulo 4

<b>Iluminação Industrial</b>	24
4.1. Introdução	24
4.2. Condições de Iluminação nos Locais de Trabalho	24
4.2.1. Iluminação Natural	24
4.2.2. Iluminação Artificial	25
4.2.2.1. Sistemas de Iluminação	25
4.2.2.2. Iluminação de Emergência e de Segurança	26
4.2.2.3. Limpeza das Fontes de Luz	26
4.2.2.4. Manutenção das Fontes de Luz	26
4.2.2.5. Prevenção de Alguns Riscos das Instalações de Iluminação	27
4.3. Níveis de Iluminação	27
4.3.1. Grandezas Fotométricas Fundamentais	27
4.3.2. Iluminação Adequada	28
4.4. Legislação e Normalização	29
4.5. Trabalho Desenvolvido	29
4.5.1. Relatório de Avaliação das Condições de Iluminação	29
4.5.2. Conclusão	29

## Capítulo 5

<b>Ambiente Térmica</b>	31
5.1. Introdução	31
5.2. Equilíbrio Térmico	32
5.3. Caracterização de Ambientes Térmicos	33
5.4. Ambiente Térmico Neutro	33

5.4.1. Definição	33
5.4.2. Legislação e Normalização	33
5.4.3. Caracterização de Ambiente Térmico Neutro	33
5.4.3.1. Índice PMV-PPD	34
5.4.3.2. Parâmetros a Medir	34
5.4.3.3. Instrumentos de Medida	35
5.4.4. Trabalho Desenvolvido	36
5.4.4.1. Relatório de Avaliação das Condições de Ambiente Térmico	36
5.4.4.2. Conclusão	37

## **Capítulo 6**

<b>Conclusão</b>	<b>38</b>
------------------	-----------

## Capítulo 1

# Higiene Industrial

### 1.1. Introdução

Embora o trabalho seja uma fonte de riqueza e de afirmação pessoal, acaba por tornar-se nocivo sempre que há má qualidade do ambiente onde é efectuado.

É sabido que a evolução das condições de trabalho está condicionada por factores culturais, sócio-políticos e económicos que são muito afectados pela situação económica de cada país.

No entanto, é em situações difíceis que mais se tornam necessárias as estratégias de acção que levem ao aproveitamento total e eficaz dos recursos humanos e materiais disponíveis.

Um dos meios para prevenir o acidente é ter conhecimento exacto das situações de risco e de quais as possibilidades de as evitar.

O objectivo deste trabalho residu no estudo das condições de Higiene do Trabalho, nas instalações do INEGI, nas unidades CETECOFF, CETECOP e CETERM.

Os Factores do Ambiente estudados foram os Agentes Físicos, nomeadamente o Ruído, a Iluminação e o Ambiente Térmico.

Todo o trabalho desenvolvido foi baseado na regulamentação nacional e comunitária aplicável.

Para melhor compreensão do interesse deste trabalho, essencialmente prático, vou completá-lo com considerações de ordem histórica, social, legal, económica e comparar os resultados com outros casos reais.

## 1.2. Antecedentes Históricos da Higiene do Trabalho

O conceito actual de Higiene do Trabalho é muito recente. O seu desenvolvimento teve de esperar pelos avanços da medicina com a qual se confunde nas suas origens e com a criação e evolução do direito do trabalho e da segurança social.

No entanto existem dados experimentais com muitos séculos entre os quais podemos citar:

- a descrição de algumas doenças profissionais, em minas, feitas por Platão, Lucrécio e outros.
- a patologia do chumbo, descrita por Hipócrates e Galeno.
- o estudo efectuado pelo médico Árabe Avicena relacionando as Cólicas Saturninicas com as pinturas que contêm chumbo.

No fim do século XVII, Bernardo Ramazzinni, criador da Medicina do Trabalho, publica a sua obra « De Morbis Artificium Diatriba » onde usa o termo «higiene» e descreve detalhadamente os riscos de 54 profissões diferentes.

É a partir desta data que começam os primeiros estudos sérios sobre esta matéria.

Com a revolução industrial, no século XIX, e devido às penosas condições de trabalho dessa época, começa a surgir em diferentes países legislação sobre a Higiene do Trabalho.

A Inglaterra, em 1802, proíbe o trabalho nocturno e nas minas aos menores de 9 anos. Seguem-na a Alemanha em 1839 e a França em 1841.

Em Portugal, até meados do séc. XIX, a Higiene e Segurança do Trabalho era uma tarefa que pertencia às corporações de artes e ofícios que mais tarde foram apoiadas pelas Misericórdias e Confrarias.

Com o Liberalismo e o nascimento das organizações de classe, as preocupações de Higiene e Segurança são assumidas por sindicatos, caixas económicas, associações de socorros mútuos e associações industriais.

Em 1885 surge a primeira lei específica sobre Higiene e Segurança do Trabalho que incide sobre o sector da construção civil.

Com a 1ª República, quando o trabalho industrial começou a ter algum peso na economia portuguesa, o Estado organizou pela primeira vez um «serviço de higiene, salubridade e segurança nos locais de trabalho».

Em 1916, a República Portuguesa cria o Ministério do Trabalho e Previdência Social, que integra a Direcção-Geral do Trabalho com vários serviços.

Nesta época surge legislação importante com destaque para dois diplomas, um, em 1918, relativo aos «estabelecimentos insalubres, incómodos, perigosos e

tóxicos» e outro, em 1922, que «promulga o regulamento e as instruções gerais de higiene, salubridade e segurança nos estabelecimentos industriais».

Estes avanços legislativos estão em sintonia com o ambiente internacional que existia na Europa. Com efeito em 1919 nascia a Conferência Internacional do Trabalho.

A criação da OIT e a evolução da legislação laboral originaram as condições necessárias para o desenvolvimento da Medicina do Trabalho, a partir da qual se estabeleceram as técnicas essenciais da Higiene Industrial.

### 1.3. Definição de Higiene Industrial

A Higiene Industrial poderá ser definida como a técnica de actuação sobre os contaminantes (ou poluentes) do ambiente, derivados do trabalho, com a finalidade de prevenir as doenças profissionais dos indivíduos a eles expostos.

Para a A. I. H. A. (American Industrial Hygienist Association) trata-se da ciência dedicada ao reconhecimento, avaliação e controlo dos factores ambientais do local de trabalho que podem ocasionar doenças, destruir a saúde e o bem estar e criar algum mal estar aos trabalhadores ou à comunidade.

### 1.4. Ramos da Higiene Industrial

Podem distinguir-se quatro ramos dentro da Higiene Industrial :

- **Higiene Teórica** : Estuda os contaminantes e a sua relação com o homem, com a finalidade de estabelecer valores-padrão de referência, níveis admissíveis de concentração e valores limites de exposição para os quais a maioria das pessoas não corre qualquer risco.
- **Higiene Analítica** : Realiza a investigação e determinação qualitativa e quantitativa dos contaminantes presentes no ambiente de trabalho.
- **Higiene Operativa** : Compreende a escolha e recomendação dos métodos de controlo a implementar para reduzir os níveis de concentração até valores não prejudiciais à saúde.
- **Higiene de Campo** : Realiza o estudo da situação no ambiente de trabalho.

### 1.5. Legislação Portuguesa sobre Higiene Industrial

A legislação Portuguesa sobre Higiene Industrial é escassa e inadequada e está intimamente relacionada com a Segurança e Medicina na empresa.

Como legislação específica de Higiene Industrial, relativamente a agentes físicos podemos citar :

- Decreto Lei nº 441/91, de 14 de Novembro, que estabelece o regime jurídico do enquadramento da Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.
- Decreto Lei nº 72/92, de 28 de Abril, que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho.
- Decreto Regulamentar nº 9/92, de 28 de Abril, que regulamenta o Decreto Lei nº 72/92 de 28 de Abril.
- Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro, que aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais.
- Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro, que aprova as alterações ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais.
- Decreto Lei nº 243/86, de 20 de Agosto, que aprova o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de Escritório e Serviços.
- Decreto Lei nº 128/93, de 22 de Abril, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 89/686/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 21 de Dezembro, relativa aos equipamentos de protecção individual.
- Decreto Lei nº 347/93, de 1 de Outubro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 89/654/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de Segurança e Saúde no local de trabalho.
- Decreto Lei nº 348/93, de 1 de Outubro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 89/656/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho.
- Portaria nº 987/93, de 6 de Outubro, que especifica as normas técnicas de execução relativas ao Decreto Lei nº 347/93, de 1 de Outubro.
- Portaria nº 989/93, de 6 de Outubro, que estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamento de protecção individual.
- Portaria nº 1131/93, de 4 de Novembro, que estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual (EPI).

- Decreto Lei nº 26/94, de 1 de Fevereiro, que estabelece o regime de organização e funcionamento das actividades de Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho.

## 1.6. Legislação Comunitária sobre Higiene Industrial

O Parlamento Europeu numa resolução de 1 de Junho de 1960, referente aos aspectos humanos e médicos das investigações empreendidas nos países da comunidade sobre Segurança e Higiene do Trabalho, sublinha a necessidade de uma investigação científica organizada à escala europeia e manifesta o desejo de que nos países comunitários a política médico-industrial seja similar.

Em 27 de Junho de 1974, a Decisão do Conselho das Comunidades Europeias elabora a Directiva (74/325/CEE) relativa à criação de um comité consultivo para a Segurança, Higiene e Protecção da Saúde no local de trabalho, cujas funções mais importantes se resumem às seguintes :

- Promover o intercâmbio de pontos de vista e experiências respeitantes a regulamentações existentes ou projectadas;
- Contribuir para a elaboração de um método comum para resolver os problemas que surgem no âmbito da Higiene, Segurança e Protecção da Saúde;
- Chamar à atenção da Comissão das Comunidades Europeias para os sectores onde pareça necessário adquirir novos conhecimentos;
- Definir os limites de um programa de acção comunitária em colaboração com o Órgão Permanente para a Segurança e a Salubridade nas Minas de Hulha.
- Contribuir para a informação das administrações nacionais, dos sindicatos dos mercados empresariais sobre projectos comunitários.

Em 27 de Novembro de 1980, deu-se um passo importante com a aprovação da Directiva nº 80/1107/CEE, relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos relacionados com a exposição a agentes químicos, físicos e biológicos durante o trabalho.

Seguiram-se a estas directivas comunitárias outras igualmente importantes, relativas a agentes físicos. São elas :

- Directiva nº 86/188/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 12 de Maio de 1986, relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho.

- Directiva - Quadro nº 89/391/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 12 de Junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da Segurança e da Saúde dos trabalhadores no trabalho.

- Directiva nº 89/654/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 30 de Novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de Segurança e de Saúde nos locais de trabalho.

(Primeira directiva especial, na acepção do nº 1 do artigo 16º da Directiva nº 89/391/CEE).

- Directiva nº 89/656/CEE, do Conselho das Comunidades Europeias, de 30 de Novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de Segurança e Saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de protecção individual no trabalho.

(Terceira directiva especial, na acepção do nº 1 do artigo 16º da Directiva nº 89/391/CEE).

## 1.7. A Actuação da Higiene Industrial

A Higiene Industrial está relacionada com o diagnóstico e com a prevenção de doenças profissionais a partir do estudo e controlo de duas variáveis - o **homem** e o seu **ambiente de trabalho** - segundo o esquema que se apresenta na Figura 1.

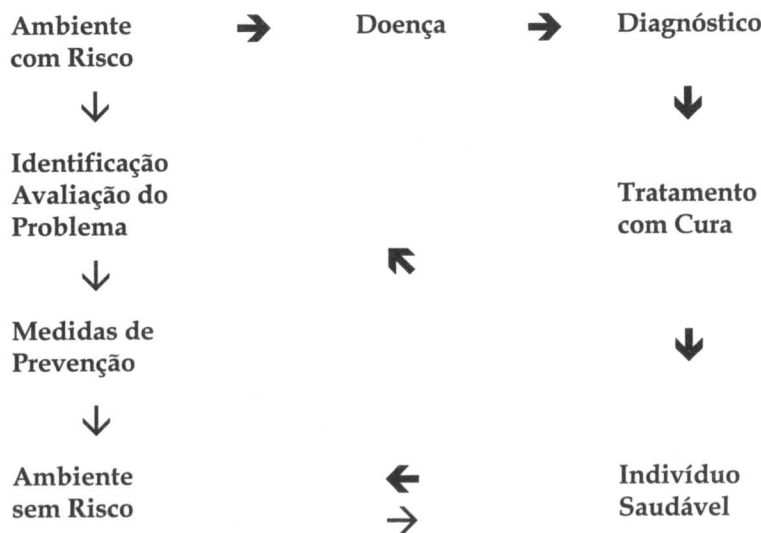


Figura 1 - Actuação da Higiene do Trabalho

## Capítulo 2

# Caracterização do INEGI

### 2.1. Localização

O INEGI é um **Instituto de Inovação e Transferência de Tecnologia**, constituindo a interface de ligação entre o Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (DEMEGI) e o meio empresarial. Foi criado em 1986, tendo o estatuto de associação de utilidade pública sem fins lucrativos. Está implantado numa zona industrial, na Rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta, concelho de Matosinhos.

**2.1.1. As vias de acesso** são boas. Processam-se através da Via Norte que liga a sul com a Via de Cintura Interna e a norte com a N13 (Póvoa do Varzim) e a N14 (V. N. Famalicão).

**2.1.2. O meio de transporte** mais utilizado por quem se dirige ao INEGI é o automóvel, para o qual existem dois parques. Também existem bons transportes públicos, autocarros da S.T.C.P. que passam na Via Norte e servem localidades circunvizinhas.

**2.1.3. As actuais instalações**, adquiridas no período de implementação dos programas PEDIP e CIÊNCIA (1991-1993), tem uma área total de cerca de 5000 m<sup>2</sup>.

## 2.2. Organograma do INEGI

O INEGI é encabeçado por uma Direcção constituída por um presidente e dois vogais. Dispõe de uma estrutura descentralizada composta por um conjunto de Unidades em correspondência directa com a estrutura do DEMEGI:

- Secção de Automação, Instrumentação e Controle (SAIC);
- Secção de Desenho Industrial (SDI);
- Secção de Fluidos e Calor (SFC);
- Secção de Gestão e Engenharia Industrial (GEIN);
- Secção de Matemática (SMAT);
- Secção de Materiais e Processos Tecnológicos (SMPT);
- Secção de Mecânica Aplicada (SMAP);
- Laboratório de Computação (LCO);
- Laboratório de Ensaio Tecnológicos (LET);
- Oficinas Mecânicas (OFM).

No período de implementação dos Programas PEDIP e CIÊNCIA (1991/93) foram criadas Novas Unidades:

- CEFAD (Unidade para o Estudo do Comportamento de Estruturas à Fadiga);
- CEMAC (Unidade de Engenharia Mecânica Assistida por Computador);
- CEMACOM (Unidade de Materiais Compósitos);
- CETECOFF (Unidade de Fundição e Novas Tecnologias);
- CETECOP (Unidade das Tecnologias de Conformação Plástica);
- CETERM (Unidade de Térmica Industrial);
- CETRIB (Unidade de Tribologia e Manutenção Industrial);
- LOME (Laboratório de Métodos Ópticos e Mecânica Experimental).

## 2.3. Objectivos do INEGI

O INEGI tem como objectivo fundamental aprofundar a ligação Universidade-Indústria, sobretudo nas áreas de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional. Para a realização deste objectivo, utiliza os seguintes mecanismos:

- Consultoria especializada e desenvolvimento de protótipos (apoio directo às empresas);
- Contratos de I & D (programas nacionais e internacionais);
- Formação contínua (cursos e estágios).

Para o desenvolvimento das suas actividades nas diversas vertentes, o INEGI conta com a colaboração de docentes e investigadores da Universidade do Porto, dos seus quadros próprios, (actualmente atingindo um número próximo de cinquenta), e dos estagiários técnicos e de investigação.

## Capítulo 3

# Ruído Industrial

### 3.1. Introdução

O ruído é parte integrante da sociedade actual sendo uma consequência do desenvolvimento tecnológico.

Até há relativamente pouco tempo, o ruído nos locais de trabalho era considerado um mal necessário e por isso raramente eram tomadas medidas para o evitar. Felizmente que nos nossos dias, a atitude perante este problema começa a ser diferente, havendo não só um conhecimento mais profundo das consequências do ruído para a saúde dos trabalhadores, mas, também a noção de que as condições de trabalho e o bem estar dos trabalhadores estão directamente relacionados com o seu rendimento e conseqüentemente com a produtividade.

Assim se justifica o estabelecimento de uma metodologia que, quando implementada, conduza a uma significativa redução dos níveis de ruído existentes.

No entanto, essas metas só serão alcançadas se se conseguir avaliar o ruído correctamente, o que pressupõe o conhecimento básico da forma como o som se propaga, da instrumentação de medida, dos procedimentos de calibração, das normas aplicáveis e do modo de documentação dos registos efectuados.

## 3.2. Definição

Kryter (1985) define ruído em termos dos efeitos que este produz nas pessoas como sendo « toda a energia acústica audível que afecta negativamente o bem estar fisiológico ou psicológico das pessoas a ela expostas » .

Do ponto de vista físico, pode definir-se o ruído como toda a vibração mecânica aleatória de um meio elástico.

## 3.3. Características do Ruído e Grandezas Físicas

As principais características do ruído são :

- para sons puros:

- nível sonoro
- frequência

- para sons complexos :

- nível sonoro
- composição (ou espectro)

### 3.3.1. Nível Sonoro

Dado o objectivo deste trabalho ser a avaliação das situações de incomodidade ou de risco de trauma auditivo (para dar cumprimento ao Decreto Regulamentar 9/92) o parâmetro sonoro que será utilizado é a **pressão sonora**.

A pressão sonora exprime-se em Pa (pascal = N/m<sup>2</sup>).

A aplicação directa de escalas lineares em Pa, conduziria a números muito grandes e portanto nada práticos de serem utilizados. Por outro lado, sabe-se que o ouvido humano responde de uma forma logarítmica e não linear aos estímulos sonoros.

Nestas condições utilizamos uma escala logarítmica expressa em decibéis (dB). Em que o décibel é, por definição, o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado. O que na prática corresponde à mais pequena variação da pressão sonora que um ouvido humano normal pode distinguir nas condições normais de audição.

Na figura que se apresenta no anexo 3.1. pode observar-se a vantagem de utilizar uma escala em dB em vez de uma escala em Pa. Em dB trabalha-se com uma escala de valores muito mais acessível, compreendida entre os 0 dB (limiar da audição) e os 130 dB (limiar da dor).

De acordo com o Decreto Regulamentar 9/92, o **nível de pressão sonora,  $L_p$** , expresso em dB, é dado pela expressão:

$$L_p = 20 \times \log \left( \frac{p}{p_0} \right)$$

em que :

$p$  : é o valor eficaz da pressão sonora, expresso em pascal, a que está exposto um trabalhador durante o trabalho;

$p_0$  : é o valor de referência normalizado, 20  $\mu$ Pa - corresponde ao limiar da audição.

É de sublinhar que a palavra nível aparece associada à pressão sonora para indicar que a quantidade está relacionada com o valor de referência.

### 3.3.2. Frequência

A frequência é a seguir ao nível de pressão sonora, o parâmetro mais importante para descrever um sinal sonoro.

O número de variações de pressão por segundo define a frequência ou a altura do som,  $f$ , expressa em Hz (ciclos por segundo).

Verifica-se que, do ponto de vista de frequência, a maior parte dos ruídos industriais são complexos, uma vez que comportam níveis de ruído de frequência distintas. Para caracterizar estes ruídos é necessário determinar o nível sonoro para cada frequência do espectro - ou seja, é necessário efectuar a sua **análise espectral** ou **análise por frequência**. Pode representar-se graficamente num sistema de eixos onde as frequências sonoras se encontram no eixo das abcissas e os níveis sonoros correspondentes figuram no eixo das ordenadas.

Na avaliação das condições de ruído a que estão expostos os indivíduos não é necessário a análise em toda a escala de frequências, mas, apenas a gama de frequências audível ( que se situa entre os 20 Hz e os 20 KHz ). A gama audível está dividida em 10 grupos de frequências designadas por oitavas. Cada oitava, por seu turno está subdividida em três grupos de terças de oitava. As frequências centrais, assim como os limites inferior e superior, estão normalizados internacionalmente (ver anexo 3.13.).

Para medir o nível sonoro a várias frequências, o sinal passa por um banco de filtros, cada um com a sua frequência central.

Com o sonómetro (aparelho que efectua a análise espectral) não é possível medir simultaneamente nas várias frequências, por isso essa análise é feita filtro a filtro em passos sucessivos.

Em acústica, os filtros mais utilizados são os de oitava e 1/3 de oitava.

### 3.3.3. Audibilidade

Devido à estrutura do aparelho auditivo e às características do sistema nervoso associadas à audição, o ser humano não reage de forma linear aos sons que, embora com o mesmo nível de pressão sonora, tenham diferentes frequências. O comportamento auditivo pode-se esquematizar do seguinte modo:

- Zona de atenuação - para baixas frequências, que vai de 20 a 1000 Hz.
- Zona de amplificação - para médias frequências, que vai de 1000 a 5000 Hz.
- Zona de atenuação - para altas frequências, a partir dos 5000 Hz.

Na prática, para que um aparelho de medição do ruído se comporte como o ouvido humano é necessário introduzir um filtro.

Existem vários tipos de filtros normalizados que correspondem de uma forma não linear às diferentes frequências, designando-se por malhas de ponderação (A, B, C, D).

Para distinguir e identificar a malha de ponderação utilizada é habitual especificar os níveis sonoros em termos de dB(A), dB(B), dB(C) ou dB(D).

A nível de ruído industrial a mais importante é a malha de ponderação A, porque traduz aproximadamente a resposta do ouvido humano a este tipo de ruído.

### 3.3.4. Tipos de Ruído

Um ruído pode ser descrito pelo seu espectro de frequências, pelas variações de nível com o tempo e pelas características do campo sonoro.

A norma ISO 2204 (1979) distingue segundo estes parâmetros os seguintes tipos de ruído:

#### ① Segundo o Espectro:

- Ruído contínuo
- Ruído com sons puros audíveis

#### ② Segundo as variações de nível com o tempo:

- Ruído Estacionário: com variações de nível mínimas.
- Ruído Não Estacionário: para os quais o nível varia significativamente. Este pode ainda ser classificado numa das seguintes categorias :

○ Ruído Flutuante: com um nível que varia continuamente numa extensão apreciável durante o período de observação.

○ Ruído Intermitente: com um nível que desce abruptamente para o nível de ruído de fundo, de forma intermitente, voltando a alcançar o nível superior, mantendo-se constante durante 1 segundo ou mais.

○ Ruído Impulsivo: que se caracteriza por vários impulsos violentos de energia com durações iguais ou inferiores a 1 seg. Este tipo de ruído ainda pode ser classificado em duas categorias distintas, de acordo com a duração do intervalo de tempo entre dois impulsos consecutivos:

- Impulso Isolado de energia
- Impulso quase estável: intervalo entre os impulsos é menor do que 0.2 segundos.

### 3.3.5. Nível Sonoro Contínuo Equivalente

Para uma avaliação do risco a que estão sujeitos os indivíduos expostos a determinado ruído é necessário não só quantificar o nível sonoro do ruído, mas, também determinar o período de exposição. Isto porque, a partir de determinado nível de ruído o efeito nocivo do mesmo depende do tempo de exposição.

Na generalidade dos ruídos industriais o nível sonoro varia ao longo do tempo de exposição, por isso é necessário recorrer ao conceito de **Nível Sonoro Contínuo Equivalente**, definido como o nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos que o ruído de nível variável.

A norma portuguesa NP-1733 (1981), considera a seguinte expressão para o cálculo do nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, num determinado intervalo de tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log_{10} \left[ \left( \frac{1}{T} \right) \times \int_0^T 10^{\left( \frac{L(t)}{10} \right)} dt \right]$$

Onde:

$L(t)$  : é o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A);

$T$  : é o período de referência no qual ocorre o ruído perturbador.

### 3.3.6. Exposição Pessoal Diária de um Trabalhador ao Ruído durante o Trabalho

É um dos parâmetros definido pelo Decreto Regulamentar 9/92. Deriva do valor do  $L_{Aeq,T}$ , da duração diária da exposição ao ruído do trabalhador e do valor ponderado  $A$  da pressão sonora em Pascal a que o trabalhador se encontra exposto. A exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído,  $L_{EP,d}$ , é estimada em dB(A) por uma das seguintes expressões que conduzem a resultados idênticos:

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,T} + 10 \times \log_{10} \left( \frac{T_e}{T_0} \right)$$

$$L_{EP,d} = 70 + 10 \times \log_{10} \left[ \sum_{k=1}^{k=n} \left( 8 \times \frac{D_k [\%]}{T_e} \right) \right]$$

Onde :

$D_k$  [%]: é a dose parcial, em percentagem da dose máxima admissível lida no dosímetro em funcionamento durante  $T_k$  horas;

$L_{Aeq,Te}$  : é o nível sonoro contínuo equivalente, segundo o critério I.S.O.;

$T_e$  :  $\sum T_k$  é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho , expresso em horas;

$T_0$  : 8 h = 28800 s.

### 3.3.7. Pico do Nível de Pressão Sonora

Trata-se do valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora, expresso em dB, que vem dado pela expressão:

$$L_{pico} = 10 \times \log_{10} \left( \frac{P_{MAX}}{p_0} \right)^2$$

Onde:

$p_{MAX}$  : é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, expresso em pascal;

$p_0$  : é a pressão de referência ( $2 \times 10^{-5}$  pascal).

### 3.3.8. Nível de Acção

O nível de acção da «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho» é igual a 85 dB(A).

### 3.3.9. Valor Limite da Exposição Pessoal Diária

O valor limite da «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho» é igual a 90 dB(A).

### 3.3.10. Valor Limite de Pico

O valor máximo de pico de nível de pressão sonora é igual a 140 dB, equivalente a 200 pascal de valor máximo da pressão sonora instantânea não ponderada (dB).

## 3.4. Consequências do Ruído

O ruído afecta o homem dos pontos de vista físico, psíquico e mesmo social.

De uma forma directa pode originar :

- diminuição da capacidade auditiva;
- redução da capacidade de comunicação;
- incomodidade;
- fadiga física e psíquica;
- redução do rendimento de trabalho.

A exposição a níveis sonoros elevados pode conduzir à diminuição permanente e irreversível da capacidade auditiva do ser humano.

O risco de perda auditiva aumenta com a amplitude do nível sonoro e com o tempo de exposição, mas depende também das características do som. A sensibilidade ao ruído varia de indivíduo para indivíduo. Há pessoas que podem ser afectadas ao fim de relativamente pouco tempo, enquanto outras trabalham durante muitos anos em ambientes caracterizados por níveis de ruído muito elevados, sem apresentarem perdas auditivas significativas.

Exposições de curta duração em ambientes ruidosos conduzem a uma redução temporária da capacidade auditiva. Se o ruído não for muito intenso nem o período de exposição demasiado elevado, a capacidade auditiva é recuperada após um período de repouso em ambiente calmo.

## 3.5. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa, relativa ao ruído nos locais de trabalho, resume-se ao Decreto Lei nº 72/92 e ao Decreto Regulamentar nº 9/92, ambos de 28 de Abril.

O primeiro estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho (ver anexo 3.2.).

O segundo diz respeito à avaliação da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído em locais de trabalho, definindo o procedimento de avaliação e medição a cumprir (ver anexo 3.3.).

As normas portuguesas aplicáveis são a NP-1730 e a NP-1733 (ambas de 1981).

A primeira diz respeito à avaliação de situações de incomodidade.

A segunda faz uma estimativa da exposição ao ruído durante o exercício de uma actividade profissional, com vista à protecção da audição.

## 3.6. Programa de Controlo do Ruído

Um programa de controlo de ruído compreende as seguintes etapas :

- I. Levantamento dos níveis de ruído e avaliação da situação.
- II. Redução dos níveis de ruído.
- III. Avaliação dos resultados obtidos

### 3.6.1. Levantamento dos Níveis de Ruído

A principal característica desta etapa é a realização de medições de ruído.

As razões que nos levaram à realização dessas medições foram a determinação dos níveis sonoros para averiguar a existência ou não de risco de lesão auditiva para os trabalhadores expostos, e da eventualidade do ruído contribuir para a deterioração do ambiente de trabalho.

Inicialmente procedeu-se a uma primeira avaliação da exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído e dos valores máximos dos picos de nível sonoro resultantes do funcionamento das oficinas (CETECOFF e CETECOP) durante a laboração.

Nos casos em que os níveis de ruído se revelaram superiores ao nível de acção avançámos para medições mais detalhadas nas zonas em questão. Foi feita uma análise do ruído em frequência, por bandas de oitava, nos postos de trabalho fixos à volta de máquinas.

### 3.6.1.1. Aparelhos Utilizados

Na medição da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , a fim de a comparar com os valores fixados na legislação em vigor, na determinação do valor máximo do pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , para verificar se é igual ou superior a 140 dB, ou na selecção dos protectores de ouvido, foram utilizados os seguintes aparelhos:

#### ➔ Dosímetro de Ruído

Dosímetro individual portátil da marca Brüel & Kjaer, tipo 4436. O dosímetro está calibrado segundo o critério ISO (a duplicação da energia produz um aumento de 3 dB(A)) e satisfaz as prescrições da norma NP-3496 e da publicação CEI 804 de 1985 para sonómetros integradores da classe II (ver anexo 3.4.).

Os dosímetros de ruído dão a indicação se a exposição ao ruído está dentro dos limites aceitáveis ou se pelo contrário estes são excedidos.

Este instrumento foi concebido para ser usado pelo trabalhador enquanto realiza as suas tarefas. Foi colocado no bolso da camisa ou no próprio cinto, com o microfone colocado junto ao ouvido mais exposto.

#### ➔ Sonómetro

Sonómetro Integrador de Tipo I (CEI 804) da marca Brüel & Kjaer, modelo 2230 equipado com um microfone condensador de 1/2 polegada Brüel & Kjaer, tipo 4155.

Para a análise em frequência foi acoplado ao sonómetro um analisador de frequência, modelo 1624 da Brüel & Kjaer, que mede os níveis em oitavas (ver anexo 3.5.).

#### ➔ Calibrador

Calibrador sonoro 4231 da Brüel & Kjaer.

Os calibradores são instrumentos que geram um sinal acústico de nível conhecido a uma determinada frequência. O 4231 gera um sinal de 94 dB a 20  $\mu$ Pa e outro de 114 dB a 1 KHz (ver anexo 3.6.).

#### ➔ Software de Análise BZ 7028

Com o software BZ 7028 foi possível transferir os resultados do dosímetro 4436 para o computador. O BZ 7028 fornece gráficos da Distribuição Estatística de ruído e Histogramas. Permite editar, imprimir ou exportar dados e pode ser usado para combinar ficheiros (ver anexo 3.8).

### 3.6.1.2. Calibração Acústica

A calibração acústica é um procedimento essencial em medições de ruído e deve ser efectuada sempre que se realizem medições. É a única forma de garantir a validade dos resultados obtidos.

Por isso, antes e depois de cada medição, o dosímetro e o sonómetro foram calibrados com o calibrador acústico 4231 da Brüel & Kjaer.

O sonómetro e o calibrador foram calibrados em 95/11/06 no Departamento de Acústica do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) em cumprimento do que dispõe o Decreto Lei nº 291/90.

### 3.6.1.3. Medição dos Níveis de Ruído

As medições de ruído foram feitas da seguinte forma:

- mediu-se individualmente cada fonte de ruído. Colocou-se um dosímetro, durante um tempo de amostragem de 10 minutos, no bolso do peito ou no cinto do operador e a extremidade do tubo microfónico foi colocada na gola da camisa, na proximidade do ouvido mais exposto;
- os dados extraídos do dosímetro foram tratados por sistema informático (Software BZ 7028);
- com o sonómetro mediram-se  $L_{Aeq,T}$  (nível sonoro contínuo equivalente) em dB(A) e  $MaxL_{PICO}$  (máximo valor instantâneo) em dB;
- sempre que as leituras ultrapassaram o nível de acção, foram feitas análises de frequência, para posterior selecção do protector auditivo.

Durante as medições tomaram-se alguns cuidados :

- seguiu-se sempre o mesmo procedimento de medida;
- verificou-se o estado das baterias;
- calibrou-se antes e após cada medição o instrumento de medida;
- utilizou-se uma ficha de medição tipo (ver anexo 3.7.);
- evitaram-se superfícies reflectoras e afastou-se o sonómetro do corpo;
- utilizou-se uma protecção anti-vento no microfone;
- verificou-se o nível de ruído de fundo ao investigar o ruído de determinada fonte;
- fizeram-se apenas medições representativas do local de trabalho ou do funcionamento da máquina em causa.

### 3.6.1.4. Relatório de Medição

O relatório é um documento fundamental num programa de controlo do ruído.

Este registo deve ser tão completo quanto possível e deve ser arquivado para comparação com futuras medições.

No presente trabalho foram realizados três relatórios, um na unidade CETECOFF e os outros dois na unidade CETECOP (ver anexo 3.9.).

### 3.6.2. Redução dos Níveis de Ruído

Realizada a primeira fase e feito o levantamento da situação, há que avançar para a redução dos níveis de ruído.

O estudo realizado nas duas unidades do INEGI não revelou valores preocupantes, assim não foi necessário propor nenhuma medida para a diminuição dos níveis de ruído.

Deste modo resta-nos referir como se poderia proceder na diminuição dos níveis de ruído numa empresa.

Este processo começaria pela definição de prioridades e pelo estabelecimento de metas a atingir.

#### → Definição de Prioridades

Listar os locais de trabalho por ordem decrescente dos níveis de ruído, tendo em consideração o número de trabalhadores expostos.

Definir um programa de redução dos níveis de ruído de acordo com esta classificação e com a existência de situações de incomodidade decorrentes da actividade industrial.

#### → Metas a Atingir

Na definição de um programa de redução dos níveis de ruído, as metas a atingir devem ser baseadas na legislação e normas aplicáveis.

A redução dos níveis de ruído é um processo que poderá ser realizado em passos sucessivos, até se atingir a meta pretendida.

Normalmente, as soluções implementadas actuam a vários níveis :

#### □ Na Fonte

Eliminando ou reduzindo o ruído na sua origem.

Consegue-se através do tratamento acústico da própria máquina, introduzindo alterações ao projecto ou substituindo-a por outra menos ruidosa.

## □ Na Transmissão

Cortando ou reduzindo os caminhos de propagação sonora. Por exemplo:

- Isolamento antivibrátil;
- Encapsulamento da máquina;
- Painéis anti-ruído;
- Tratamento acústico das superfícies para evitar ou diminuir a reverberação;
- Cabina insonorizada.

## □ Na Recepção

⌚ - Ao nível da organização do trabalho :

- Rotação periódica do pessoal exposto.
- Realização dos trabalhos ruidosos nas horas em que haja menor número de trabalhadores expostos.
- Limitação do acesso a áreas ruidosas aos trabalhadores estritamente necessários.
- Estudo de uma nova implantação das máquinas ou locais de trabalho.

Ⓕ - Uso de protectores auditivos:

- Como solução temporária enquanto não são implementadas medidas correctivas.
- Em situações de trabalho de carácter transitório, do tipo das operações de controlo e manutenção.
- Quando a redução dos níveis de ruído seja impraticável (técnica ou economicamente).

## Seleção de Protectores Auditivos

Dada a importância atribuída pela legislação ao processo de selecção de protectores auditivos deixa-se uma breve referência a este tema.

De acordo com a legislação em vigor - Decreto Regulamentar 9/92 (ver anexo 3.3.) - é obrigatória a utilização de protectores auditivos sempre que a exposição diária de cada trabalhador ultrapasse 90 dB(A), ou o valor máximo de pressão sonora instantânea não ponderada exceder 140 dB. Segundo a mesma legislação, se a exposição diária for susceptível de ultrapassar 85 dB(A), devem ser postos à disposição dos trabalhadores os protectores auditivos adequados.

Os protectores auditivos são de dois tipos (ver anexo 3.10.) :

- Tampões auditivos : são introduzidos no canal auditivo externo e têm por objectivo diminuir a intensidade das variações de pressão que alcançam o tímpano.
- Protectores auriculares (ou abafadores) : adaptam-se ao pavilhão auditivo e cobrem-no totalmente. São feitos em material rígido que é revestido interiormente por um material flexível.

A escolha dum protector auditivo depende fundamentalmente do grau de atenuação, do processo de fabrico e das características das condições de trabalho.

O Anexo III do Decreto Regulamentar 9/92 dá-nos indicações do processo de selecção de protectores auditivos. Segundo o mesmo decreto, mas, agora artigo 4º, alínea 1, 3 e 4, o empregador deve disponibilizar gratuitamente protectores auditivos e registar as avaliações efectuadas em documentos conformes ao modelo indicado no Anexo IV do mesmo Decreto Regulamentar, quando o  $L_{EP,d} \geq 85$  dB(A).

Como em nenhum dos casos estudados o  $L_{EP,d}$  atingiu os 85 dB(A), segundo o decreto acima citado, não é necessário registar as avaliações em fichas individuais para cada trabalhador exposto ao ruído. Mas, para exemplificação, consideremos um trabalhador a operar com a Puncionadora, na unidade CETECOFF, durante 8 horas/dia. Face à qual estaria sujeito a um ruído com  $L_{EP,d} = 88.3$  dB(A) e  $MaxL_{PICO} = 119.2$  dB.

De acordo com a legislação, seria necessário realizar uma análise em frequência daquele ruído por forma a seleccionar o Protector Auditivo mais adequado.

Os valores obtidos na Análise espectral em bandas de oitava :

Frequência (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{Aeq,f,Tk}$ (dB(A))	57.2	73.4	81.6	88.0	86.6	84.2	75.6	69.3

Dentro dos protectores auditivos existentes no mercado, seleccionar-se-ia E.A.R CABOFLEX 600 (ver anexo 3.11.).

A escolha foi feita como indica o Anexo III do Decreto Regulamentar 9/92. Para o efeito recorreu-se a um programa em EXEL que efectua os cálculos e os regista segundo o quadro de selecção de protectores auditivos, em função da atenuação indicada pelo fabricante.

Neste momento temos todos os dados para o preenchimento das fichas individuais do trabalhador, de acordo com o Anexo IV do Decreto Regulamentar 9/92 (ver anexo 3.12.).

### **3.6.3. Avaliação dos Resultados Obtidos**

No final de um programa de redução dos níveis de ruído, deverão ser realizadas medições para comparação dos resultados obtidos com as metas pretendidas. Por outro lado é importante averiguar se as soluções implementadas não interferem com a manutenção e segurança das máquinas, não despertam reacções adversas por parte dos operadores e não contribuem para uma quebra de produtividade.

## Capítulo 4

# Iluminação Industrial

### 4.1. Introdução

A iluminação industrial é um dos principais factores ambientais de carácter microclimático, tendo por fim facilitar a visualização das coisas num contexto espacial, de modo a que o trabalho se possa realizar em condições aceitáveis de eficácia, comodidade e segurança.

Com uma iluminação adequada obtém-se um bom ambiente de trabalho, reduzindo a fadiga e a taxa de acidentes e aumentando a qualidade e a produtividade do trabalho.

A iluminação tem também um papel importante na sinalização industrial. Através de códigos cromáticos fornecem-se informações complementares sobre máquinas, equipamentos e medidas de emergência.

### 4.2. Condições de Iluminação nos Locais de Trabalho

#### 4.2.1. Iluminação Natural

A iluminação natural é a iluminação assegurada pela luz solar, ou mais precisamente pela abóbada celeste, durante o dia.

As condições óptimas de iluminação nos locais de trabalho, salvo casos muito especiais, seriam as proporcionadas pela luz natural. Contudo e por razões de ordem prática, (tais como, as estações do ano, a variação da quantidade de luz ao longo do dia, as condições atmosféricas, a arquitectura das instalações industriais), a luz natural pode não ser suficiente, tornando-se necessário recorrer a outra fonte de luz complementar.

## 4.2.2. Iluminação Artificial

A iluminação artificial é a iluminação assegurada por qualquer fonte de luz visível diferente da solar, utilizada como fonte de luz única ou complementar.

Utilizam-se, geralmente, lâmpadas de descarga (fluorescentes, vapor de sódio e vapor de mercúrio) pela sua alta eficiência e longa duração. Essa escolha depende da natureza do trabalho a realizar.

As lâmpadas fluorescentes, montadas em armaduras, podem ser instaladas no tecto, em linhas contínuas ou descontínuas e dispostas perpendicular ou paralelamente ao plano de trabalho. No primeiro caso evitam-se sombras incómodas sobre o plano de trabalho e reduz-se a possibilidade de luz reflectida nos olhos dos operadores. No segundo caso obtém-se um efeito geral mais agradável.

As lâmpadas fluorescentes têm várias tonalidades :

- tonalidade «quente» e tonalidade «luz do dia» (aconselháveis para substituir a luz do dia);
- tonalidade «fria» (adequada para complemento da luz diurna).

### 4.2.2.1. Sistemas de Iluminação

As fontes de luz podem ser dispostas de modo a obter-se :

- iluminação geral uniforme,
- iluminação geral localizada,
- iluminação geral com iluminação de apoio.

#### → Iluminação geral uniforme

É uma instalação na qual as armaduras são repartidas uniformemente sem ter em conta os locais onde se efectuam os trabalhos. Convém aos locais nos quais os postos de trabalho não são fixos.

#### → Iluminação geral localizada

Este sistema é inteiramente assegurado por lâmpadas e armaduras do tipo clássico distribuídas em função dos postos de trabalho. É recomendável que as armaduras sejam seguras por fios desde o tecto, pois o seu fluxo superior

difundido para baixo pelo tecto contribui para contrabalançar o efeito produzido pelo espaçamento não habitual dos focos de luz.

Este tipo de iluminação está indicada para oficinas cujos postos de trabalho estão dispostos em intervalos irregulares, mas, necessitam duma iluminação elevada.

#### → Iluminação geral com iluminação de apoio

Este sistema, em que as armaduras destinadas a fornecer uma iluminação local de apoio (montadas próximo do local de trabalho) reforçam a iluminação geral uniforme obtida devido às armaduras elevadas, é imprescindível quando a tarefa visual dum trabalhador se concentra sobre um pequeno espaço.

#### 4.2.2.2. Iluminação de Emergência e de Segurança

É projectada para funcionar quando falta a iluminação normal.

Serve para possibilitar uma evacuação rápida e segura, dum edifício, durante uma emergência.

Deverá situar-se nas intersecções de corredores, nos pontos de modificação de direcção, nas escadas e nas saídas.

#### 4.2.2.3. Limpeza das Fontes de Luz

A acumulação de poeiras nas lâmpadas e armaduras diminui substancialmente o nível da iluminação, pelo que as fontes de luz devem ser limpas periodicamente.

#### 4.2.2.4. Manutenção das Fontes de Luz

Uma instalação de iluminação deve encontrar-se sempre em bom estado de conservação e funcionamento.

Lâmpadas fundidas e avariadas devem ser substituídas o mais rapidamente possível, não só porque podem danificar material que seria ainda utilizável se não tivesse estado sujeito a sobrecargas, mas sobretudo, porque são prejudiciais às pessoas.

As lâmpadas podem ser substituídas individualmente ou em grupo.

A substituição em grupo, aconselhável em grandes instalações, apresenta como principais vantagens :

- menores custos do que os da substituição individual pois só se faz com grandes intervalos de tempo e normalmente regulares;
- pode ser executada fora das horas de serviço ou quando a produção está interrompida;
- os custos fixos de manutenção passam a ser conhecidos.

### 4.2.2.5. Prevenção de Alguns Riscos das Instalações de Iluminação

#### • Efeito estroboscópico

Nos locais onde funcionam máquinas com peças móveis acessíveis, animadas de movimentos alternados ou rotativos, a instalação luminotécnica que utiliza lâmpadas de descarga pode originar um fenómeno de ilusão óptica denominado **efeito estroboscópico**.

A consequência deste efeito pode ser:

- o movimento parecer mais lento do que é na realidade; ou
- o movimento parecer dar-se em sentido contrário ao real; ou
- o corpo em movimento parecer estar completamente parado.

Segundo o artigo 331º do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (ver anexo 4.1.), este efeito é evitado utilizando pares de tubos fluorescentes desfasados entre si e recorrendo a equipamento apropriado.

#### • Iluminação em locais com riscos de explosão

Nos locais de trabalho ou nas indústrias em cuja atmosfera existe o risco de explosão deve utilizar-se **material antideflagrante**.

## 4.3. Níveis de Iluminação

Além da análise das condições de iluminação a quantificação desta é outro parâmetro fundamental no estudo da iluminação industrial.

### 4.3.1. Grandezas Fotométricas Fundamentais

A determinação dos níveis de iluminação faz-se através da quantificação de algumas grandezas. São elas:

#### • Fluxo Luminoso

Símbolo:  $\phi$

Unidade: lumen (lm)

É a quantidade total de luz emitida por uma fonte luminosa.

#### • Intensidade Luminosa

Símbolo : I

Unidade : candela (cd)

É uma medida do fluxo luminoso emitido numa determinada direcção.

**• Iluminância**

Símbolo : E

Unidade : lux (lx)

É uma medida do fluxo luminoso incidente por unidade de superfície.

Esta grandeza é a mais importante já que, a maioria das normas técnicas de iluminação industrial, definem as condições de iluminação dos postos de trabalho segundo as necessidades visuais da tarefa a realizar, determinando os níveis de iluminação em lux.

Os valores da iluminância são medidos por aparelhos de leitura directa, **luxímetros**, basicamente constituídos por uma célula fotoelétrica.

**• Luminância**

Símbolo : L

Unidade : candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>)

É uma medida do brilho de uma superfície.

Define-se como o quociente entre a intensidade luminosa emitida ou reflectida numa determinada direcção e a área projectada da fonte num plano perpendicular a essa direcção.

**• Coeficiente de Reflexão**

Símbolo : R

Unidade : %

O coeficiente de reflexão é dado pela seguinte equação:

$$R = \frac{L}{E}$$

É a razão entre o fluxo luminoso reflectido por um material e o correspondente fluxo incidente.

**4.3.2. Iluminação Adequada**

Uma iluminação adequada é uma condição imprescindível para a obtenção de um bom ambiente de trabalho.

A qualidade da iluminação artificial no ambiente de trabalho depende :

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

No âmbito deste trabalho, só se analisou a adequação da iluminação à tarefa a realizar. Embora não existam critérios precisos sobre os valores mínimos para dado posto de trabalho, existem várias recomendações que nos são descritas por algumas normas.

## 4.4. Legislação e Normalização

### • Condições da iluminação

A legislação portuguesa relativa às condições de iluminação circunscreve-se aos artigos 18º, 19º, 20º e 21º da secção II, do Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (ver anexo 4.3.).

### • Níveis de iluminação

A norma DIN 5035 descreve detalhadamente os níveis de iluminação, mencionando exemplos de actividades (ver anexo 4.4.), os níveis de iluminação referidos baseiam-se na *performance* visual do homem médio, sem entrar em linha de conta com a relação entre a idade e o rendimento visual.

A norma ISO 8995 define os princípios de ergonomia visual e refere-se à iluminação de sistemas de trabalho em interiores (ver anexo 4.5.).

## 4.5. Trabalho Desenvolvido

Após um estudo teórico sobre a iluminação no ambiente de trabalho, passou-se à avaliação das condições e dos níveis de iluminação nas unidades CETECOFF e CETERM.

### 4.5.1. Relatório de Avaliação das Condições de Iluminação

Para cada caso elaborou-se um relatório que descreve exaustivamente as condições e os níveis de iluminação existentes, o processo de medição e os instrumentos utilizados (ver anexo 4.6.). A análise da adequabilidade da iluminação às tarefas a realizar foi feita através dos valores recomendados pela norma DIN 5035. No caso dos níveis de iluminação serem deficientes fizeram-se algumas recomendações com vista o melhoramento dessa situação.

### 4.5.2. Conclusão

Como se poderá verificar pela análise dos relatórios elaborados, conclui-se que na unidade CETECOFF e, dentro desta, no laboratório de metalografia e na zona de fundição, os níveis de iluminação estão abaixo do desejável.

Nestes casos sugere-se a adopção das medidas enunciadas nos respectivos relatórios para melhoramento da situação actual.

Na unidade CETERM os níveis de iluminação são suficientes. No caso das necessidades visuais se alterarem, deve efectuar-se novo estudo.

## Capítulo 5

# AMBIENTE TÉRMICO

### 5.1. Introdução

Para se trabalhar com bom rendimento são necessárias boas condições de Ambiente Térmico. Se a temperatura no local de trabalho se agrava para um dos extremos - frio ou calor - o corpo humano reage de forma desfavorável ou até perigosa.

Um Ambiente Térmico, com temperaturas elevadas pode provocar fadiga, desidratação e perdas salinas entre outros problemas patológicos. Pelo contrário, o agravamento em sentido inverso - diminuição das temperaturas - conduz ao enregelamento e afecções dérmicas e reumáticas.

Entre estes extremos encontramos outra situação mais frequente - a sensação de incomodidade - que é uma consequência de menores desvios às condições ideais de Ambiente Térmico. Essa sensação de incomodidade, cuja intensidade também depende da pessoa e do trabalho que executa, tem como consequência a diminuição das capacidades do trabalhador, nomeadamente da atenção, destreza, coordenação sensorial e motriz. Tais condições ambientais favorecem a possibilidade de acidente. Foram realizados vários estudos para determinar os valores ideais que caracterizam o conforto térmico, proporcionando ao trabalhador o quadro psíquico e físico adequado ao não acidente.

Tais estudos revelaram que os valores ideais podem oscilar em função da sensibilidade pessoal, da idade, do sexo, do vestuário e do esforço físico desenvolvido.

Todo clima que coloque em causa a manutenção dos 37<sup>o</sup> C, temperatura interior do corpo humano, é fonte de incómodo térmico.

Mas, para além das condições climatéricas próprias de cada região, existem outros factores de incomodidade térmica tais como: as características dos edifícios onde se realiza o trabalho, as máquinas e equipamento para executar o mesmo e as próprias características do produto a fabricar.

## 5.2. Equilíbrio Térmico

Quando exposto a um Ambiente Térmico, o corpo humano tenderá a manter, eventualmente à custa de um tipo de sobrecarga, uma situação de equilíbrio térmico (homeotermia), ou seja, tenderá a manter uma situação em que a produção de calor do organismo iguala o calor trocado com o ambiente.

O fluxo de calor trocado com o ambiente pode processar-se por quatro vias: condução, convecção, radiação e evaporação.

A equação para o equilíbrio térmico é dada por :

$$M = K + R + C + E$$

( onde K, C, R, podem ser positivos ou negativos e E>0)

sendo:

- M: o fluxo de calor trocado com o ambiente;
- K: a condução;
- C: a convecção;
- R: a radiação;
- E: a evaporação.

A situação ideal verifica-se quando M é 0. Nesta situação o corpo humano está termicamente equilibrado com o ambiente, porque a quantidade de calor produzido pelo corpo iguala a perdida por este.

Considera-se em meio industrial K=0, porque não é significativa a troca de calor entre o o corpo humano e o as superfícies sólidas circundantes.

A evaporação é sempre maior do que zero porque constitui uma perda de calor.

## 5.3. Caracterização de Ambientes Térmicos

Na caracterização de Ambiente Térmico existem três situações distintas. Elas são:

- Exposição a ambientes térmicos **QUENTES** - quando se verifica que a quantidade de calor produzido pelo processo industrial e recebido pelo corpo é superior à cedida por este.
- Exposição a ambientes térmicos **NEUTROS** - quando existe um equilíbrio térmico, resultando num balanço nulo entre o calor recebido e cedido pelo corpo.
- Exposição a ambientes térmicos **FRIOS** - situação para a qual o balanço atrás referido é negativo (no sentido de ser superior a energia cedida pelo corpo do que a que ele recebe).

No contexto do trabalho desenvolvido só foram contemplados **Ambientes Térmicos Neutros**.

## 5.4. Ambiente Térmico Neutro

### 5.4.1. Definição

Ambiente no qual a produção de calor metabólico é equilibrada pelos desperdícios de calor sensível (C, K, R), pelas perdas de calor respiratório e pela perspiração insensível, sem que o indivíduo tenha necessidade de reagir ao calor ou ao frio.

### 5.4.2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais, aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O estudo realizado pretendeu dar cumprimento ao artigo 24º da secção II do citado Regulamento Geral (ver anexo 5.1.).

Não existem normas portuguesas relativas a ambientes térmicos, por isso a metodologia do estudo do conforto térmico teve por base a Norma ISO 7933, respeitante ao cálculo do índice de avaliação de conforto térmico PMV-PPD.

### 5.4.3. Caracterização de Ambiente Térmico Neutro

A caracterização de ambiente térmico consiste em averiguar através de alguns índices se estamos numa situação de conforto ou de desconforto térmico.

### 5.4.3.1. Índice PMV-PPD

A caracterização dos ambientes térmicos neutros determina-se através do índice PMV-PPD.

O PMV (predicted mean vote) é um índice que representa o voto médio de um grupo de indivíduos a quem é solicitada uma opinião relativamente à sensação térmica associada à exposição a determinado ambiente, segundo uma escala com os seguintes níveis:

+	3	quente
+	2	tépido
+	1	ligeiramente tépido
	0	neutro
-	1	ligeiramente fresco
-	2	fresco
-	3	frio

O índice PPD (predicted percentage dissatisfied) estabelece uma previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas para determinado ambiente. Dá-nos para um grupo de indivíduos, a percentagem daqueles que se sentem incomodados sob o ponto de vista de sensação térmica, isto é, aqueles para os quais os votos correspondem, dentro da escala definida, a um valor absoluto superior à unidade.

### 5.4.3.2. Parâmetros a Medir

Na análise do conforto térmico quantificam-se alguns parâmetros de forma a poderem calcular-se os índices referidos na norma ISO 7933. São eles:

#### - Temperatura do ar ( $T_a$ )

A temperatura do ar intervém na determinação das trocas de calor por convecção. Exprime-se em graus centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

#### - Temperatura húmida ( $T_h$ )

A temperatura estacionária, que atinge uma pequena massa de água submetida, em condições adiabáticas, a uma corrente de ar. Depende da pressão parcial do vapor e da temperatura seca do ar. Exprime-se em graus centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

**- Velocidade do ar ( $V_a$ )**

A velocidade do ar intervém na determinação das trocas de calor por convecção e evaporação. Exprime-se em metros por segundo (m/s).

**- Temperatura de globo ( $T_g$ )**

O valor da temperatura que se obtém por leitura directa do termómetro de globo. Exprime-se em graus centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

**- Temperatura radiante ( $T_r$ )**

A temperatura de superfície que uma armação preta imaginária, que rodeia um indivíduo, devia ter para trocar com este a mesma quantidade de radiação que o ambiente real e complexo que o circunda o faz.

Intervém nas trocas de calor por radiação. Exprime-se em graus centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ). A temperatura radiante média é função de  $t_{\text{globo}}$ ,  $t_a$  e  $V_a$ .

**- Humidade relativa ( $H_r$ )**

Intervém na determinação das trocas de calor por evaporação. É a relação entre a pressão parcial de vapor de água no ar húmido e a pressão de saturação do vapor de água à mesma temperatura.

**- Metabolismo ( $M$ )**

O nível de actividade é medido em termos de calor produzido ou oxigénio consumido. Exprime-se em  $\text{w}/\text{m}^2$  ou met.

**- Isolamento térmico do vestuário ( $I_{cl}$ )**

O vestuário constitui uma barreira entre a superfície cutânea e o ambiente. Influencia as trocas de calor por convecção e radiação, mas também a perda de calor por evaporação. A unidade prática é o clo.

**- Posição**

A posição (sentado ou de pé) influencia os gastos metabólicos no desempenho de uma actividade.

**5.4.3.3. Instrumentos de Medida**

Para a quantificação dos parâmetros acima mencionados utilizamos os seguintes instrumentos :

**- Psicrómetro rotativo**

Um psicrómetro rotativo é constituído por dois termómetros e um dispositivo que permite assegurar uma velocidade mínima do ar sobre estes (ver anexo 5.2.).

O primeiro termómetro é um termómetro ordinário que indica a temperatura do ar ( $T_a$ ). O segundo é um termómetro húmido, o qual se encontra revestido por um pedaço de gaze humedecida num líquido (água destilada) que ao evaporar-se, permite determinar a temperatura húmida ( $T_h$ ).

O conhecimento destas duas temperaturas permite determinar a humidade relativa e a humidade absoluta, mediante a utilização do diagrama psicrométrico (ver anexo 5.3.).

#### - Termóanemómetro

Através da leitura directa deste aparelho obtemos o valor da velocidade do ar.

#### - Termómetro de globo

Consiste num termómetro ordinário em que uma das extremidades é inserida dentro de uma esfera padrão oca de cobre, com 15 cm de diâmetro, pintada externamente de negro mate a fim de absorver as radiações infravermelhas (ver anexo 5.2.).

A superfície metálica negro mate aquece por acção do calor radiante e conseqüentemente aquece o ar dentro do globo, afectando o termómetro ordinário.

Como resultado da leitura directa obtemos a temperatura de globo, e indirectamente a temperatura radiante média .

Além dos parâmetros medidos com a instrumentação referida, os restantes foram obtidos por consulta de tabelas (ver anexos 5.4. e 5.5.), como o metabolismo ( $M$ ) e o isolamento térmico do vestuário ( $I_v$ ).

### 5.4.4. Trabalho Desenvolvido

O objectivo do presente trabalho foi saber se as três áreas de trabalho em estudo se encontravam numa situação de conforto ou de desconforto térmico.

Na caracterização dos ambientes térmicos em causa mediram-se alguns parâmetros. Estes foram posteriormente combinados sob a forma de um índice no programa informático - «Programme Chaleur» - que permitiu avaliar a adequabilidade associada a cada ambiente térmico.

#### 5.4.4.1. Relatório de Avaliação das Condições de Ambiente Térmico

Realizaram-se três relatórios, nas unidades CETECOFF, CETECOP e CETERM, onde está descrito todo o trabalho efectuado (ver anexo 5.6.).

#### **5.4.4.2. Conclusão**

De acordo com os resultados do estudo efectuado nas três unidades citadas, verifica-se que, na unidade CETECOFF há uma situação de desconforto térmico.

Neste caso é necessário tomar algumas medidas, já enunciadas no respectivo relatório.

As unidades CETERM e CETECOP estão numa situação de conforto térmico, por isso, só no caso de alguma modificação ao nível de equipamento ou processo produtivo se sugere novo estudo.

## Capítulo 6

# CONCLUSÃO

A revolução tecnológica que actualmente tem impacto ao nível de todo o planeta teve como consequência uma quase livre circulação da tecnologia e um aumento exponencial da concorrência entre as empresas. Actualmente, e mesmo em grandes economias como a dos EUA, as empresas não se limitam a jogar no mercado interno, mas à escala mundial.

Num mercado global e tão volátil como o actual, em que a diferença de nível tecnológico entre os concorrentes é por vezes praticamente nula, um melhor aproveitamento dos recursos humanos assume uma primordial importância.

Nesse sentido, uma boa iluminação, um ambiente térmico agradável e um local de trabalho sem ruído não só contribuem para um aumento da produtividade como diminuem os riscos de acidente.

Todos temos consciência de que a prevenção ainda não é um hábito muito arraigado, quer entre os trabalhadores quer entre os empresários. Todos conhecemos empresas em que as medidas são apenas tomadas por imperativo legal e ouvimos queixas de que são mais um encargo financeiro. Também já visitámos empresas em que os materiais de protecção individual facultados pela Direcção não são utilizados pelos trabalhadores.

Esta constatação, mais de que uma crítica deve ser encarada como um desafio: é necessário modificar a mentalidade das pessoas do mundo do trabalho.

Uma das grandes apostas é a informação. Só com a informação se fazem circular os conhecimentos acerca dos perigos associados ao trabalho que cada um executa, e só depois de se conhecerem os perigos se aceita modificar os hábitos errados que, por desconhecimento, se vão mantendo no dia a dia. Além de eliminar as condições inseguras e as técnicas perigosas, também é necessário formar e informar quem trabalha.

Tudo isto nos leva a atribuir um papel importante aos agentes de prevenção na formação dos trabalhadores, já que as novas máquinas e técnicas comportam riscos específicos que são desconhecidos dos trabalhadores que as irão utilizar.

Apesar de vivermos numa sociedade dominada pelo espectro do desemprego, o bem estar de quem trabalha é um objectivo muito importante, pelo que não se devem regatear esforços para o alcançar.

# **Anexos**

## ANEXOS 3

- Anexo 3.1. Pressão sonora e nível de pressão sonora
- Anexo 3.2. Decreto Lei nº 72/92, de 28 de Abril
- Anexo 3.3. Decreto Regulamentar nº 9/92, de 28 de Abril
- Anexo 3.4. Dosímetro 4436 da Brüel & Kjaer Portugal
- Anexo 3.5. Sonómetro 2230 da Brüel & Kjaer Portugal
- Anexo 3.6. Calibrador Acústico 4231 da Brüel & Kjaer Portugal
- Anexo 3.7. Ficha de medição tipo
- Anexo 3.8. Software BZ 7028 da Brüel & Kjaer Portugal
- Anexo 3.9. Relatórios de avaliação do ruído
- Anexo 3.10. Protectores auditivos
- Anexo 3.11. Protector auditivo E.A.R. CABOFLEX 600
- Anexo 3.12. Fichas individuais do trabalhador
- Anexo 3.13. Distribuição de frequências em bandas de oitava e terça de oitava



Anexo 3.2.  
MINISTÉRIO DO EMPREGO E DA SEGURANÇA SOCIAL

Decreto-Lei n.º 72/92, de 28 de Abril

É sabido que níveis elevados de ruído nos locais de trabalho implicam riscos para a saúde e a segurança dos trabalhadores.

A diminuição desses riscos, designadamente o de perda de audição, consegue-se pela limitação das exposições ao ruído, sem prejuízo das disposições aplicáveis à limitação da emissão sonora.

O presente diploma transpõe para o direito interno a Directiva n.º 86/188/CEE, do Conselho, de 12 de Maio de 1986, relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho.

Tal facto leva a que, nesta matéria, se altere e especifique o Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de Junho.

Foram ouvidos os órgãos de governo próprio das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira.

Assim:

Nos termos da alínea a) do n.º 1 do artigo 201.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

Artigo 1.º

Objectivo e âmbito

1 — O presente diploma estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho e aplica-se a todas as empresas, estabelecimentos e serviços, incluindo a Administração Pública.

2 — Exceptuam-se do disposto no número anterior a aplicação à navegação aérea e marítima, no que respeita aos trabalhadores a bordo.

Artigo 2.º

Regulamentação

As normas relativas à protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho serão objecto de decreto regulamentar.

Artigo 3.º

Contra-ordenação

Constitui contra-ordenação, punível, nos termos do Decreto-Lei n.º 491/85, de 26 de Novembro, com coíma:

- a) De 20 000\$ a 50 000\$ por cada trabalhador abrangido, a violação das obrigações regulamentares de limitação das exposições ao ruído ou de limitação da emissão sonora;
- b) De 50 000\$ a 100 000\$, a violação das obriga-

- ções de informação, por parte dos fornecedores de equipamento e por parte dos empregadores;
- c) De 50 000\$ a 200 000\$, o fornecimento aos trabalhadores, pelos empregadores, de equipamentos não dotados das informações necessárias sobre o ruído que emitam;
- d) De 100 000\$ a 500 000\$, a violação da obrigação de proceder à avaliação dos valores de exposição dos trabalhadores ao ruído e dos valores máximos de picos de nível sonoro, ou das obrigações de organização e conservação dos registos que sejam determinados obrigatórios, ou de os facultar às entidades previstas no regulamento de execução.

Artigo 4.º

Entidades competentes

1 — O processamento das contra-ordenações e aplicação das coimas compete, consoante os casos, à Inspecção-Geral do Trabalho, às autoridades de saúde e às demais entidades com competências na matéria.

2 — Metade do produto das coimas reverte para o Fundo de Garantia e Actualização de Pensões, destinando-se a outra metade à entidade que as aplique.

Artigo 5.º

Revogação

São revogados, a partir da data de entrada em vigor do decreto regulamentar referido no artigo 2.º, os artigos 16.º, 17.º e 18.º do Regulamento Geral sobre Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de Junho.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 3 de Janeiro de 1992. — *Aníbal António Cavaco Silva* — *Mário Fernando de Campos Pinto* — *Artur Aurélio Teixeira Rodrigues Consolado* — *Luís Francisco Valente de Oliveira* — *Luís Fernando Mira Amaral* — *Armando Gomes de Carvalho* — *José Albino da Silva Peneda* — *Carlos Alberto Diogo Soares Borrego*.

Promulgado em 9 de Abril de 1992.

Publique-se.

O Presidente da República, MÁRIO SOARES.

Referendado em 11 de Abril de 1992.

O Primeiro-Ministro, *Aníbal António Cavaco Silva*.

# MINISTÉRIO DO EMPREGO E DA SEGURANÇA SOCIAL

## Decreto Regulamentar n.º 9/92, de 28 de Abril

O Decreto-Lei n.º 72/92, de 28 de Abril, que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho, prevê no seu artigo 2.º que as respectivas normas serão objecto de decreto regulamentar.

Cumpra, pois, dar execução àquele preceito legal. Assim:

Ao abrigo do disposto no artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 72/92, de 28 de Abril, e nos termos da alínea c) do artigo 202.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

### Artigo 1.º

#### Conceitos gerais e definições

Para efeitos do presente diploma, entende-se por:

- a) Nível de pressão sonora,  $L_p$ : valor expresso em decibel pela relação:

$$L_p = 10 \log_{10} (p/p_0)^2$$

em que:

$p_0$  = pressão de referência =  $2 \times 10^{-5}$  pascal =  $20 \mu\text{Pa}$ ;

$p$  = valor eficaz da pressão sonora, expresso em pascal, a que está exposto um trabalhador, que pode ou não deslocar-se de um sítio para outro durante o trabalho, mas sem considerar o efeito de qualquer equipamento de protecção individual que eventualmente utilize;

- b) Nível sonoro ponderado  $A$ ,  $L_{p_A}$ : valor do nível de pressão sonora, em dB ( $A$ ), ponderado de acordo com a curva de resposta de filtro normalizado  $A$ , segundo a norma portuguesa em vigor, dado pela expressão:

$$L_{p_A} = 10 \log_{10} (p_A/p_0)^2$$

em que:

$p_A$  = valor eficaz da pressão sonora ponderada  $A$ , expresso em pascal, a que está exposto um trabalhador, que pode ou não deslocar-se de um sítio para outro durante o trabalho, mas sem considerar o efeito de qualquer equipamento de protecção individual que eventualmente utilize;

- c) Nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , ponderado  $A$  de um ruído num intervalo de tempo  $T$ : o nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , ponderado  $A$  de um ruído num dado intervalo de tempo  $T$ , é expresso em dB ( $A$ ) pela relação seguinte:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{[p_A(t)]^2}{[p_0]^2} dt \right\}$$

em que:

$T = t_2 - t_1$  = tempo de exposição de um trabalhador ao ruído no trabalho;

$p_A(t)$  = pressão sonora instantânea ponderada  $A$ , expressa em pascal, a que está exposto, com o ar à pressão atmosférica, um trabalhador que poderá ou não deslocar-se de um sítio para outro durante o trabalho;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa} = 2 \times 10^{-5}$  pascal;

- d) Exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ : a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , é expressa, em dB ( $A$ ), pela relação:

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log_{10} (T_e/T_0)$$

em que:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} [(p_A(t))^2 / (p_0)^2] dt \right\};$$

em que:

$T_e$  = tempo de duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

$T_0 = 8\text{h} = 28\,800$  s.

A exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho não terá em conta o efeito de qualquer equipamento de protecção individual eventualmente utilizado;

- e) Pico de nível de pressão sonora,  $L_{PICO}$ : valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora, expresso em dB pela expressão seguinte:

$$L_{PICO} = 10 \log_{10} (p_{MAX}/p_0)^2$$

em que  $p_{MAX}$  é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, expresso em pascal, e  $p_0$  é a pressão de referência ( $2 \times 10^{-5}$  pascal);

- f) Ruído uniforme: ruído cujo nível sonoro ponderado  $A$  se mantém praticamente constante, considerando-se que se verifica esta condição quando a diferença entre os valores máximo e mínimo de  $L_{p_A}$ , medidos com utilização da característica  $S$  (lenta) de ponderação no tempo definida na norma portuguesa em vigor, for in-

- ferior a 5 dB (A) durante o período de observação;
- g) Ruído impulsivo: ruído constituído por um ou mais impulsos de energia sonora, tendo cada um uma duração inferior a 1 s e separados por mais de 0,2 s, considerando-se que se verifica esta condição quando a diferença entre o pico do nível de pressão sonora,  $L_{PICO}$ , e o nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , ponderado A, medidos num intervalo de tempo representativo de duração superior a 5 min, é igual ou superior a 20 dB;
- h) Nível de acção: o nível de acção da «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho» é igual a 85 dB (A);
- i) Valor limite da exposição pessoal diária: o valor limite da «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho» é igual a 90 dB (A);
- j) Valor limite de pico: o valor máximo do pico de nível de pressão sonora é igual a 140 dB, equivalente a 200 pascal de valor máximo da pressão sonora instantânea não ponderada;
- l) Trabalhador exposto: trabalhador cuja exposição diária ao ruído durante o trabalho é igual ou superior ao nível de acção ou que está sujeito durante o trabalho a picos do nível de pressão sonora iguais ou superiores ao valor limite de pico;
- m) Protectores de ouvido: equipamento de protecção individual que é utilizado para reduzir o efeito agressivo do ruído ambiente no aparelho auditivo, considerando-se normalmente quatro tipos: os de inserção no canal auditivo externo (tampões), os de cobertura de todo o pavilhão auricular (protectores auriculares), os de cobertura de parte substancial da cabeça e de todo o pavilhão auricular (capacetes) e os protectores activos;
- n) Média semanal  $L_{EP,W}$  dos valores diários da exposição de um trabalhador ao ruído durante o trabalho: a média semanal dos valores diários é calculada pela equação:

$$L_{EP,W} = 10 \cdot \log_{10} \left[ \left( \frac{1}{5} \right) \cdot \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EP,d,k})} \right]$$

em que  $(L_{EP,d,k})$  representa os valores de  $L_{EP,d}$  para cada um dos «m» dias de trabalho da semana considerada;

- o) Representante dos trabalhadores: aquele que é eleito ou escolhido pelos trabalhadores para exercer funções específicas no âmbito da segurança e da saúde no trabalho.

## Artigo 2.º

### Medidas gerais de prevenção

1 — As exposições dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho devem ser reduzidas ao nível mais baixo possível, tendo em consideração o progresso técnico, e, em qualquer caso, sempre inferiores aos valores definidos nas alíneas i) e j) do artigo 1.º

2 — Para se atingir o objectivo definido no número anterior devem ser aplicados critérios adequados na concepção e construção de novos locais de trabalho ou

na modificação dos já existentes, assim como na aquisição de equipamentos de trabalho e na selecção de materiais, técnicas e métodos de trabalho.

3 — Para reduzir os riscos ligados à exposição dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho devem ser utilizadas, pela seguinte ordem de prioridades, medidas técnicas de protecção colectiva, de organização do trabalho e de protecção individual, designadamente as indicadas no anexo V.

## Artigo 3.º

### Avaliação das exposições diárias ao ruído

1 — Para identificar os trabalhadores expostos o empregador deve proceder à avaliação da «exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho»,  $L_{EP,d}$ , e dos valores máximos dos picos de nível sonoro,  $MaxL_{PICO}$ .

2 — O processo de avaliação compreenderá as seguintes operações:

- a) Uma primeira avaliação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e do valor máximo do pico de nível de pressão sonora a que cada trabalhador está exposto,  $MaxL_{PICO}$ ;
- b) Avaliações suplementares sempre que seja criado um novo posto de trabalho ou quando um posto de trabalho já existente sofra modificações que provoquem uma variação significativa da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , ou do valor máximo do pico de nível de pressão sonora a que cada trabalhador está exposto,  $MaxL_{PICO}$ , ou sempre que existam motivos fundamentados para poderem considerar-se as avaliações incorrectamente efectuadas;
- c) Avaliações periódicas com periodicidade mínima anual sempre que seja atingido ou excedido o valor limite de pico ou o nível de acção.

3 — As avaliações devem ser feitas com base na medição do ruído efectuada de acordo com o estabelecido nos anexos I e II do presente diploma e não-de permitir a determinação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , assim como a determinação do valor máximo do pico de nível sonoro,  $MaxL_{PICO}$ , a que cada trabalhador está exposto.

4 — Sempre que a exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e o valor máximo de pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , sejam manifestamente inferiores a, respectivamente, 80 dB (A) e 140 dB, a avaliação poderá ser feita sem a medição do ruído, sendo o empregador responsável por qualquer erro de avaliação cometido.

5 — Relativamente aos trabalhadores que efectuem operações especiais, sempre que as características de um posto de trabalho conduzam, de um dia para o outro, a uma variação importante da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , a Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho poderá autorizar a utilização para avaliação da referida exposição a média semanal,  $L_{EP,W}$ , dos valores diários da exposição de cada trabalhador ao ruído

durante o trabalho, mediante requerimento fundamentado do empregador.

6 — A Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho, ouvidas a Caixa Nacional de Seguros de Doenças Profissionais e as organizações representativas dos empregadores e dos trabalhadores interessados, concederá as autorizações previstas no número anterior por períodos limitados e renováveis, sendo periodicamente reapreciadas e revogadas desde que tal seja praticável, devendo, em todos os casos, o empregador tomar medidas que sejam adequadas para reduzir ao mínimo os riscos decorrentes de tais autorizações.

7 — Os representantes dos trabalhadores na empresa, estabelecimento ou serviço para as questões de higiene e segurança do trabalho participam nas avaliações e medições previstas no presente artigo.

8 — O empregador deve proceder à primeira avaliação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e do valor máximo de pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , nos seis meses posteriores à data de entrada em vigor do presente diploma, podendo ser requerida a sua prorrogação à Inspeção-Geral do Trabalho por um período máximo de 90 dias, quando se torne impossível realizar a avaliação naquele prazo.

9 — Ocorrendo o início da actividade da empresa, estabelecimento ou serviço depois da data de entrada em vigor do presente diploma, a avaliação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e do valor máximo de pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , deve efectuar-se nos seis meses seguintes ao início da laboração.

10 — As avaliações e medições do ruído devem ser efectuadas por pessoas devidamente preparadas para a utilização dos métodos e instrumentos de medição, sob a responsabilidade do empregador.

#### Artigo 4.º

##### Ultrapassagem do nível de acção

1 — Quando as avaliações da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , revelarem a existência de qualquer trabalhador sujeito a uma exposição igual ou superior ao nível de acção estabelecido na alínea h) do artigo 1.º, o empregador deve aplicar as medidas previstas nos números seguintes.

2 — O empregador deve assegurar avaliações periódicas da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e do valor máximo dos picos de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , a que cada trabalhador está exposto durante o trabalho, nos termos da alínea c) do n.º 2 do artigo 3.º e do n.º 3 do mesmo artigo.

3 — Para detectar situações de fadiga auditiva, o empregador deve assegurar, nos termos do disposto no artigo 6.º, a vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos, com periodicidade trianual, salvo se o médico responsável estipular periodicidade inferior.

4 — O empregador deve pôr gratuitamente à disposição dos trabalhadores protectores de ouvido com atenuação adequada ao ruído a que estão expostos.

5 — O empregador deve proceder ao registo das avaliações efectuadas em documentos conformes ao modelo indicado no anexo IV.

#### Artigo 5.º

##### Ultrapassagem dos valores limite

1 — Quando as avaliações da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e dos valores máximos dos picos de nível sonoro,  $MaxL_{PICO}$ , revelarem a existência de qualquer trabalhador exposto a níveis superiores ao valor limite de exposição ou ao valor limite de pico, definidos, respectivamente, nas alíneas i) e j) do artigo 1.º, devem ser identificadas as causas desses excessos e deve ser posto em prática um programa de medidas técnicas, destinado a diminuir a produção ou propagação do ruído, ou um programa de medidas de organização do trabalho, destinado a diminuir a exposição dos trabalhadores ao ruído, tendo em conta o disposto no anexo V.

2 — Enquanto se mantiver a situação prevista no número anterior, o empregador deve assegurar:

- As avaliações periódicas da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , e do valor máximo dos picos de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , a que cada trabalhador está exposto durante o trabalho, nos termos da alínea c) do n.º 2 do artigo 3.º e do n.º 3 do mesmo artigo;
- A vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos com periodicidade anual, salvo se o médico responsável estipular periodicidade inferior.

3 — Sempre que o risco o justifique e seja tecnicamente possível, os postos de trabalho devem ser delimitados e devidamente sinalizados.

4 — O acesso aos postos de trabalho referidos no número anterior deve ser limitado aos trabalhadores cujo trabalho ou função implique necessariamente a sua presença.

5 — É obrigatória a utilização de protectores de ouvido, adequados, pelos trabalhadores expostos a níveis superiores aos valores limite definidos nas alíneas i) e j) do artigo 1.º, devendo esta obrigatoriedade ser devidamente sinalizada.

#### Artigo 6.º

##### Vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos

1 — A vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos tem por objectivo o diagnóstico de qualquer perda de audição do trabalhador devida ao ruído e a preservação da função auditiva e consiste em:

- Um exame inicial, a efectuar antes da exposição ao ruído;
- Exames periódicos, a realizar com as periodicidades definidas no n.º 3 do artigo 4.º e no n.º 4 do artigo 5.º, conforme os casos.

2 — Cada exame deve consistir, pelo menos, numa otoscopia, combinada com um controlo audiométrico que inclua uma audiometria liminar tonal em condução aérea, com elaboração dos correspondentes audiogramas tonais.

3 — O exame inicial deve incluir uma anamnese, devendo repetir-se a otoscopia inicial e o controlo audio-

métrico no prazo de 12 meses, excepto se o médico responsável definir período inferior.

4 — O controlo audiométrico, que deve ser efectuado por pessoal qualificado sob a responsabilidade de um médico, bem como a manutenção dos audiómetros, faz-se em conformidade com a norma portuguesa ou, na falta desta, nos termos a definir por portaria do ministro competente.

5 — O médico responsável pela vigilância médica dos trabalhadores expostos, em função dos exames médicos e audiométricos que concluam por uma perda de audição ou uma susceptibilidade individual de um trabalhador exposto, deverá propor uma solução adequada tal como uma mudança preventiva do posto de trabalho ou a utilização de protectores de ouvido.

6 — Os resultados dos exames médicos e audiométricos da função auditiva dos trabalhadores expostos devem ser enviados ao médico da empresa, estabelecimento ou serviço responsável pela vigilância médica, com a identificação do trabalhador e da empresa, estabelecimento ou serviço onde o trabalhador exerce a sua actividade.

7 — Os trabalhadores têm acesso aos resultados dos exames médicos e audiométricos que lhes digam pessoalmente respeito.

8 — Os exames médicos e audiométricos previstos no presente artigo serão efectuados dentro do horário de trabalho, sem perda de retribuição e sem quaisquer encargos para os trabalhadores.

9 — O empregador deve manter informado o médico responsável pela vigilância médica e audiométrica sobre os resultados das avaliações referidas no artigo 3.º

10 — O empregador deve informar imediatamente o médico responsável pela vigilância médica e audiométrica sobre qualquer incidente ou acidente técnico, bem como sobre qualquer operação não habitual que possa ter originado a exposição de qualquer trabalhador a um pico de nível de pressão sonora de valor superior ao valor limite de pico.

### Artigo 7.º

#### Protectores de ouvido

1 — Os protectores de ouvido devem:

- a) Estar em conformidade com as normas europeias harmonizadas ou nacionais existentes e devidamente certificados;
- b) Estar adaptados a cada trabalhador que os utilize e às características das suas condições de trabalho;
- c) Proporcionar a atenuação adequada da exposição ao ruído tal como definida no anexo III.

2 — A selecção dos modelos de protectores de ouvido, assim como a sua utilização devem obedecer às indicações e orientações contidas no anexo III.

3 — Na selecção dos modelos de protectores de ouvido devem ser consultados os trabalhadores ou os seus representantes na empresa, estabelecimento ou serviço.

4 — É obrigatória a utilização de protectores de ouvido nas seguintes situações:

- a) Enquanto as medidas correctivas previstas no n.º 1 do artigo 5.º não reduzirem as exposições a níveis inferiores aos valores limite estabelecidos;

b) Quando se trate de situações excepcionais ou de emergência, susceptíveis de expor os trabalhadores a níveis superiores aos valores limite estabelecidos.

5 — Nas situações excepcionais em que não seja possível reduzir, por meio de medidas de carácter técnico ou de organização do trabalho, a exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  para valores inferiores a 90 dB (A) e garantir que os protectores de ouvido assegurem uma atenuação adequada, tal como é definida no n.º 1 do anexo III, a Direcção-Geral da Higiene e Segurança do Trabalho poderá autorizar a dispensa deste requisito, mediante requerimento fundamentado do empregador.

6 — Relativamente aos trabalhadores que efectuem operações especiais e para os quais a utilização de protectores de ouvido possa conduzir a um agravamento do risco global para a sua saúde ou segurança e não seja possível diminuir esse risco por outros meios, a Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho poderá autorizar a dispensa de tal utilização, mediante requerimento fundamentado do empregador.

7 — A Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho, ouvidas a Caixa Nacional de Seguros de Doenças Profissionais e as organizações representativas dos empregadores e dos trabalhadores interessados, concederá as autorizações previstas nos números anteriores, por períodos limitados e renováveis, sendo periodicamente reapreciadas e revogadas desde que tal seja praticável, devendo, em todos os casos, o empregador tomar medidas, tais como a redução do tempo de exposição ao ruído, que sejam adequadas para reduzir ao mínimo os riscos decorrentes de tais autorizações.

8 — Se a utilização dos protectores de ouvido implicar risco de acidente, o risco deverá ser reduzido ao mínimo por meio de medidas apropriadas tomadas pelo empregador.

9 — O empregador deve elaborar normas de procedimentos que, para cada modelo de protector de ouvido utilizado, indiquem, pelo menos, a frequência das operações de revisão, conservação, limpeza e substituição.

### Artigo 8.º

#### Ruído emitido por equipamentos de trabalho

1 — Os fornecedores de equipamentos de trabalho devem pôr à disposição dos empregadores informação suficiente sobre o ruído emitido pelos mesmos, a qual deve incluir, pelo menos:

- a) O nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , que o equipamento de trabalho produz nos postos de trabalho susceptíveis de serem ocupados pelo operador, se for superior a 70 dB (A);
- b) O nível de potência sonora ponderada  $A$  emitida pelo equipamento, quando seja igual ou superior a 80 dB (A) e o nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq,T}$ , num dos postos de trabalho susceptíveis de serem ocupados pelo operador exceda 85 dB (A);
- c) Sempre que se trate de um equipamento com comprimento superior a 7 m ou altura superior

a 5 m, a indicação do nível de potência sonora poderá ser substituída pela indicação dos níveis sonoros contínuos equivalentes em zonas devidamente especificadas em torno do equipamento;

d) O valor máximo da pressão sonora instantânea ponderada *C* nos postos de trabalho susceptíveis de serem ocupados pelo operador, sempre que exceda 63 pascal (130 dB em relação a 20  $\mu$ Pa).

2 — As grandezas acústicas referidas no número anterior são entendidas como grandezas de emissão sonora em sentido estrito e não como grandezas de exposição sonora, nos termos seguintes:

- a) Na falta de normas harmonizadas, tais grandezas são medidas utilizando o código de medição mais adaptado ao equipamento, de acordo com normas nacionais existentes;
- b) Os fornecedores dos equipamentos de trabalho indicarão as condições de funcionamento durante a medição e os métodos que foram utilizados para as medições.

3 — Os empregadores só podem pôr à disposição dos trabalhadores, para utilização, os equipamentos de trabalho munidos da informação referida no n.º 1.

4 — Os locais de trabalho onde devem ser instalados equipamentos de trabalho susceptíveis de expor trabalhadores a uma exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  superior a 85 dB (*A*) devem ser projectados, construídos ou adaptados, tendo em conta o progresso técnico, de forma a reduzir a reverberação nestes locais, sempre que esta possa ocasionar um aumento significativo do nível de exposição dos trabalhadores, e a limitar a propagação do ruído para os outros locais ocupados por trabalhadores.

### Artigo 9.º

#### Informação e formação dos trabalhadores

1 — O empregador deve facultar aos trabalhadores expostos, assim como aos seus representantes na empresa, estabelecimento ou serviço, informação e, quando necessário, formação adequada sobre:

- a) Os riscos potenciais para a segurança e a saúde, nomeadamente os de trauma auditivo, derivados da exposição ao ruído durante o trabalho;
- b) O valor do nível de acção e os valores limite regulamentares definidos no artigo 1.º;
- c) A necessidade de serem feitas avaliações da exposição ao ruído e a obrigatoriedade de ser efectuada a vigilância médica e audiométrica dos trabalhadores expostos;
- d) A utilidade, a necessidade, a selecção e a utilização de protectores de ouvido, quer nos casos de utilização facultativa, quer nos casos de utilização obrigatória.

2 — O empregador deve ainda informar os trabalhadores e os seus representantes na empresa ou no estabelecimento ou no serviço dos resultados das avaliações da exposição pessoal diária de cada trabalhador

ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  e dos valores máximos dos picos de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , a que cada trabalhador está exposto durante o trabalho, assim como do seu significado.

3 — Sempre que os resultados ultrapassem os valores limite, o empregador deve informar deste facto, o mais rapidamente possível, os trabalhadores e os seus representantes na empresa ou estabelecimento ou serviço, bem como das suas causas e das medidas a adoptar ou já adoptadas por motivo de urgência.

### Artigo 10.º

#### Registo e arquivo de documentos

1 — O empregador deve organizar registos de dados e manter arquivos actualizados sobre:

- a) A avaliação e o controlo dos valores da exposição pessoal diária de cada trabalhador exposto ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  e do valor máximo do pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , a que cada trabalhador está exposto;
- b) A vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos.

2 — O registo e o arquivo de dados a que se refere a alínea a) do número anterior devem conter:

- a) A identificação da empresa, estabelecimento ou serviço, incluindo o número de código CAE, endereço e número de telefone;
- b) A identificação de cada trabalhador exposto, com indicação dos postos de trabalho ocupados, natureza e duração das actividades, endereço e número de beneficiário do respectivo sistema de segurança social;
- c) As datas das avaliações e valores da exposição pessoal diária de cada trabalhador exposto ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  e do valor máximo de pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , a que o mesmo trabalhador esteja exposto durante o trabalho;
- d) A indicação dos métodos e aparelhagem de medição utilizados nas avaliações, bem como a data de calibração da aparelhagem;
- e) Os modelos e características de atenuação dos protectores de ouvido utilizados;
- f) As autorizações concedidas pela Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho, nos termos dos artigos 3.º e 7.º

3 — O registo e o arquivo de dados a que se refere a alínea b) do n.º 1 devem conter:

- a) A identificação da empresa, estabelecimento ou serviço, incluindo o número de código CAE, endereço e número de telefone;
- b) A identificação de cada trabalhador exposto, com a indicação dos postos de trabalho ocupados, natureza e duração das actividades, endereço e número de beneficiário do respectivo sistema de segurança social;
- c) A identificação do médico responsável pela vigilância médica referida no artigo 6.º;
- d) A documentação, datada e assinada pelo médico responsável, identificando a empresa ou o estabelecimento ou o serviço e o trabalhador a

- que respeita, incluindo audiogramas tonais por condução aérea e demais resultados de exames médicos em conformidade com o artigo 6.º;
- e) Indicação dos métodos e aparelhagem de medição utilizados nos controlos audiométricos.

### Artigo 11.º

#### Conservação dos arquivos

1 — Os arquivos referidos no artigo anterior devem ser conservados pelo menos durante 30 anos após ter terminado a exposição ao ruído durante o trabalho dos trabalhadores a que dizem respeito.

2 — No caso de encerramento do estabelecimento ou do serviço, ou de mudança de actividade, os arquivos devem ser transferidos para os serviços centrais da empresa ou organismo de que dependem o estabelecimento ou o serviço.

3 — No caso de a empresa ou o organismo de que depende o estabelecimento ou o serviço cessarem a sua actividade, os arquivos dos documentos referidos no artigo 10.º devem ser transferidos para os serviços centrais da Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho, que facultará à Caixa Nacional de Seguros de Doenças Profissionais os elementos que esta considere pertinentes para apreciação de qualquer caso.

4 — Em caso de cessação do contrato de trabalho, a empresa, estabelecimento ou serviço deve entregar ao trabalhador uma cópia do seu *dossier* médico e uma cópia do seu *dossier* de exposições ao ruído, conservando os originais.

5 — As transferências dos *dossiers* previstas nos números anteriores devem ser efectuadas em condições que garantam a confidencialidade dos dados neles contidos.

### Artigo 12.º

#### Consulta dos arquivos

1 — As empresas, os estabelecimentos e os serviços devem facultar à Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho, à Inspecção-Geral do Trabalho, à Caixa Nacional de Seguros de Doenças Profissionais e às autoridades de saúde o acesso aos arquivos de documentação a que se refere o artigo 10.º

2 — As empresas, os estabelecimentos e os serviços devem facultar às demais entidades com superintendência técnica no sector o acesso aos registos e arquivos referidos no n.º 2 do artigo 10.º

3 — Aos trabalhadores expostos é garantido o direito de acesso às informações contidas nos registos de avaliação e controlo das exposições pessoais diárias ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  e do valor máximo do pico do nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , bem como da vigilância médica e audiométrica da função auditiva que lhes digam directamente respeito.

4 — Aos trabalhadores e aos seus representantes na empresa, estabelecimento ou serviço é igualmente garantido o direito de acesso às informações de interesse colectivo não individualizadas contidas nos arquivos.

### Artigo 13.º

#### Certificação, calibração e verificação de aparelhos de medição

1 — Os aparelhos técnicos destinados a realizar de-

terminações acústicas no âmbito da aplicação do presente diploma devem ser certificados e calibrados e satisfazer o disposto no Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de Setembro, e na Portaria n.º 962/90, de 9 de Outubro.

2 — Os sonómetros não integradores, os sonómetros integradores e os dosímetros de ruído devem ser objecto de controlo metrológico, de acordo com a Portaria n.º 1069/89, de 13 de Dezembro, e com o Regulamento do Controlo Metrológico dos Sonómetros, que dela faz parte integrante, com periodicidade mínima anual.

3 — Os audiómetros devem ser objecto de controlo metrológico em conformidade com a norma portuguesa ou, na falta desta, nos termos a definir por portaria do ministro competente.

### Artigo 14.º

#### Fiscalização

A fiscalização do cumprimento das disposições do presente diploma compete, consoante os casos, à Inspecção-Geral do Trabalho, às autoridades de saúde e às demais entidades com competência na matéria.

Presidência do Conselho de Ministros, 3 de Janeiro de 1992.

*Aníbal António Cavaco Silva — Mário Fernando de Campos Pinto — Artur Aurélio Teixeira Rodrigues Consolado — Luís Francisco Valente de Oliveira — Luís Fernando Mira Amaral — Arlindo Gomes de Carvalho — José Albino da Silva Peneda — Carlos Alberto Diogo Soares Borrego.*

Promulgado em 9 de Abril de 1992.

Publique-se.

O Presidente da República, MÁRIO SOARES.

Referendado em 11 de Abril de 1992.

O Primeiro-Ministro, *Aníbal António Cavaco Silva.*

## ANEXO I

### Medição do ruído

1 — Para a medição da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , com o fim de a comparar com os valores fixados no presente diploma, assim como para determinar se o valor máximo do pico de nível de pressão sonora,  $MaxL_{PICO}$ , é igual ou superior a 140 dB, ou para a selecção dos protectores de ouvido, deverão ser utilizados os instrumentos de medição indicados no anexo II, ou outros que possibilitem resultados equivalentes.

2 — Os instrumentos de medição devem ser calibrados mediante um calibrador acústico ou sistema equivalente, antes e depois de cada medição ou série de medições.

3 — Proximidade do trabalhador em causa:

- As medições devem realizar-se, sempre que possível, num campo sonoro não sujeito a perturbações no posto de trabalho (ou seja, na ausência do trabalhador em causa) colocando o microfone na posição em que se situaria a sua orelha mais exposta;
- Se a presença do trabalhador em causa é necessária, deve colocar-se o microfone em frente da orelha mais exposta e a cerca de 10 cm de distância;
- Se o microfone tiver de ser colocado muito mais perto do

corpo, devem fazer-se os ajustamentos necessários para que o resultado da medição seja equivalente ao que se obteria num campo sonoro não perturbado.

4 — O número, a duração e o momento de realização das medições devem ser escolhidos tendo em atenção que o objectivo essencial das medições é o de permitir a decisão sobre o tipo de acção preventiva a empreender. Por essa razão, quando o nível de acção, os valores limite da exposição pessoal diária e de pico ou os níveis por banda de frequência na análise espectral necessária para a escolha de protectores de ouvido se situem dentro da margem de erro das medições, poderá optar-se:

- a) Por aumentar (segundo a aparelhagem utilizada) o número das medições (tratando estatisticamente os resultados) ou a sua duração (até ao extremo de o tempo de medição coincidir com o de exposição) até conseguir um grau máximo de precisão e a necessária redução da margem de erro;
- b) Pela admissão por parte do empregador de que tais níveis ou limites foram ultrapassados e, para efeitos de prevenção, actuar em conformidade.

5 — Na ausência de normas harmonizadas ou portuguesas, poderá ser tida em atenção a norma francesa NF S 31-084, de Agosto de 1987 (método de medição de níveis sonoros no ambiente de trabalho tendo em vista a avaliação do nível de exposição sonora quotidiana dos trabalhadores).

ANEXO II

**Instrumentos de medição do ruído e condições em que poderão ser utilizados**

1 — Sonómetros não integradores. — a) Os sonómetros não integradores devem ser conformes à norma NP 3496 (equivalente à publicação CEI 651, de 1979), classe 2, dispondo pelo menos das características temporais *S* (resposta lenta) e *I* (impulso) e da ponderação em frequência *A*, sendo preferível os da «classe 1», para maior precisão das medições.

b) Os sonómetros não integradores devem preferentemente poder ser equipados com um banco de filtros de banda de oitava ou de terço de oitava de frequências centrais conforme as normas CEI 225 (de 1966) e ISO 266-1975, de modo a poder fazer a análise em frequência de ruídos uniformes.

c) As frequências centrais normalizadas dos filtros de banda de oitava, em hertz, serão, no mínimo, as seguintes:

63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000.

d) Podem utilizar-se sonómetros não integradores quando se trate de medição do nível sonoro (*L<sub>PA</sub>*) ponderado *A* de um ruído uniforme, sendo a média aritmética dos valores extremos desse ruído, conforme definidos na alínea *f*) do artigo 1.º, considerada igual ao nível sonoro contínuo equivalente, *L<sub>Aeq,Tk</sub>* ponderado *A* do referido ruído, num intervalo de tempo *T<sub>k</sub>* correspondente ao ruído uniforme *k* a que o trabalhador está exposto durante *T<sub>k</sub>* horas por dia.

e) As medições feitas com sonómetros não integradores durante períodos curtos satisfazem plenamente nos casos em que o trabalhador executa, num posto fixo, tarefas repetitivas das quais resultem em geral ao longo do dia idênticos níveis sonoros *L<sub>PA</sub>*. Em contrapartida, quando a pressão sonora apresenta flutuações de nível sonoro *L<sub>PA</sub>* de grande amplitude ou durações irregulares a determinação da sua exposição pessoal ao ruído durante o trabalho torna-se muito complexa, pelo que deve evitar-se a utilização de sonómetros não integradores nestes casos.

f) Em caso de dúvida de ultrapassagem dos valores limite as medições devem ser confirmadas com a utilização de sonómetros integradores.

g) A «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho», *L<sub>EP,d</sub>*, é definida pelas expressões dadas na alínea *d*) do artigo 1.º, mas pode ser estimada pelas expressões dadas no n.º 3 do presente anexo.

2 — Sonómetros integradores. — a) Podem utilizar-se sonómetros integradores para a medição do nível sonoro contínuo equivalente, *L<sub>Aeq,T</sub>*, ponderado *A* de qualquer tipo de ruído, incluindo os ruídos de tipo impulsivo, sempre que sejam conformes, no mínimo, às prescrições da publicação CEI 804 de 1985, classe 2, sendo preferíveis os da classe 1 para as medições de maior precisão.

b) Os sonómetros integradores devem poder medir directamente o valor máximo do pico de nível de pressão sonora, *MaxL<sub>PICO</sub>*.

c) Os sonómetros integradores devem preferencialmente poder ser

equipados com um banco de filtros de banda de oitava ou de um terço de oitava de frequências centrais conforme as normas CEI 225 (de 1966) e ISO 266-1975, de modo a poder fazer a análise em frequência de qualquer tipo de ruído, devendo as frequências centrais normalizadas dos filtros de banda de oitava em hertz ser, no mínimo, as seguintes:

63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16 000.

d) As frequências centrais normalizadas dos filtros de um terço de oitava em hertz serão, no mínimo, as seguintes:

63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10 000; 12 500; 16 000.

e) A exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, *L<sub>EP,d</sub>*, é calculada pelas expressões dadas na alínea *d*) do artigo 1.º, mas pode ser estimada pelas expressões dadas nos n.ºs 3 e 5 do presente anexo.

3 — Estimativa da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho. — Se, durante um dia de trabalho, um trabalhador está exposto a *n* diferentes tipos de ruído, e se, para efeito de avaliação, cada um desses ruídos foi analisado separadamente, a exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho, *L<sub>EP,d</sub>* pode estimar-se pelas equações:

$$L_{EP,d} = 10 \cdot \log_{10} [(1/8) \sum_{k=1}^n T_k \cdot 10^{(0,1 \cdot L_{Aeq,Tk})}] = 10 \cdot \log_{10} \sum_{k=1}^n 10^{0,1 \cdot (L_{EP,d})_k}$$

em que *L<sub>Aeq,Tk</sub>* é o nível sonoro contínuo equivalente ponderado *A* de um ruído, num intervalo de tempo *T<sub>k</sub>* correspondente ao tipo de ruído *k* a que o trabalhador está exposto durante *T<sub>k</sub>* horas por dia e (*L<sub>EP,d</sub>*)*k* é a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho que seria medida se só existisse o referido tipo de ruído.

4 — Estimativa da média semanal dos valores da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, *L<sub>EP,w</sub>*. — A estimativa da média semanal dos valores diários deve-se fazer em duas fases:

a) Calcular, para cada um dos *m* dias de trabalho na semana considerada, os valores estimados de *L<sub>EP,d</sub>* como indicado no número anterior;

b) A média semanal dos valores diários *L<sub>EP,w</sub>* é seguidamente calculada pela expressão:

$$L_{EP,w} = 10 \cdot \log_{10} [(1/5) \sum_{k=1}^m 10^{(0,1 \cdot L_{EP,d})_k}]$$

em que (*L<sub>EP,d</sub>*)*k* representa os valores de *L<sub>EP,d</sub>* para cada um dos *m* dias de trabalho na semana considerada.

5 — Dosímetros de ruído. — Podem utilizar-se dosímetros de ruído para a medição da exposição pessoal diária de cada trabalhador a qualquer tipo de ruído durante o trabalho sempre que sejam satisfeitas as seguintes condições:

a) O dosímetro de ruído está calibrado segundo o critério ISO, isto é, de forma que, ao duplicar a energia sonora recebida, *L<sub>EP,d</sub>* aumenta 3 dB (*A*).

b) As características do dosímetro de ruído relativas a directividade, ponderação *A*, em frequência e amplificação devem cumprir no mínimo as prescrições da norma NP 3496 (n.ºs 6, 7.1 e 7.2), devendo a margem de linearidade do dosímetro de ruído e a sua capacidade de integração de todos os tipos de ruído, incluindo os ruídos de tipo impulsivo, ser no mínimo equivalentes às fixadas na publicação CEI 804 de 1985 para sonómetros integradores da «classe 2».

c) Sendo *D*[%] o valor, diferente de zero, indicado no dosímetro em percentagem da dose máxima admissível [100% para *L<sub>Aeq,T</sub>* igual a 90 dB (*A*) durante 8 h] a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, *L<sub>EP,d</sub>*, é calculada em dB (*A*), pela seguinte expressão:

$$L_{EP,d} = 70 + 10 \log_{10} [D[\%] \cdot 8/T_e]$$

em que *T<sub>e</sub>* é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, expressa em hora. Se for *D*[%] igual a zero com o dosímetro de ruído em funcionamento considerar *L<sub>EP,d</sub>* menor que 80 dB (*A*);

d) Se, durante um dia de trabalho, um trabalhador está exposto a *n* diferentes tipos de ruído e se, para efeito de avaliação, cada um desses ruídos foi analisado separadamente, a exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , é estimada em dB (A) por um dos seguintes métodos que conduzem a resultados idênticos:

1.º método

A exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , é estimada directamente em dB (A) pela aplicação da expressão seguinte:

$$L_{EP,d} = 70 + 10 \cdot \log_{10} \sum_{k=1}^n (8 \cdot D_k[\%] / T_k)$$

em que  $D_k[\%]$  é a dose parcial, em percentagem da dose máxima admissível lida no dosímetro de ruído em funcionamento durante  $T_k$  horas e  $T_e = \Sigma T_k$  é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, expressa em horas.

2.º método

A exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , é estimada em dB (A) em duas fases:

1.ª fase

O nível sonoro contínuo equivalente ponderado *A* de cada ruído *k* é referido a 8 h, como se segue:

$$L_{Aeq,Tk} = 70 + 10 \cdot \log_{10}(8 \cdot D_k[\%] / T_k)$$

em que  $D_k[\%]$  é a dose parcial desse ruído, diferente de zero, lida no dosímetro durante  $T_k$  horas, sendo  $L_{Aeq,Tk}$  inferior a 80 dB (A) quando a dose parcial  $D_k[\%]$  lida no dosímetro de ruído em funcionamento é igual a zero.

2.ª fase

A exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$ , é expressa em dB (A) pela equação:

$$L_{EP,d} = 10 \cdot \log_{10} [\sum_{k=1}^n 10^{(0,1 \cdot L_{Aeq,Tk})}]$$

mais representativo, adicionando-lhe algebricamente os valores da ponderação *A* correspondente:

	Frequências centrais de bandas de oitava em hertz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ponderação <i>A</i> ... $\Delta A_n =$	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1

Se o sonómetro ou o sonómetro integrador medir directamente  $L_{Aeq,f,Tk}$  para cada banda de oitava, não são necessárias as correcções referidas na tabela anterior;

c) Subtrair ao nível corrigido  $L_{Aeq,f,Tk}$  em cada banda de oitava, o valor médio  $M_f$  da atenuação dos protectores de ouvido para a banda de oitava correspondente indicado pelo fabricante; somar a esta diferença em cada banda de frequência o valor do desvio padrão,  $s_f$ , da atenuação correspondente, indicado pelo fabricante, e também uma margem de segurança de 2 dB, obtendo-se assim os níveis globais em dB (A) por banda de oitava,  $L_{63}, L_{125}, \dots, L_n, \dots, L_{8000}$ :

$$L_n = L_{Aeq,f,Tk} + \Delta A_n + s_f + 2 - M_f$$

d) Com os níveis globais, obtidos como indicado na alínea c), estimar o nível sonoro contínuo equivalente,  $L^*_{Aeq,Tk}$  de cada ruído que ocorra durante o tempo  $T_k$ , estando o trabalhador equipado com protectores de ouvido, pela relação:

$$L^*_{Aeq,Tk} = 10 \cdot \log_{10} \Sigma^n 10^{0,1 L_n}$$

em que  $T_k$  é o tempo, em horas, de exposição ao ruído *k*, cujo espectro foi definido como se indica na alínea a);

e) Aplicando ao conjunto destes valores, calculados como refere a alínea anterior, a expressão dada no n.º 3 do anexo II, para estimar a exposição diária, obtém-se a exposição diária efectiva,  $L_{EP,d,efect}$ , em dB (A), de cada trabalhador que use protectores de ouvido:

$$L_{EP,d,efect} = 10 \cdot \log_{10} [(1/8) \sum_{k=1}^n (T_k \cdot 10^{(0,1 \cdot L^*_{Aeq,Tk})})]$$

Este valor deve preferentemente estar compreendido entre 80 dB (A) e 85 dB (A) e ser sempre inferior a 90 dB (A), salvo nos casos excepcionais referidos nos n.ºs 5 e 6 do artigo 7.º

2 — O segundo método, mais expedito, consiste na utilização da atenuação estimada ENR dos protectores de ouvido definido no documento ISO/DIS 8353.

3 — Quando se pretenda aplicar um método de medição da atenuação do ruído para controlo dos valores indicados pelo fabricante para a selecção e utilização de protectores de ouvido, podem ser utilizados os métodos referidos nas normas da série ISO 4869.

4 — Os métodos referidos nos números anteriores deverão ser substituídos pelos previstos em normas europeias harmonizadas, quando existam.

5 — Do ponto de vista da segurança, a atenuação é o principal mas não o único factor a considerar na escolha de protectores de ouvido, pelo que são dadas seguidamente também indicações não exaustivas para a avaliação de protectores de ouvido, com base no documento n.º 89/C 328/02, da Comissão das Comunidades Europeias.

ANEXO III

Indicações e orientações para a selecção e utilização de protectores de ouvido

1 — Considera-se que um protector de ouvido proporciona a atenuação adequada quando um trabalhador correctamente equipado com tal protector tem uma exposição pessoal diária efectiva do seu ouvido ao ruído equivalente à de um outro trabalhador que, não equipado com protectores de ouvido, estivesse exposto a valores preferentemente inferiores ao nível de acção definido no artigo 1.º, quando seja razoável e tecnicamente possível, ou pelo menos inferiores ao valor limite de exposição e ao valor limite de pico, também definidos no artigo 1.º

2 — Primeiro método para a selecção de protectores de ouvido, em função da atenuação por bandas de oitava indicada pelo fabricante:

- a) Medir o nível de pressão sonora contínuo equivalente em cada banda de oitava ( $L_{eq,f,Tk}$ ), em dB por oitava, do ruído a que cada trabalhador está exposto em cada um dos postos de trabalho que ocupa, definindo assim o espectro correspondente ao ruído *k* a que o trabalhador está exposto durante  $T_k$  horas por dia;
- b) Aplicar a ponderação *A* a cada nível  $L_{eq,f,Tk}$  do espectro

PROTECTORES DE OUVIDO

RISCOS	Origens e tipos de riscos	Factores a considerar do ponto de vista da segurança para a escolha e a utilização dos protectores
--------	---------------------------	--

RISCOS A COBRIR

Ações de ruído	- Ruído contínuo - Ruído impulsive	- Atenuação acústica suficiente para cada situação sonora
Ações térmicas	- Projecções de gotas de metal por exemplo, durante operações de soldadura	- Resistência a produtos em fusão ou incandescentes

RISCOS LIGADOS AOS PROTECTORES DE OUVIDO

Desconforto e ino- modo durante o tra- balho	- Falta de conforto para o uten- te ; - massa demasiado elevada ; - pressão demasiada ; - aumento da transpiração ; - certidão insuflante	- Conceção ergonómica : - massa ; - estirpo e pressão de aplicação ; - adaptabilidade indivi- dual ;
Limitação da capaci- dade de comunicação acústica	- Deterioração da inteligibili- dade da palavra, de reconhe- cimento dos sinais dos ruídos informativos ligados ao tra- balho e da localização dire- cional ;	- Variação da atenuação com a frequência, barba das qualidades acústicas ; - Possibilidade de substi- tuições de protectores auriculares por tampões ; - Escolha após experiên- cia auditiva ; - Utilização de um protec- tor electro-acústico (activo) apropriado .
Acidentes e perigos para a saúde	- Compatibilidade deficiente ; - Falta de higiene ; - Materiais inadequados ;  - Arestas vivas ; - Pressão dos cabelos, do ouvido coberto ; - Contacto com corpos incan- descentes ; - Contacto com as chamas ;	- Qualidades dos materiais ; - Facilidade de manutenção ; - Possibilidade de substitui- ção dos protectores de ouvidos, aplicação de tampões não reutilizáveis ;  - Arestas e ângulos arre- dondados ; - Eliminação dos elemen- tos de pressão ;  - Resistência à combust- ção e à fusão ; - Inflamabilidade, re- sistência às chamas ;
Alteração da função de protecção devida ao envelhecimento	- Intempéries, condições am- bientais, limpeza, utilização ;	- Resistência do protec- tor às agressões indus- triais ;  - Permanência da função de protecção durante to- do o período de utilização ;

RISCOS LIGADOS À UTILIZAÇÃO DE PROTECTORES DE OUVIDO

Insuficiente eficácia da protecção	- Escolha incorrecta dos protec- tores de ouvidos ;	- Escolha dos protectores de ouvido, em função da natureza e da importância dos riscos e das imposições industriais ;  - Respeito das indicações do fabricante (manual de utilização) ; - Respeito da marcação dos protectores (por exem- plo : classes de protecção, marca correspondente a uma utilização específica) ;  - Escolha dos protectores em função de factores individuais ligados ao utente .
---------------------------------------	--	---

RISCOS LIGADOS À UTILIZAÇÃO DE PROTECTORES DE OUVIDO

Insuficiente eficácia da protecção	- Utilização incorrecta dos protectores de ouvido	- Utilização correcta dos protectores de ouvido, com pleno conhecimento do risco ;  - Respeito das indicações do fabricante ;
	- Empacamento, desgaste ou deterioração dos protectores de ouvido	- Conservação em bom estado ;  - Controlos regulares ;  - Substituição em tempo oportuno ;  - Respeito das indicações do fabricante ;

Quadro de selecção de protectores de ouvido em função de atenuação indicada pelo fabricante (INTEGRA O ANEXO III)

Carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço : NR da Página   
NR do Processo

Ruído "X" : Tempo de exposição de tra-  
balhador a este ruído  
 $T_k =$  hgra / dia

	63	125	250	500	1000	2000	4	8
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	kHz	kHz

$L_{eq,f,T_k}$  [Espectro do ruído "X"] .....

Ponderação A .....

$L_{Aeq,f,T_k}$  [Espectro ponderado A] .....

Atenuações máximas de protector de ouvido indicadas pelo fabricante .....

Dezimos padrão das atenuações do protec-  
tor de ouvido, indicadas pelo fabricante .....

Margem de segurança .....

$L_n$  [Níveis globais, por banda de  
oitava] .....

$L^0_{Aeq,T_k} = 10 \cdot \log_{10} \sum_{n=1}^{kn} 10^{0,1 \cdot L_n}$   
 [Nível sonoro sonifício equivalente a que  
fioa exposto o trabalhador equipado sem  
protectores de ouvido, conforme o expos-  
to na alínea e) do n.º 2 do Anexo III] .....

NOTA : Esta análise é repetida para cada espectro (definido pelo nível sonoro contínuo equivalente  $L_{eq,f,T_k}$  em dB/oitava) correspondente a cada tipo de ruído "X" a que o trabalhador está exposto durante  $T_k$  horas por dia. Apoiar-se ao conjunto dos valores  $L^0_{Aeq,T_k}$  a expressão definida na alínea e) do n.º 2 do Anexo III :

$$L_{EP,d,efect} = 10 \cdot \log_{10} \left[ (1/8) \sum_{k=1}^{kn} T_k \cdot 10^{(0,1 \cdot L^0_{Aeq,T_k})} \right]$$

Anexo IV

Quadro individual de avaliação de Exposição Pessoal Diária de Cada Trabalhador ao Ruído Durante o Trabalho

Carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço : NR da Página   
NR do Processo

Nome do trabalhador \_\_\_\_\_  
 Data de Nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
 Profissão \_\_\_\_\_  
 Data de admissão na empresa, estabelecimento ou serviço \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Tempo de serviço em ambientes ruidosos : \_\_\_\_\_ anos (Estimativa)

Sistema de Segurança Social \_\_\_\_\_

Beneficiário N.º \_\_\_\_\_

$L_{EP,d} =$  dB(A)       $L_{EP,d,efect} =$  dB(A)  
 $L_{EP,v} =$  dB(A)      Max  $L_{p,ICO} =$  dB

Assinatura do Trabalhador \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do Empregador : \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Data de avaliação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Data de calibração da aparelhagem \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aparelhagem utilizada na avaliação \_\_\_\_\_

Nome de Autor da avaliação \_\_\_\_\_  
 Assinatura \_\_\_\_\_

(Página de rosto)

ANEXO V

Quadro Individual de avaliação de Exposição Pessoal Diária de Cada Trabalhador ao Ruído Durante o Trabalho (CONTINUAÇÃO DO ANEXO IV)					
Carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço :				NR da Página	<input type="text"/>
				NR do Processo	<input type="text"/>
Descrição das actividades do trabalhador, na empresa, estabelecimento ou serviço	Tempo de amostragem (minutos) na medição do ruído, $T_a$	$T_k$ Tempo de exposição ao ruído "k"	$L_{Aeq,Tk}$ em dB(A)	Dk [%] Dose percentual medida com dosímetro	Máximo $L_{PICO}$ em dB
Nome da zona de trabalho	Nota: As medições em a máxima precisão será:	Nota: Quando seja necessário medir as parâmetros "k" ruídos diferentes será $T_a = 2T_k$	Nota: As leituras deverão ser ajustadas pela fórmula de Anexo II, o valor de $L_{EP,d}$	Nota: Quando as medições, calcular pelas fórmulas de Anexo II e Valor de $L_{EP,d}$	Nota: Máx. $L_{PICO}$ em dB
Pontos de trabalho ocupados pelo trabalhador na zona (designação de máquinas, etc.):					
a)					
b)					
c)					
d)					
e)					
f)					
g)					
h)					
<b>VALORES FINAIS</b> .....		Total de horas de trabalho $T_a = h/dia$	Exposição pessoal diária $L_{EP,d} = dB(A)$	Dose total diária $D = \%$	Máx. $L_{PICO} = dB$

NOTA: Os valores finais, em especial as de Exposição Pessoal Diária ao ruído durante o trabalho,  $L_{EP,d}$  e do valor máximo do nível de pico sonoro, serão registados nesta página, desde que o trabalhador permaneça diariamente, durante o trabalho, na zona de trabalho nele referida. No caso contrário haverá que preencher novas páginas e no último registar todos os valores finais apurados.

Lista Indicativa e não exaustiva de medidas que devem ser tomadas para a redução dos riscos ligados à exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho.

a) Medidas de carácter geral:

Informação dos trabalhadores;  
Sinalização e limitação de acesso das zonas muito ruidosas;  
Vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores expostos.

b) Medidas de carácter específico:

Redução da produção de ruído na fonte por:

- Utilização de máquinas, aparelhos, ferramentas e instalações, pouco ruidosos;
- Aplicação de silenciadores e atenuadores sonoros;
- Melhorias da construção em chumaceiras, engrenagens, estruturas;
- Evitar valores extremamente elevados, como os que aparecem, por exemplo, nos choques muito fortes ou frequentes (pela utilização de material resiliente nas superfícies de impacte), quedas de grande altura ou fortes resistências aerodinâmicas;
- Um dimensionamento correcto (reforços da estrutura com blocos de inércia, elementos antivibráticos), acabamentos à máquina (equilibragem, polimento de superfícies) e uma escolha correcta dos materiais;
- Manutenção feita com regularidade;

Redução da transmissão do ruído por:

- Atenuação da transmissão de ruído de percussão, com reforço das estruturas;
- Desacoplamento dos elementos que radiam o ruído da fonte: por exemplo, pela utilização de ligações flexíveis nas tubagens;
- Isolamento contra vibrações;
- Silenciadores nos escoamentos gasoso e nos escapes;

Redução da radiação sonora por:

- Aumento da absorção da envolvente acústica, barreiras acústicas;
- Encapsulamento das máquinas;

Separação dos locais, por:

- Limitação da propagação do ruído, por exemplo pela compartimentação dos locais, colocação de divisórias e de cabinas;
- Concentração das fontes de ruído em locais de acesso limitado e sinalizados;

Medidas respeitantes à acústica de edifícios, tais como:

- Aumento da distância entre a fonte de ruído e o sítio em que se localizam os postos de trabalho;
- Montagem de tectos, divisórias, portas, janelas ou pavimentos com elevado isolamento sonoro;
- Montagem de elementos absorventes do som;
- Optimalização da difusibilidade sonora (aumento das distâncias entre as superfícies reflectoras e o posto de trabalho).

c) Outras medidas:

Organização do trabalho:

- Organização da rotatividade de mudanças nos postos de trabalho;
- Execução dos trabalhos mais ruidosos fora do horário normal de trabalho;
- Limitação da duração do trabalho em ambientes muito ruidosos;

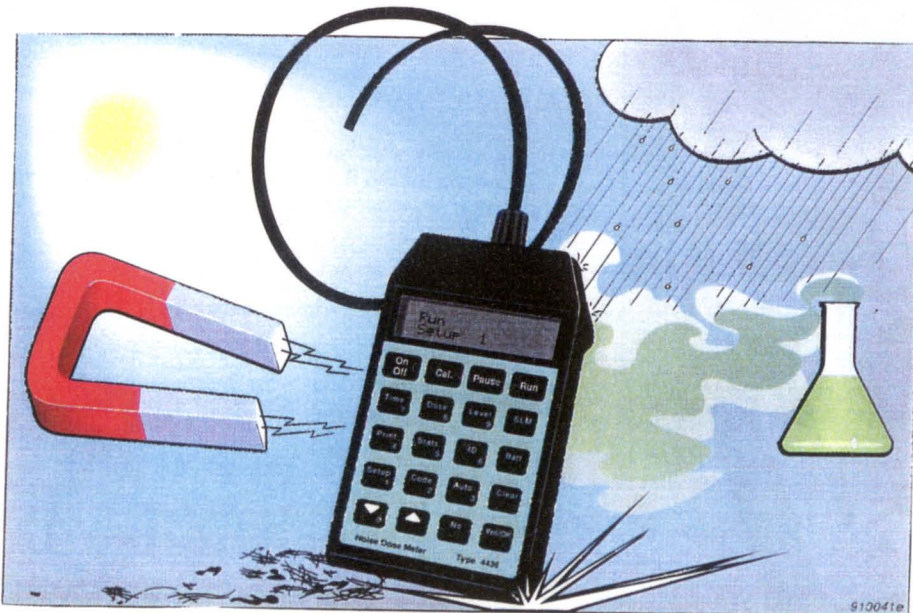
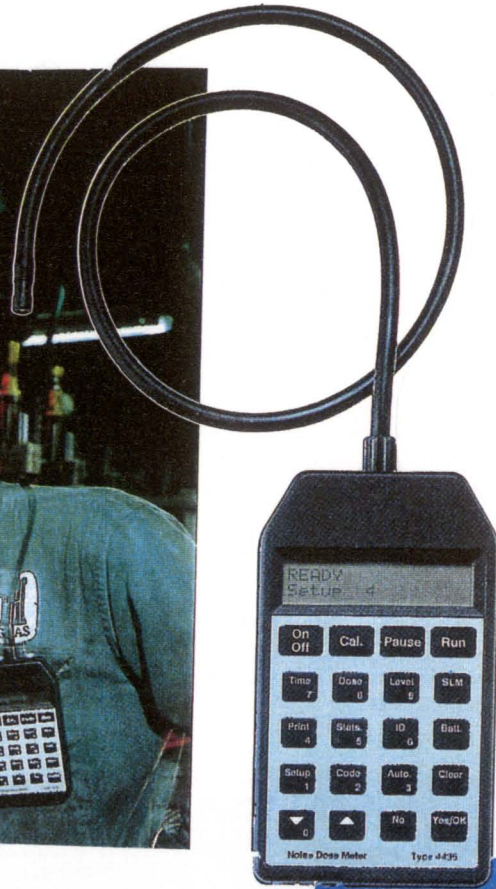
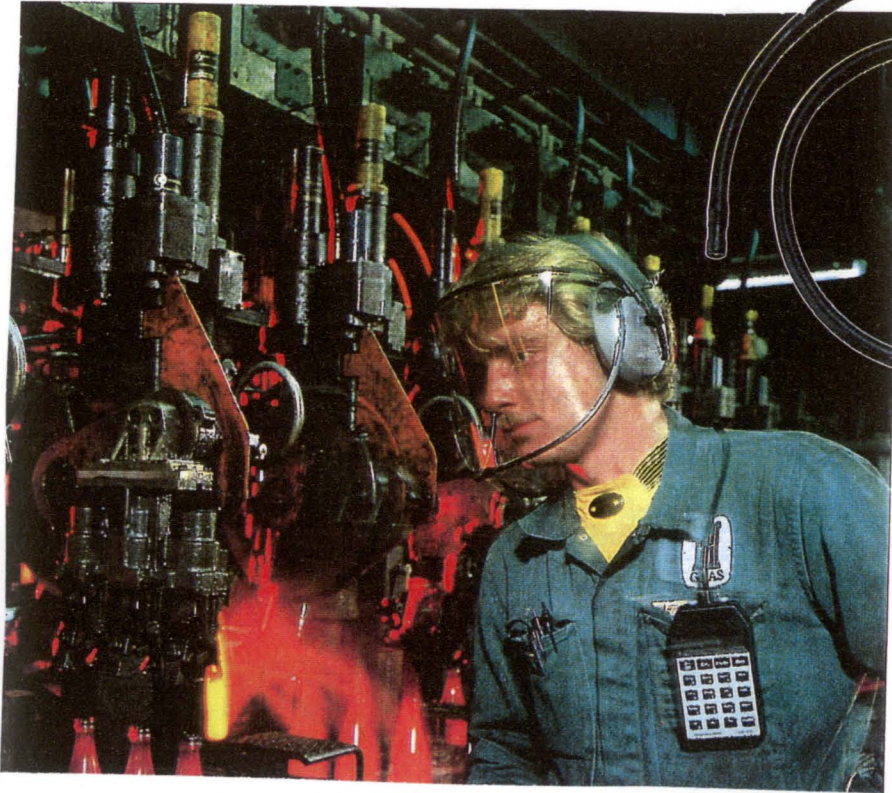
Protecção individual do ouvido:

Utilização de protectores de ouvido.

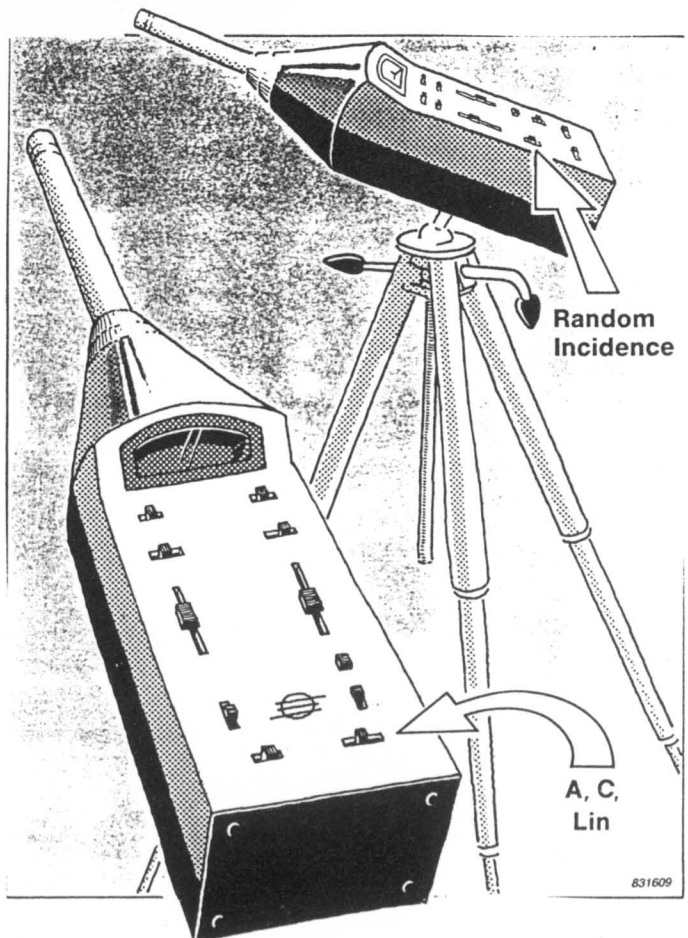
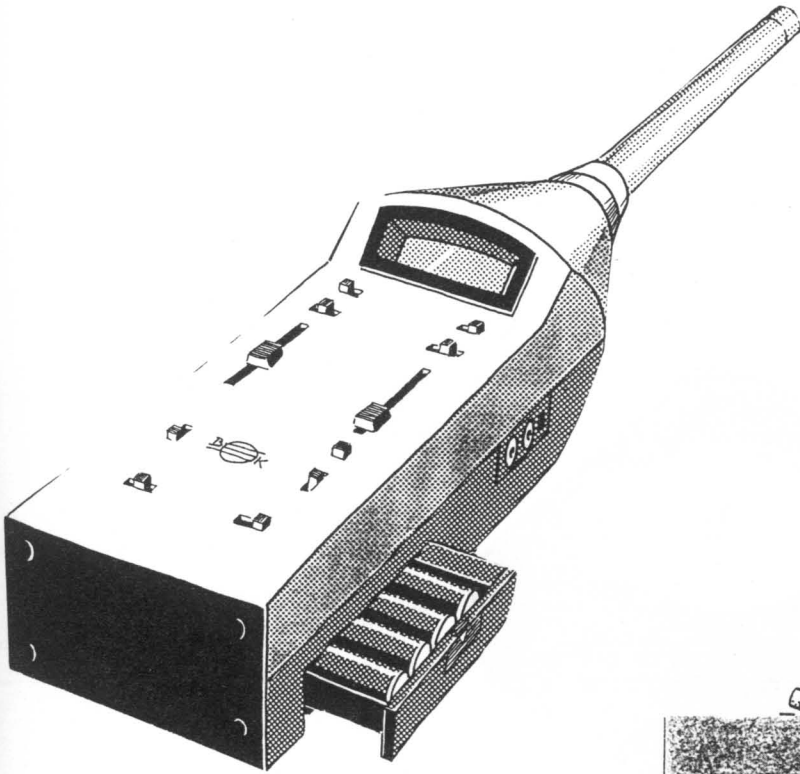
Quadro Individual de avaliação de Exposição Pessoal Diária de Cada Trabalhador ao Ruído Durante o Trabalho (CONTINUAÇÃO DO ANEXO IV)								
Carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço :				NR da Página	<input type="text"/>			
				NR do Processo	<input type="text"/>			
Descrição das actividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço e que o expõem a "n" diferentes tipos de ruído	Análise espectral em bandas de oitava							
	Valores de $L_{eq}, f, T_k$							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4 kHz	8 kHz
Nome da zona de trabalho	NOTA: Esta análise espectral em bandas de oitava destina-se essencialmente a fornecer indicações para a selecção de protectores de ouvido. Deverá ser feita de modo que cada espectro obtido seja representativo de cada um dos tipos de ruído a que o trabalhador está exposto ao longo de um dia de trabalho.							
Pontos de trabalho ocupados pelo trabalhador na zona (designação de máquinas, etc.):	Tempo de exposição do trabalhador ao ruído "k" $T_k$ hora / dia							
a)								
b)								
c)								
d)								
e)								
f)								
g)								
h)								

NOTA: Análise espectral destinada à selecção de protectores de ouvido em função de atenuação, como indicado no Anexo III do presente diploma

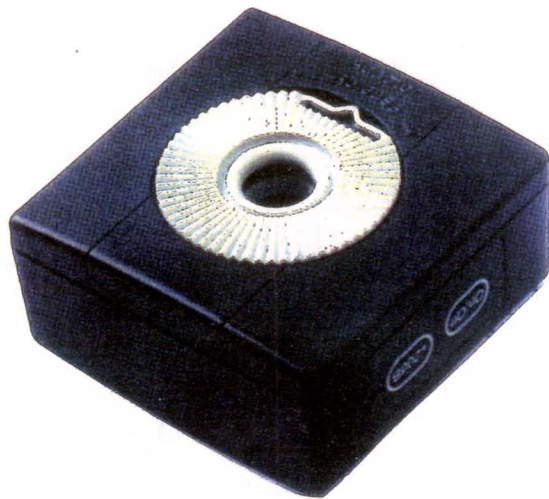
# Dosímetro 4436 da Brüel & Kjaer Portugal



# Sonómetro 2230 da Brüel & Kjaer Portugal



## Calibrador Sonoro 4231 da Brüel & kjaer Portugal



## FICHA DE AVALIAÇÃO DO RUÍDO

Secção: \_\_\_\_\_

Posto de trabalho: \_\_\_\_\_

Nº DE MÁQUINAS:

Nº DE TRABALHADORES:

### SONÓMETRO

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{Aeq,f,Tk}$								

### DOSÍMETRO

$L_{EP,d}$  -

$MaxL_{pico}$  -

Dose -

Data da avaliação: \_\_ / \_\_ / \_\_



# Relatório de Avaliação do Ruído Ocupacional

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação da exposição ao ruído realizado nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOFF (Fundição e Novas Tecnologias), sita na Rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade: Estudos de inovação técnica e transferência de novas tecnologias para a indústria de fundição. As suas actividades dividem-se pelas seguintes áreas: fundição, revestimentos de materiais para elevadas temperaturas, simulação e fabricação assistida por computador, prestação de serviços e formação (cursos e estágios).

1.3. O objectivo do presente estudo era efectuar uma primeira avaliação da exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído e dos valores máximos dos picos de nível sonoro resultantes do funcionamento dos fornos de indução, da coquilhadora hidráulica e do braço robotizado.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Decreto Lei nº 72/92 e ao Decreto Regulamentar nº 9/92 (que designarei doravante por Dec. Reg.), ambos de 28 de Abril, com apoio técnico nas cláusulas pertinentes das Normas Portuguesas 1730 e 1733 ambas de 1981. O presente estudo pretendia dar cumprimento à alínea a) do nº2 do Artigo 3º do citado Decreto Regulamentar.

## 3. Metodologia

### 3.1. Equipamento de medição

3.1.1. Dosímetro individual portátil da marca Brüel & Kjaer Portugal, tipo 4436. O dosímetro está calibrado segundo o critério ISO (a duplicação da energia produz um aumento de 3 dB(A)) e satisfaz as prescrições da norma NP-3496 e da publicação CEI 804 de 1985 para sonómetros integradores da classe II. O dosímetro foi calibrado antes e após as medições com o calibrador da Brüel & Kjaer, tipo 4231.

### 3.2. Técnica de medição

As medições das doses de ruído foram feitas com o dosímetro colocado no bolso do peito ou no cinto do operador e a extremidade do tubo microfónico do dosímetro colocada na gola da camisa, na proximidade do ouvido mais exposto.

A medição foi efectuada na posição «Fast» do aparelho de medida e com filtro de ponderação A.

Os dados extraídos do dosímetro foram tratados por sistema informático no software de análise BZ 7028.

### 3.3. Condições de medição

A medição do ruído foi realizada durante o horário normal de trabalho.

Durante a avaliação o operador desempenhou as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais.

## 4. Medições efectuadas

### 4.1. Quadro A

Posto de Trabalho	tempo de amostragem da medição em minutos (10')	$L_{AeqT}$ (dB A)	$MaxL_{pico}$ (dB)	$L_{EP;d}$ (dB A)
operador	10'	83.2	126.3	71.1

(\*) O operador garantiu-nos que os fornos de indução, a coquilhadora hidráulica e o braço robotizado não trabalha mais do que duas tardes por mês.

## 5. Análise dos resultados

Conforme se pode verificar no quadro A, os valores de exposição diária do operador são inferiores ao nível de acção ( $L_{ep,d} < 85$  dB (A)) e ao valor limite ( $L_{ep,d} < 90$  dB (A)).

Quanto ao valor obtido do  $MaxL_{pico}$ , é inferior ao determinado pela legislação em vigor ( $MaxL_{pico} < 140$  dB).

## 6. Conclusão

Se a fundição estivesse em funcionamento 8 horas/dia, o nível de ruído nunca ultrapassaria os níveis considerados aceitáveis. Por isso não há necessidade de tomar nenhuma medida. Só no caso de haver alguma modificação no posto de trabalho, que provoque uma variação significativa da exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho, se devem efectuar avaliações suplementares para dar cumprimento à alínea b) do nº 2 do Artigo 3º do Dec. Reg. 9/92.

# Relatório de Avaliação do Ruído Ocupacional

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação da exposição ao ruído realizado nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOP (Tecnologias de Conformação Plástica), sita na Rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade: Assenta numa intervenção forte nas áreas do corte dos metais em chapa, da embutidura, da caracterização mecânica dos materiais, da simulação numérica dos processos de conformação e na concepção de novas ferramentas e processos avançados de fabrico.

1.3. O objectivo do presente estudo era efectuar uma primeira avaliação da exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído e dos valores máximos dos picos de nível sonoro resultantes do funcionamento da prensa mecânica de 160 toneladas, cuja actividade no momento era o corte em série de metal em chapa de aço em pequenas lâminas que se destinavam a agulhas para teares mecânicos.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Decreto Lei nº 72/92 e ao Decreto Regulamentar nº 9/92 ( que designarei doravante por Dec. Reg. ), ambos de 28 de Abril, com apoio técnico nas cláusulas pertinentes das Normas Portuguesas 1730 e 1733 ambas de 1981. O presente estudo pretendia dar cumprimento à alínea a) do nº2 do Artigo 3º do citado Decreto Regulamentar.

## 3. Metodologia

### 3.1. Equipamento de medição

3.1.1. Foi utilizado um sonómetro integrador de tipo I (norma CEI 804) da marca Brüel & Kjaer, modelo 2230. Calibrado antes e depois da medição com um calibrador da mesma marca tipo 4231, debitando 94.0 dB a 1 KHz. Para a análise em frequência foi utilizado o filtro de uma oitava da Brüel & Kjaer, tipo 1624.

O sonómetro e o respectivo calibrador foram calibrados em 95/11/06, no Departamento de Acústica do LNEC.

3.1.2. Dosímetro individual portátil da marca Brüel & Kjaer Portugal, tipo 4436. O dosímetro está calibrado segundo o critério ISO (a duplicação da energia produz

um aumento de 3 dB(A)) e satisfaz as prescrições da norma NP-3496 e da publicação CEI 804 de 1985 para sonómetros integradores da classe II. O dosímetro foi calibrado antes e após as medições com o calibrador da Brüel & Kjaer, tipo 4231 já referido.

### 3.2. Técnica de medição

As medições das doses de ruído foram feitas com o dosímetro colocado no bolso do peito ou no cinto do operador e a extremidade do tubo microfónico do dosímetro colocada na gola da camisa, na proximidade do ouvido mais exposto.

A análise de frequência do ruído foi efectuada com o sonómetro integrador, com o microfone situado na zona habitualmente ocupada pelos ouvidos do trabalhador em causa.

As medições foram realizadas na posição «Fast» do aparelho de medida e com filtro de ponderação A.

Os dados extraídos do dosímetro foram tratados por sistema informático no software de análise BZ 7028.

### 3.3. Condições de medição

As medições do ruído foram efectuadas durante o horário normal de trabalho, mas neste posto só se encontrava em funcionamento a prensa mecânica de 160 ton.

Durante a avaliação o operador desempenhou as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais.

Sempre que as leituras ultrapassem o nível de acção, são feitas análises de frequência a fim de dar cumprimento ao artigo 4º, nºs 4 e 5 ( escolha de materiais de protecção e registo das avaliações de acordo com os modelos indicados no anexo IV do Dec. Reg. 9/92 ).

## 4. Medições efectuadas

### 4.1. Quadro A

Posto de Trabalho	Tempo de amostragem da medição em minutos (10')	$L_{AeqT}$ (dB A)	$MaxL_{pico}$ (dB)	$L_{EP;d}$ (dB A)
Prensa mecânica (*)	10'	90.9	119.6	78.8

(\*) O operador garantiu-nos que, em média, a prensa mecânica de 160 toneladas não trabalha mais do que 30 min/dia.

## 4.2. Quadro B

Posto de Trabalho	Avaliação Espectral em Bandas de Oitava							
	Valores do $L_{Aeq,t,T}$ (dB A)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Prensa mecânica	58.0	69.1	75.8	83.1	86.4	91.1	87.6	88.0

## 5. Análise dos resultados

Conforme se pode verificar no quadro A, os valores de exposição pessoal diária do operador são inferiores ao nível de acção ( $L_{ep,d} < 85$  dB (A)) e ao valor limite ( $L_{ep,d} < 90$  dB (A)).

Quanto ao valor obtido do  $MaxL_{pico}$ , é inferior ao determinado pela legislação em vigor ( $MaxL_{pico} < 140$  dB). Na medição surgiu um valor para o  $MaxL_{pico}$  de 142 dB o qual foi associado a um erro de medição.

## 6. Conclusão

O valor do  $L_{EP,d}$  encontra-se abaixo de 85 dB (A), devido ao período de funcionamento da prensa mecânica ser reduzido.

Mas num ambiente de trabalho em que a prensa mecânica funcionasse 8 horas/dia, a exposição pessoal diária do operador excederia o valor limite ( $L_{EP,d} > 90$  dB (A)).

Neste caso seria necessário tomar algumas medidas de prevenção :

### 6.1. Medidas gerais de prevenção

De acordo com os n<sup>os</sup> 1 e 2 do Artigo 2<sup>o</sup> do Dec. Reg. deve ser preocupação dominante na empresa a redução da exposição dos trabalhadores ao ruído e, segundo o n<sup>o</sup> 3 do mesmo Artigo, devem ser utilizadas medidas técnicas de protecção colectiva de organização do trabalho e de protecção individual, de acordo com a lista indicativa do Anexo V do mesmo Dec. Reg..

#### 6.1.1. Protecção colectiva

O processo de fabrico torna impossível o enclausuramento da máquina. Por essa razão, e porque a exposição ao ruído é pouco gravosa não preconizo nenhuma medida especial de protecção colectiva.

### **6.1.2. Protecção individual**

Disponibilizar gratuitamente protectores auditivos com atenuação adequada, sendo obrigatório o seu uso visto a exposição pessoal diária ser superior a 90 dB(A).

### **6.2. Avaliação das exposições diárias ao ruído**

Dar cumprimento à alínea b) do nº 2 do Artigo 3º do Dec. Reg., sendo efectuadas avaliações suplementares sempre que o posto de trabalho sofra alguma modificação que provoque variação significativa da exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho.

Avaliações periódicas anuais do posto de trabalho em causa, por ter sido excedido o nível de acção, segundo prescreve a alínea c) do nº 2 do mesmo Artigo.

### **6.3. Exames audiométricos periódicos**

Nos termos do Artigo 6º do Dec. Reg., o trabalhador exposto ao ruído deve ser objecto de vigilância médica e audiométrica da função auditiva com periodicidade dependente da gravidade da exposição. Assim, após um exame audiométrico inicial o trabalhador deve fazer um exame audiométrico anual.

# Relatório de Avaliação do Ruído Ocupacional

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação da exposição ao ruído realizado nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOP (Tecnologias de Conformação Plástica), sita na Rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade: Assenta numa intervenção forte nas áreas do corte dos metais em chapa, da embutidura, da caracterização mecânica dos materiais, da simulação numérica dos processos de conformação e na concepção de novas ferramentas e processos avançados de fabrico.

1.3. O objectivo do presente estudo era efectuar uma primeira avaliação da exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído e dos valores máximos dos picos de nível sonoro resultantes do funcionamento da punccionadora CNC, cuja actividade no momento era o corte em série de metal em chapa de aço.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Decreto Lei nº 72/92 e ao Decreto Regulamentar nº 9/92 (que designarei doravante por Dec. Reg.), ambos de 28 de Abril, com apoio técnico nas cláusulas pertinentes das Normas Portuguesas 1730 e 1733 ambas de 1981. O presente estudo pretendia dar cumprimento à alínea a) do nº2 do Artigo 3º do citado Decreto Regulamentar.

## 3. Metodologia

### 3.1. Equipamento de medição

3.1.1. Foi utilizado um sonómetro integrador de tipo I (norma CEI 804) da marca Brüel & Kjaer, modelo 2230. Calibrado antes e depois da medição com um calibrador da mesma marca tipo 4231, debitando 94.0 dB a 1 KHz. Para a análise em frequência foi utilizado o filtro de uma oitava da Brüel & Kjaer, tipo 1624.

O sonómetro e o respectivo calibrador foram calibrados em 95/11/06, no Departamento de Acústica do LNEC.

3.1.2. Dosímetro individual portátil da marca Brüel & Kjaer Portugal, tipo 4436. O dosímetro está calibrado segundo o critério ISO (a duplicação da energia produz um aumento de 3 dB(A)) e satisfaz as prescrições da norma NP-3496 e da publicação CEI 804 de 1985 para sonómetros integradores da classe II. O

dosímetro foi calibrado antes e após as medições com o calibrador da Brüel & Kjaer, tipo 4231 já referido.

### 3.2. Técnica de medição

As medições das doses de ruído foram feitas com o dosímetro colocado no bolso do peito ou no cinto do operador e a extremidade do tubo microfónico do dosímetro colocada na gola da camisa, na proximidade do ouvido mais exposto.

A análise de frequência do ruído foi realizada com o sonómetro integrador, com o microfone situado na zona habitualmente ocupada pelos ouvidos do trabalhador em causa.

As medições foram efectuadas na posição «Fast» do aparelho de medida e com filtro de ponderação A.

Os dados extraídos do dosímetro foram tratados por sistema informático no software de análise BZ 7028.

### 3.3. Condições de medição

As medições do ruído foram efectuadas durante o horário normal de trabalho, mas neste posto só se encontrava em funcionamento a punctionadora.

Durante a avaliação o operador desempenhou as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais.

Sempre que as leituras ultrapassaram o nível de acção, foram feitas análises de frequência a fim de dar cumprimento ao Artigo 4º, nºs 4 e 5 (escolha de materiais de protecção e registo das avaliações de acordo com os modelos indicados nos anexos III e IV do Dec. Reg. 9/92).

## 4. Medições efectuadas

### 4.1. Quadro A

Posto de Trabalho	tempo de amostragem da medição em minutos (10')	$L_{Aeq}$ (dB A)	$MaxL_{pico}$ (dB)	$L_{EP;d}$ (dB A)
punctionadora (*)	10'	88.3	119.2	76.3

(\*) O operador garantiu-nos que, em média, a punctionadora não trabalha mais de 30 minutos/dia.

## 4.2. Quadro B

Posto de Trabalho	Avaliação Espectral em Bandas de Oitava							
	Valores do $L_{Aeq,f,T}$ (dB A)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Puncionadora	57.2	73.4	81.6	88.0	86.6	84.2	75.6	69.3

## 5. Análise dos resultados

Conforme se pode verificar no quadro A, os valores de exposição diária do operador são inferiores ao nível de acção ( $L_{ep,d} < 85$  dB (A)) e ao valor limite ( $L_{ep,d} < 90$  dB (A)).

Quanto ao valor obtido do  $MaxL_{pico}$ , é inferior ao determinado pela legislação em vigor ( $MaxL_{pico} < 140$  dB). Na medição surgiu um valor para o  $MaxL_{pico}$  de 142 dB o qual foi associado a um erro de medição.

O ruído produzido pela puncionadora depende do tipo de material e da grossura da chapa a ser cortada. No caso presente o ruído não era muito elevado porque a grossura da chapa era fina.

## 6. Conclusão

O valor do  $L_{EP,d}$  encontra-se abaixo de 85 dB(A), devido ao período de funcionamento da puncionadora ser reduzido.

Mas num ambiente de trabalho em que a puncionadora funcione 8 horas/dia, a exposição pessoal diária do operador excederia o nível de acção embora fosse inferior ao limite de exposição pessoal diária ( $85 < L_{EP,d} < 90$  dB (A)).

Neste caso seria necessário tomar algumas medidas de prevenção :

### 6.1. Medidas gerais de prevenção

De acordo com os nºs 1 e 2 do Artigo 2º do Dec. Reg. deve ser preocupação dominante na empresa a redução da exposição dos trabalhadores ao ruído e, segundo o nº 3 do mesmo Artigo, devem ser utilizadas medidas técnicas de protecção colectiva de organização do trabalho e de protecção individual, de acordo com a lista indicativa do Anexo V do mesmo Dec. Reg.

#### 6.1.1. Protecção colectiva

O processo de fabrico torna impossível o enclausuramento da máquina. Por essa razão, e porque a exposição ao ruído é pouco gravosa não preconizo nenhuma medida especial de protecção colectiva.

### **6.1.2. Protecção individual**

Disponibilizar gratuitamente protectores auriculares com atenuação adequada, não sendo obrigatório o seu uso visto a exposição diária ser inferior a 90 dB (A).

### **6.2. Avaliação das exposições diárias ao ruído**

Dar cumprimento à alínea b) do nº 2 do Artigo 3º do Dec. Reg., sendo efectuadas avaliações suplementares sempre que o posto de trabalho sofra alguma modificação que provoque variação significativa da exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho.

Avaliações periódicas anuais do posto de trabalho em causa, por ter sido excedido o nível de acção, segundo prescreve a alínea c) do nº 2 do mesmo Artigo.

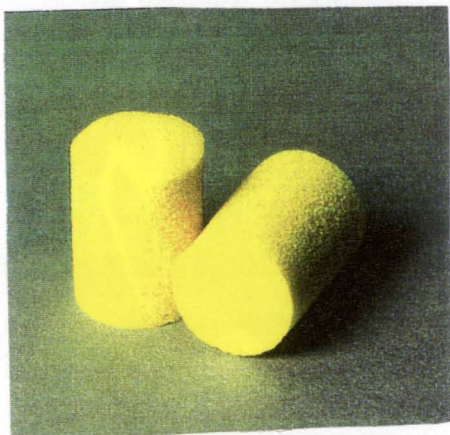
### **6.3. Exames audiométricos periódicos**

Nos termos do Artigo 6º do Dec. Reg., o trabalhador exposto ao ruído deve ser objecto de vigilância médica e audiométrica da função auditiva com periodicidade dependente da gravidade da exposição. Assim, após um exame audiométrico inicial o trabalhador deve fazer um exame audiométrico trienal.

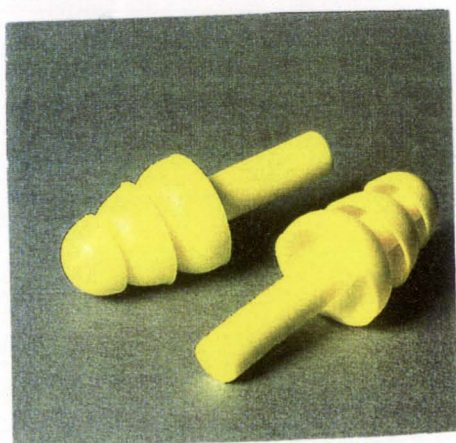
## Protectores Auditivos E.A.R.

### Tampões Auditivos

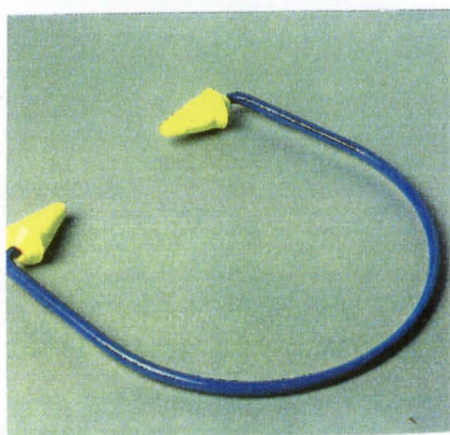
#### Tampão Borracha-Espuma



#### Ultrafit



#### Caboflex 600



### Protectores Auriculares

#### Modelo 4000

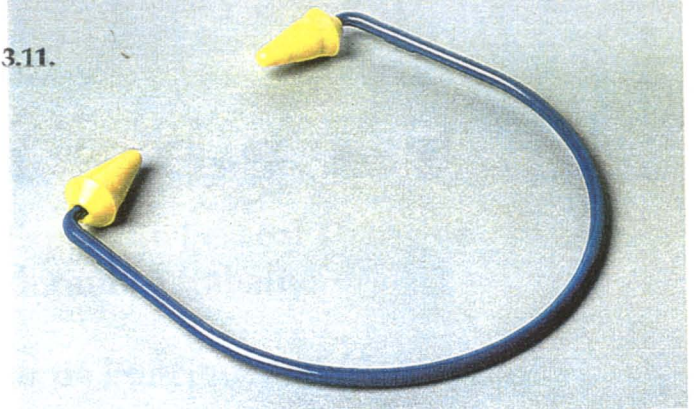


#### Ultra 9000



#### Adaptador para capacete





## CABOFLEX®

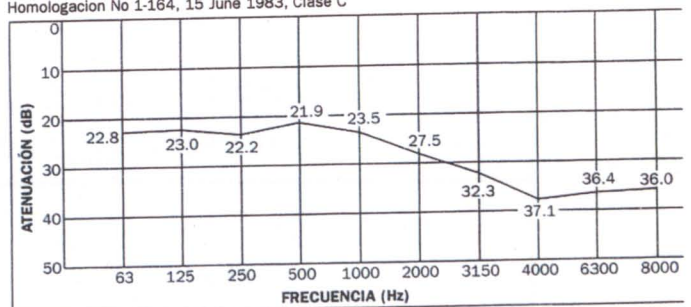
### PROTECTOR AUDITIVO SEMI-INSERTO DISEÑO

El protector auditivo E·A·R CABOFLEX 600 es ideal para aquellos visitantes, supervisores o trabajadores que entran y salen de áreas con alto nivel sonoro. Cada cápsula contiene un tapón auditivo E·A·R de goma-espuma encajado en una funda protectora con superficie de silicona para asegurar un completo recubrimiento. Estas cápsulas: suaves, giratorias y de forma cónica, se alinean con el canal auditivo proporcionando un aislamiento más resistente contra el ruido. Las cápsulas son fácilmente extraíbles para efectuar limpiezas regulares con jabón suave y agua templada.

### CARACTERISTICAS

El protector semi-inserto E·A·R CABOFLEX 600 ha sido aprobado por autoridades europeas, americanas y australianas, habiéndose demostrado que los resultados de atenuación ofrecidos son los más altos de todos los semi-insertos comprobados.

Homologación No 1-164, 15 June 1983, Clase C



FRECUENCIA (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000
ATENUACIÓN MEDIA (dB)	22.8	23.0	22.2	21.9	23.5	27.5	32.3	37.1	36.4	36.0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (dB)	4.2	5.3	3.7	5.0	4.4	5.0	5.0	6.7	6.0	7.1
PROTECCIÓN ASUMIDA (dB)	18.6	17.7	18.5	16.9	19.1	22.5	27.3	30.4	30.4	28.9

Los tests se realizaron con el arnés bajo la barbilla, en la Universidad de Salford (INSPE 1982, de acuerdo con la norma BS 5108 (1974))

### FACIL DE USAR

1. Las cápsulas deben ser limpiadas antes de usarlas. La posición del arnés debe ser bajo la barbilla o tras el cuello
2. Sostenga el extremo más ancho de las cápsulas amarillas y gírelas para dirigir las puntas hacia el interior de la apertura del canal auditivo.
3. Estire de sus orejas hacia arriba y hacia afuera, mueva y presione también el arnés para conseguir una perfecta adaptación.



**Quadro individual de avaliação da Exposição Pessoal Diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho**

**INEGI - CETECOP - Operador da Puncionadora.**

<p>Carimbo da empresa:</p>	<p>Nº da Página:</p> <p>Nº do Processo:</p>
----------------------------	---

<p>Nome do Trabalhador:</p> <p>Data de Nascimento: <span style="float: right;">Sexo:</span></p> <p>Profissão:</p> <p>Data de admissão na empresa, estabelecimento ou serviço:</p> <p>Tempo de serviço em ambientes ruidosos (em anos, aproximadamente):</p> <p>Sistema de Segurança Social:</p> <p>Beneficiário nº:</p> <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><math>L_{EP,d} = 88.3 \text{ dB(A)}</math></span> <span><math>L_{EP,d,efect} = 75.5 \text{ dB(A)}</math></span> </p> <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><math>L_{EP,w} = \quad \text{dB(A)}</math></span> <span><math>\text{Max } L_{pico} = 119.2 \text{ dB}</math></span> </p>	
<p>Assinatura do Trabalhador:</p>	<p>Data:</p>
<p>Assinatura do Empregador:</p>	<p>Data:</p>

<p>Data da Avaliação: 96/</p>	<p>Data de calibração da aparelhagem: 95/11/06</p>
<p>Aparelhagem utilizada na avaliação: Sonómetro Integrado de Precisão 2230 classe I (norma C.E.I. 651 da Brüel &amp; Kjaer) e Dosímetro de ruído 4436 da Brüel &amp; Kjaer Portugal, classe de precisão (como sonómetro) C.E.I. 804</p>	
<p>Nome do autor da avaliação: Maria do Rosário Martins</p>	
<p>Assinatura:</p>	

## Quadro individual de avaliação da Exposição Pessoal Diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho

### INEGI - CETECOP - Operador da Puncionadora

Carimbo da empresa:	N° da Página:  N° do Processo:
---------------------	--------------------------------------

Descrição das actividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço e que o expõe a "n" tipos diferentes de ruído		Análise Espectral em bandas de oitava							
		Valores de $L_{Eq,f,Tk}$							
		63	125	250	500	1	2	4	8
		Hz	Hz	Hz	Hz	KH	KH	KH	KH
						z	z	z	z
Zona de trabalho:	Tempo de exposição do trabalhador ao ruído "K":	Nota: Esta análise espectral em bandas de oitava destina-se essencialmente a fornecer indicações para a selecção de protectores de ouvidos. Deverá ser feita de modo que cada espectro obtido seja representativo de cada um dos tipos de ruído a que o trabalhador está exposto ao longo de um dia de trabalho.							
Postos de trabalho ocupados pelo trabalhador na zona	$T_k$ hora/dia								
a) Puncionadora	8	57.2	73.4	81.6	88.0	86.6	84.2	75.6	69.3
b)									
c)									
d)									
e)									
f)									
g)									

## Quadro individual de avaliação da Exposição Pessoal Diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho

### INEGI - CETECOP- Operador da Puncionadora

Carimbo da empresa:	N° da Página:  N° do Processo:
---------------------	--------------------------------------

Zona de trabalho:	Tempo de amostragem (minutos) na medição do ruído, Ta	T <sub>k</sub> Tempo de exposição (hora/dia) ao ruído "k"	L <sub>Aeq,Tk</sub> em dB(A)	D <sub>k</sub> [%] Doses parciais medidas com dosímetro	MáxL <sub>pico</sub> em dB
Postos de trabalho ocupados pelo trabalhador na zona					
a) Puncionadora	10'	8	88.3	62	119.2
b)					
c)					
d)					
e)					
f)					
g)					
<b>Valores Finais</b>		Total de horas de trabalho Te = 8 (h/dia)	Exposição pessoal diária L <sub>EP,d</sub> = 88.3 dB(A)	Dose total diária D = 62 %	Máximo L <sub>pico</sub> = 119.2 dB

## Quadro de selecção de protectores auditivos em função da atenuação indicada pelo fabricante

Secção - **Operador**  
 Dispositivo - Protector Auditivo E-A-R CABOFLEX, Modelo 600

Carimbo da Empresa:	N° da Página  N° do Processo
---------------------	------------------------------------

Tk (tempo representativo) hora/dia	Calculo da exposição diária efectiva a que cada trabalhador fica exposto db/oitava quando utiliza protectores auditivos							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
8								
Leq,f,Tk (Espectro ponderado A)	57.2	73.4	81.6	88	86.6	84.2	75.6	69.3
Atenuação Média dos protectores	22.8	23	22.2	21.9	23.5	27.5	37.1	36
Desvios Padrão indicados pelo fabricante	4.2	5.3	3.7	5	4.4	5	6.7	7.1
Margens de segurança	2	2	2	2	2	2	2	2
Ln (Níveis Globais por banda de oitava)	40.6	57.7	65.1	73.1	69.5	63.7	47.2	42.4
$L^*Aeq,Tk=10\log\sum(10^{(0.1*Ln)})$	75.51209							

LEP,d,efect

75.51209

## Distribuição de frequências em bandas de oitava e terça de oitava

Nº do Intervalo	Frequência Central (Hz)	Intervalo de Frequência de Terça de Oitava (Hz)	Intervalo de Frequência em Oitavas (Hz)
1	1.25	1.12 - 1.41	-
2	1.6	1.41 - 1.78	-
3	2	1.78 - 2.24	1.14 - 2.82
4	2.5	2.24 - 2.82	-
5	3.15	2.82 - 3.55	-
6	4	3.55 - 4.47	2.82 - 5.62
7	5	4.47 - 5.62	-
8	6.3	5.62 - 7.08	-
9	8	7.08 - 8.91	5.62 - 11.2
10	10	8.91 - 11.2	-
11	12.5	11.2 - 14.1	-
12	16	14.1 - 17.8	11.2 - 22.4
13	20	17.8 - 22.4	-
14	25	22.4 - 28.2	-
15	31.5	28.2 - 35.5	22.4 - 44.7
16	40	35.5 - 44.7	-
17	50	44.7 - 56.2	-
18	63	56.2 - 70.8	44.7 - 89.1
19	80	70.8 - 89.1	-
20	100	89.1 - 112	-
21	125	112 - 141	89.1 - 178
22	160	141 - 178	-
23	200	178 - 224	-
24	250	224 - 282	178 - 355
25	315	282 - 355	-
26	400	355 - 447	-
27	500	447 - 562	355 - 708
28	630	562 - 708	-
29	800	708 - 891	-
30	1000	891 - 1120	708 - 1410
31	1250	1120 - 1410	-
32	1600	1410 - 1780	-
33	2000	1780 - 2240	1410 - 2820
34	2500	2240 - 2820	-
35	3150	2820 - 3550	-
36	4000	3550 - 4470	2820 - 5620
37	5000	4470 - 5620	-
38	6300	5620 - 7080	-
39	8000	7080 - 8910	5620 - 11200
40	10K	8910 - 11200	-
41	12.5K	11.2 - 14.1K	-
42	16K	14.1 - 17.8K	11.2 - 22.4K
43	20K	17.8 - 22.4K	-

## ANEXOS 4

- Anexo 4.1. Artigo 331º do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
- Anexo 4.2. Artigos 18º, 19º, 20º e 21º da secção II, do Reg. Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais
- Anexo 4.3. A norma DIN 5035
- Anexo 4.4. A norma ISO 8995
- Anexo 4.5. Relatórios de avaliação das condições de iluminação

# **Iluminação Industrial - Legislação**

## **Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica**

### **PARTE II**

#### **Instalações de baixa tensão**

##### **3 - Condições gerais de estabelecimento das instalações**

##### **3.6 - Aparelhos de utilização**

##### **3.6.2 - Aparelhos de iluminação**

##### **3.6.2.3 - Aparelhos de iluminação por lâmpadas de descarga**

##### **Artigo 331.º**

(Iluminação de máquinas com peças em movimento acessíveis)

1. Nas instalações de iluminação por lâmpadas de descarga que se encontrem montadas em locais onde funcionem máquinas com peças móveis acessíveis animadas de movimentos alternados ou rotativos rápidos, deverão ser tomadas as medidas necessárias para evitar a possibilidade de acidentes causados por fenómenos de ilusão de óptica originados pelo efeito estroboscópico.
2. Nos locais referidos no número anterior, as lâmpadas de descarga deverão ser montadas de modo a ser respeitada uma das duas disposições seguintes:
  - a) As lâmpadas relativas à iluminação de um mesmo ponto de uma máquina, ou de um plano de trabalho, deverão ser, ligadas em conjuntos de duas, a acessórios de estabilização, por forma que a luz emitida por uma delas se encontre avançada, em relação à da outra, em cerca de meio ciclo;
  - b) As lâmpadas relativas à iluminação de um mesmo ponto de uma máquina, ou de um plano de trabalho, deverão ser ligadas alternadamente a fases diferentes, de modo que sobre cada ponto incida luz de, pelo menos, duas lâmpadas desfasadas entre si de cerca de um terço de ciclo.

#### **Anexo 4.1.**

3. Nos locais sujeitos a vibrações, em especial os de estabelecimentos industriais, os suportes deverão ser dotados de dispositivos que impeçam a queda das lâmpadas.

## **Iluminação Industrial - Legislação**

### **Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais**

(Aprovado pela Portaria n° 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria n° 702/80, de 22 de Setembro)

#### **SECÇÃO II**

#### **Iluminação**

#### **Artigo 18°.**

(Disposições gerais)

1. Os locais de trabalho devem ser iluminados com luz natural, recorrendo-se à artificial, complementarmente, quando aquela seja insuficiente. Exceptuam-se os casos em que razões de ordem técnica impossibilitem a utilização de luz natural.
2. A iluminação dos locais referidos no número anterior deve ser adequada às operações e tipos de trabalho a realizar.
3. As vias de passagem devem ser, de preferência, iluminadas com luz natural.
4. Deve intensificar-se a iluminação geral onde existe perigo particular de acidente, designadamente nas zonas de risco de queda.
5. as grandes variações de iluminação entre zonas contíguas devem ser atenuadas através de uma adequada graduação.
6. Os níveis de iluminação não devem ser inferiores aos limites mínimos recomendados pelas entidades competentes.

## Anexo 4.2.

### Artigo 19º.

#### (Iluminação natural)

1. As superfícies de iluminação natural devem ser dimensionadas e distribuídas de tal forma que a luz diurna seja uniformemente repartida e serem providas, se necessário, de dispositivos destinados a evitar o encandeamento.
2. As superfícies de iluminação natural devem ser mantidas em boas condições de limpeza.

### Artigo 20º.

#### (Iluminação artificial)

1. Quando houver recurso à iluminação artificial, esta deve ser eléctrica.
2. A iluminação geral deve ser de intensidade uniforme e de modo a evitar sombras prejudiciais.
3. Quando for necessária iluminação local intensa, esta deve ser obtida por uma conveniente combinação de iluminação geral com iluminação suplementar no local onde o trabalho for executado.
4. Os sistemas de iluminação geral e suplementar devem ser instalados de forma a evitar o encandeamento.
5. Nos locais de trabalho onde se possa verificar o efeito estroboscópico a instalação de iluminação deve obedecer às disposições regulamentares em vigor.
6. Os meios de iluminação artificial devem ser mantidos em boas condições de funcionamento e de limpeza.

### Artigo 21º.

#### (Iluminação de emergência de segurança)

Os estabelecimentos industriais com mais de duzentas pessoas devem estar providos com iluminação de emergência de segurança para garantir a iluminação de circulação e de sinalização de saídas, conforme as disposições regulamentares em vigor.

#### Anexo 4.2.

Quando houver perigo especial de incêndio que possa inutilizar um sistema de iluminação eléctrica de segurança, devem instalar-se indicadores munidos de dispositivos do tipo cata-focos, pinturas fosforescentes ou ainda lâmpadas alimentadas por pilhas ou acumuladores, ou qualquer outro dispositivo análogo, ao abrigo de perigo de incêndio.

# Norma DIN - 5035

## Níveis de iluminação

### Tabela

Níveis de iluminação por actividades

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

## Norma ISO - 8995

### Princípios de Ergonomia Visual

### Iluminação em sistemas de trabalho em interiores

#### Tabela

Valores mais comuns de níveis de iluminação para diferentes áreas, tarefas e actividades (ISO - 8995)

Tipo de área, tarefa ou actividade	Valores de iluminância (lux)		
	Áreas de trabalho e circulação exteriores	20	30
Áreas de circulação, orientação ou de estadia temporária	50	100	150
Locais de trabalho de ocupação não contínua	100	150	200
Tarefas visuais ligeiras	200	300	500
Tarefas visuais normais	300	500	750
Tarefas visuais exigentes	500	750	1000
Tarefas visuais muito exigentes	750	1000	1500
Tarefas visuais especiais	1000	1500	2000
Desempenho de tarefas visuais muito exigentes e de alta precisão	Superior a 2000		

# Relatório de Avaliação das Condições de Iluminação

## 1. Introdução e objetivos

1.1. Avaliação da iluminação nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOFF (Fundição e Novas Tecnologias) sita na rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Estudo de inovação técnica e transferência de novas tecnologias para a indústria de fundição. As suas actividades dividem-se pelas seguintes áreas : fundição, revestimentos de materiais para elevadas temperaturas, simulação e fabricação assistida por computador, prestação de serviços e formação (cursos e estágios).

1.3. Foi proposto o estudo das condições de iluminação nesta unidade em particular na zona de fundição

## 2. Legislação e normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento aos Artigos 18º, 19º, 20º e 21º da secção II do citado Regulamento Geral.

A norma DIN 5035 - Níveis de iluminação.

A norma ISO 8995 - Princípios de ergonomia visual. Iluminação de interiores.

## 3. Descrição das condições de iluminação

### 3.1. Iluminação Natural

A iluminação natural é conseguida através de janelas basculantes (1.5x0.5 m) de vidro martelado que alternam com fixas de idênticas dimensões. Estão localizadas ao longo de toda a parede Este, junto ao tecto.

O telhado de uma água é coberto de placas de chapa zincada que alternam com placas de polietileno translúcido que permitem a entrada de alguma luminosidade.

### **3.2. Iluminação Artificial**

Neste local de trabalho há necessidade de iluminação artificial como fonte de luz complementar.

#### **3.2.1. Tipo de lâmpadas :**

As lâmpadas são fluorescentes tubulares de tonalidade «branca», montadas em armaduras, instaladas no tecto, acerca de 5 metros do solo, em linhas contínuas e dispostas perpendicularmente ao plano de trabalho.

#### **3.2.2. Sistema de iluminação :**

A iluminação é geral uniforme. As armaduras estão repartidas em todo o local, sem ter em conta os postos onde se efectuam os trabalhos.

#### **3.2.3. Iluminação de emergência de segurança :**

Existe um sistema de iluminação de emergência que se situa na parede junto à saída.

## **4. Metodologia**

### **4.1. Equipamento de medição**

Luxímetro Delta OHM, HD 9221

### **4.2. Técnica de medição**

#### **Iluminância:**

A iluminação média geral foi determinada medindo a iluminância em 4 pontos do plano horizontal situado a cerca de 1 metro do pavimento e fazendo a média aritmética dos valores encontrados.

Os valores da iluminância obtiveram-se por leitura directa do luxímetro.

Ao efectuar a medição evitou-se a projecção de sombras sobre a célula, o uso de roupas claras e objectos reflectores.

### **4.3. Condições de medição**

As medições da iluminação foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

## 5. Medições efectuadas

Posto de Trabalho	Iluminância (lux)
Fundição	350

## 6. Análise dos resultados

Considerando o tipo de trabalho a executar de necessidades visuais normais e detalhes médios, segundo a norma DIN 5035, o nível de iluminação deveria estar entre os 500 lux e os 750 lux, logo pode-se concluir que o nível de iluminação é deficiente.

## 7. Conclusão

O nível de iluminação é inferior ao nível sugerido pela norma DIN 5035.

Neste caso é necessário tomar algumas medidas técnicas, porque segundo os nºs 2 e 6, do Artigo 18º da secção II do Reg. Geral, o nível de iluminação deve ser adequado às operações e tipo de trabalho a realizar e não deve ser inferior ao limite mínimo recomendado pelas entidades competentes.

Assim recomenda-se aumentar a intensidade das luminárias e criar um sistema de iluminação de apoio nas zonas de necessidades visuais mais exigentes.

Para dar cumprimento ao nº 6 do Artigo 20º da secção II do Reg. Geral, a manutenção da rede de iluminação deve ser cuidadosamente planeada.

Um primeiro cuidado a ter é a limpeza periódica das luminárias, a fim de que, o rendimento das mesmas não seja afectado pela acumulação de poeiras. Também o estado das paredes e tectos deve ser regularmente verificado.

Outro aspecto a considerar é a substituição das lâmpadas fundidas e avariadas o mais rapidamente possível. Aconselha-se a substituição das lâmpadas em grupo ao atingirem de 60 a 75% da sua vida útil.

Por outro lado, não se deve esquecer as condições de iluminação natural (janelas e placas de polietileno translúcido), segundo o nº 2 do Artigo 19º da secção II do Reg. Geral, estas devem ser mantidas em boas condições de limpeza.

# Relatório de Avaliação das Condições de Iluminação

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação da iluminação nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOFF (Fundição e Novas Tecnologias), sita na rua do Barroco, 174/214, S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Estudo de inovação técnica e transferência de novas tecnologias para a industria da fundição.

1.3. Foi proposto o estudo das condições de iluminação nesta unidade em particular no laboratório de metalografia.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento aos Artigos 18º, 19º, 20º e 21º da secção II. do citado Regulamento Geral.

A norma DIN 5035 - Níveis de iluminação.

A norma ISO 8995 - Princípios de ergonomia visual. Iluminação de interiores.

## 3. Descrição das Condições de Iluminação

### 3.1. Iluminação Natural :

Não existe iluminação natural.

### 3.2. Iluminação Artificial :

Neste local de trabalho há necessidade de iluminação artificial como única fonte de iluminação.

#### 3.2.1. Tipo de lâmpadas :

As lâmpadas são fluorescentes tubulares de «tonalidade branca», montadas em armaduras.

### 3.2.2. Sistema de iluminação :

A iluminação é geral localizada. As lâmpadas fluorescentes estão dispostas aos pares e em fases diferentes, acerca de 2.80 metros do solo.

### 3.2.3. Iluminação de emergência de segurança :

Existe um sistema de iluminação de emergência que se situa junto à saída.

## 4. Metodologia

### 4.1. Equipamento de medição

Luxímetro Delta OHM, HD 9221.

### 4.2. Técnica de medição

#### Iluminância :

A iluminação média geral foi determinada medindo a iluminação em 4 pontos do plano horizontal situado a cerca de 1 metro do pavimento e fazendo a média aritmética dos valores encontrados.

Os valores da iluminância obtiveram-se por leitura directa do luxímetro.

Ao efectuar a medição evitou-se a projecção de sombras sobre a célula, o uso de roupas claras e objectos reflectores.

### 4.3. Condições de medição

As medições da iluminação foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

## 5. Medições Efectuadas

Posto de Trabalho	Iluminância (lux)
Laboratório de Metalografia	600

## 6. Análise dos Resultados

Considerando as tarefas visuais de um laboratório exigentes com pequenos detalhes, segundo a norma DIN 5035 - esta actividade corresponde ao nível 8 que recomenda como valor adequado de iluminância os 1000 lux.

Comparando o valor medido com o sugerido pela norma DIN verifica-se que a iluminância no laboratório de metalografia é insuficiente.

## 7. Conclusão

O nível de iluminação é inferior ao sugerido pela norma DIN 5035.

Neste caso é necessário tomar algumas medidas técnicas, porque segundo os n.ºs 2 e 6 do Artigo 18.º da secção II do Reg. Geral o nível de iluminação deve ser adequado às operações e tipos de trabalho a realizar e não deve ser inferior ao limite mínimo recomendado pelas entidades competentes.

Assim recomenda-se aumentar a intensidade das luminárias.

Para dar cumprimento ao n.º 6 do Artigo 20.º da secção II do Reg. Geral, a manutenção da rede de iluminação deve ser cuidadosamente planeada.

Um primeiro cuidado a ter é a limpeza periódica das luminárias a fim de que o rendimento das mesmas não seja afectado pela acumulação de poeiras. Também o estado das paredes e tectos deve ser regularmente verificado.

Outro aspecto considerar é a substituição das lâmpadas fundidas e avariadas o mais rapidamente possível. Aconselha-se a substituição das lâmpadas em grupo ao atingirem de 60 a 75% da sua vida útil provável.

# Relatório de Avaliação das Condições de Iluminação

## 1. Introdução e objectivos

1.1. Avaliação da iluminação nas instalações de **INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial**, na unidade **CETERM** (Centro de Engenharia Térmica), sita na rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Realização de projectos de investigação e desenvolvimento nas áreas de Engenharia Térmica, Mecânica dos Fluidos, Combustão, Transferências de Calor e Massa, Energias Renováveis, Utilização Racional de Energia e Poluição Ambiental.

1.3. Foi proposto o estudo das condições e do nível de iluminação nesta unidade.

## 2. Legislação e normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento aos Artigos 18º, 19º, 20º e 21º da secção II. do citado Regulamento Geral.

A norma DIN 5035 - Níveis de iluminação.

A norma ISO 8995 - Princípios de ergonomia visual. Iluminação de interiores.

## 3. Descrição das condições de iluminação

### 3.1. Iluminação Natural

O telhado de uma água com desnível de 90º na parte média com cerca de um metro preenchido com vidro martelado.

Ao longo de toda a parede Este, junto ao tecto existem janelas basculantes de vidro martelado que alternam com fixas de idênticas dimensões.

O telhado de uma água é coberto de placas de chapa zincada que alternam com placas de polietileno translúcido que permitem a entrada de alguma luminosidade.

### **3.2. Iluminação Artificial**

Neste local de trabalho há necessidade de iluminação artificial como fonte de luz complementar.

#### **3.2.1. Tipo de lâmpadas :**

As lâmpadas são fluorescentes tubulares de tonalidade «branca», montadas em armaduras, instaladas no tecto em linhas contínuas e dispostas perpendicularmente ao plano de trabalho.

#### **3.2.2. Sistema de iluminação :**

A iluminação é geral uniforme. As armaduras estão repartidas em todo local, sem ter em conta os postos onde se efectuam os trabalhos .

#### **3.2.3. Iluminação de emergência de segurança :**

Existe um sistema de iluminação de emergência que se situa na parede junto à saída.

## **4. Metodologia**

### **4.1. Equipamento de medição**

Luxímetro Delta OHM, HD 9221

### **4.2. Técnica de medição**

#### **Iluminância :**

A iluminação média geral foi determinada medindo a iluminância em 4 pontos do plano horizontal situado a cerca de 1 metro do pavimento e fazendo a média aritmética dos valores encontrados.

Os valores da iluminância obtiveram-se por leitura directa do luxímetro.

Ao efectuar a medição evitou-se a projecção de sombras sobre a célula, o uso de roupas claras e objectos reflectores.

### **4.3. Condições de medição**

As medições da iluminação foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

## 5. Medições efectuadas

Posto de trabalho	Iluminância (lux)
Zona fabril	540

## 6. Análise dos resultados

Considerando o tipo de trabalho a executar como tarefas visuais normais com detalhes médios, segundo a norma DIN 5035, o nível de iluminação deveria estar entre os 500 lux e os 750 lux, logo pode-se concluir que o nível de iluminação é suficiente.

## 7. Conclusão

As condições de iluminação estão de acordo com a legislação por isso recomenda-se, para dar cumprimento ao nº 2, Artigo 19º e nº 6, Artigo 20º da secção II do Reg. Geral, manter as condições de iluminação natural e artificial em boas condições de limpeza e funcionamento.

Um primeiro cuidado a ter é a limpeza periódica das superfícies de iluminação natural e das luminárias a fim de que o rendimento das mesmas não seja afectado pela acumulação de poeiras. Também o estado das paredes e tectos deve ser regularmente verificado.

Outro aspecto a considerar é a substituição das lâmpadas fundidas e avariadas o mais rapidamente possível. Aconselha-se a substituição das lâmpadas em grupo ao atingirem de 60 a 70 % da sua vida útil provável.

O nível de iluminação também está dentro dos valores sugeridos pelas normas.

## ANEXOS 5

- Anexo 5.1. Artigo 24º da Secção II, do Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais
- Anexo 5.2. Instrumentos de medição
- Anexo 5.3. Diagrama psicrométrico
- Anexo 5.4. Produção de calor metabólico
- Anexo 5.5. Determinação da isolamento térmico do vestuário
- Anexo 5.6. Relatórios de avaliação das condições térmicas

## Ambiente Térmico - Legislação

### Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais

(Aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela  
Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro)

#### SECÇÃO III

Condições atmosféricas dos locais de trabalho

Artigo 24º.

(Temperatura e humidade)

1. As condições de temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser mantidas dentro de limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores.

Quando, por condicionalismos tecnológicos, não for possível ou conveniente modificar as condições de temperatura e humidade, deve providenciar-se de modo a proteger os trabalhadores contra temperaturas e humidades prejudiciais através de medidas técnicas localizadas ao meios de protecção individual ou, ainda, pela redução da duração dos períodos de trabalho no local. Não devem ser adoptados sistemas de aquecimento que possam prejudicar a qualidade do ar ambiente.

2. Nas indústrias em que os trabalhadores estejam expostos a temperaturas extremamente altas ou baixas devem existir câmaras de transição para que aqueles trabalhadores possam arrefecer-se ou aquecer-se gradualmente até à temperatura ambiente.

3. As tubagens de vapor de água quente ou qualquer outra fonte de calor devem ser isoladas, por forma a evitar radiações térmicas sobre os trabalhadores.

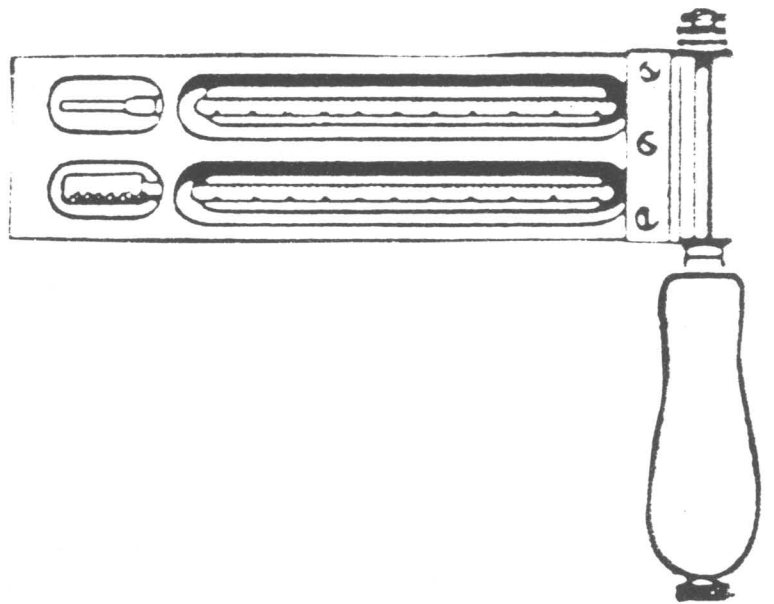
## Anexo 5.1.

4. Sempre que necessário, serão colocados resguardos, fixos ou amovíveis, de preferência à prova de fogo, para proteger os trabalhadores contra radiações intensas de calor.

5. Os radiadores e tubagens de aquecimento central devem ser instalados de modo que os trabalhadores não sejam incomodados pela irradiação de calor ou circulação de ar quente. Deve assegurar-se a protecção contra queimaduras ocasionadas por radiadores.

## Instrumentos de medição

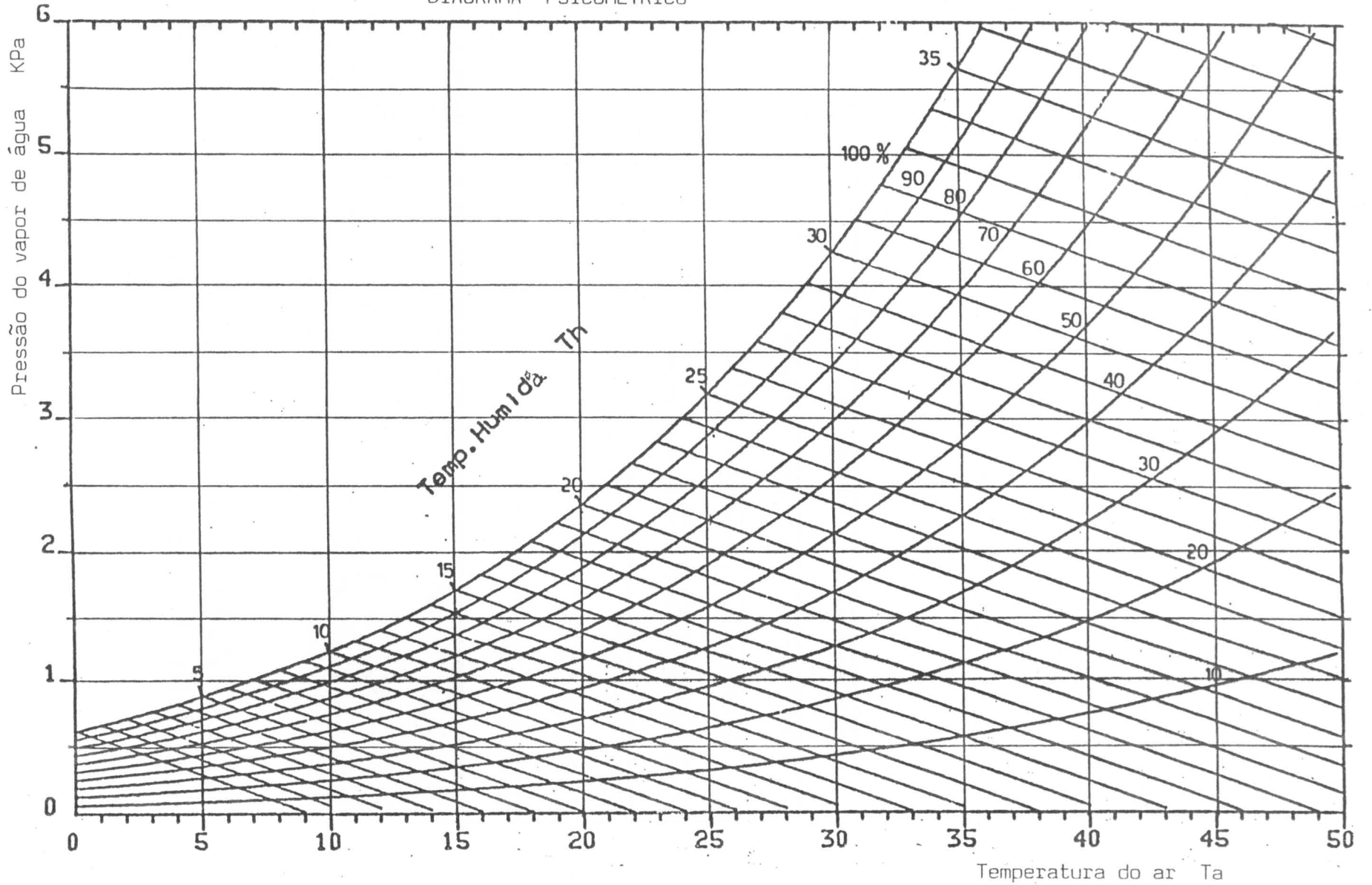
Psicrómetro Rotativo



Termómetro de Globo



DIAGRAMA PSICOMÉTRICO



## PRODUÇÃO DE CALOR METABÓLICO PARA DIFERENTES CATEGORIAS DE ACTIVIDADE

ACTIVIDADE	Produção de Calor Metabólico	
	(W/m <sup>2</sup> )	(met)
Em repouso, deitado	46	0.8
Em repouso, sentado	58	1.0
Em repouso, de pé	70	1.2
Actividade ligeira sentado (escritório, escola, laborat.)	70	1.2
Act. executada de pé (lab., industrial ligeira, compras)	93	1.6
Act. executada de pé (vendas, trabalho em máquina)	116	2.0
Actividade média (trabalho em garagem, etc.)	165	2.8

## DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA DO VESTUÁRIO

VESTUÁRIO	I <sub>cl</sub>	
	(m <sup>2</sup> C/W)	(clo)
Nú	0	0
Calções	0.015	0.1
Vestuário tropical (slips, calças ligeiras, camisa de mangas curtas, sapatos ligeiros e meias)	0.045	0.3
Vestuário de verão ligeiro (slips, calças ligeiras, camisa de mangas curtas, meias ligeiras e sapatos)	0.08	0.5
Vestuário de trabalho ligeiro (roupa interior ligeira, camisa de trabalho de algodão de mangas compridas, calças de trabalho, meias de lã e sapatos)	0.11	0.7
Vestuário interior de inverno (roupa interior, camisa de mangas compridas, calças, camisola de mangas compridas, sapatos e meias grossas)	0.16	1.0
Vestuário tradicional europeu (roupa interior de algodão de mangas compridas, camisa, calças, colete e casaco, sapatos e meias grossas)	0.23	1.5

# Relatório de Avaliação das Condições Térmicas

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação do ambiente térmico nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOFF (Fundição e Novas Tecnologias), sita na rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Estudo de inovação técnica e transferência de novas tecnologias para a indústria de fundição. As suas actividades dividem-se pelas seguintes áreas : fundição, revestimentos de materiais para elevadas temperaturas, simulação e fabricação assistida por computador.

1.3. Foi proposto o estudo das condições térmicas nesta unidade, em particular, na zona de fundição.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento ao Artigo 24º da secção II do citado Regulamento Geral.

A normalização aplicável a ambientes térmicos neutros, é a norma ISO 7933 respeitante ao cálculo dos índices de avaliação de conforto térmico PMV-PPD.

## 3. Metodologia

### 3.1. Parâmetros a medir

Durante a avaliação do ambiente térmico deste posto de trabalho foi feita a quantificação de alguns parâmetros de forma a se poder calcular os índices referidos na norma ISO 7933 :

- Temperatura do ar (símbolo:  $t_a$ ; unidade: °C)
- Temperatura húmida (símbolo:  $t_h$ ; unidade: °C)
- Velocidade do ar (símbolo:  $v_a$ ; unidade:  $m.s^{-1}$ )
- Temperatura de globo (símbolo:  $t_g$ )
- Isolamento do vestuário (símbolo:  $I_v$ ; unidade: clo)
- Metabolismo (símbolo:  $M$ ; unidade:  $W.m^{-2}$ )

### 3.2. Equipamento de medição

- Termómetro de bolbo seco e Termómetro de bolbo húmido, ambos incluídos no psicrómetro rotativo ( $t_a$  e  $t_h$ )
- Termómetro de globo ( $t_g$ )
- Termoanemómetro ( $v_a$ )

### 3.3. Técnica de medição

O Metabolismo (M) e o Isolamento do Vestuário ( $I_v$ ) foram obtidos por consulta de tabelas.

Colocados todos os instrumentos de medição, só após estes estabilizarem, é que foram feitas as medições.

No psicrómetro rotativo utilizou-se água destilada e foi rodado a uma velocidade de cerca de 60 r/min.

Durante o vazamento o termómetro de globo estava colocado acerca de 3 metros do forno de indução, e a leitura obteve-se 20 minutos após se ter colocado nessa posição.

### 3.4. Condições de medição

As medições foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

Procurou-se que durante a avaliação, o operador desempenha-se as suas tarefas usando os métodos e cadências habituais.

### 3.5. Determinação dos índices

Depois de efectuadas as medições, os valores dos parâmetros foram introduzidos no programa informático, «Programme Chaleur», que calcula os índices PMV-PPD.

## 4. Resultados das observações

Horário	d	120	min
Temperatura do ar	$t_a$	22	°C
Velocidade do ar	$v_a$	0.1	m.s <sup>-1</sup>
Temperatura de globo	$t_g$	30	°C
Temperatura radiante	$t_r$	35	°C
Temperatura húmida	$t_h$	14	°C
Pressão parcial do vapor de água	$p_a$	1.064	KPa
Húmididade relativa	$h_r$	40	%
Metabolismo	M	116	w.m <sup>-2</sup>

Continuação do quadro anterior

Isolamento do vestuário	$I_v$	1.5	clo
Posição		de pé	

## 5. Análise dos resultados

Posto de Trabalho	PMV	PPD (%)
Fundição	1.88	71

Por análise dos índices verifica-se que a percentagem de indivíduos termicamente desconfortáveis é de 71%, e que a sensação térmica associada à exposição a este ambiente térmico está muito próximo do tépido.

## 6. Conclusão

Face aos resultados da secção anterior, pode concluir-se que estamos perante uma situação de desconforto térmico.

Neste caso, para dar cumprimento ao Artigo 24º, da secção II do Reg. Geral, é necessário tomar algumas medidas de prevenção :

### 6.1. Medidas construtivas

A única solução válida é colocar um painel entre o forno e o operador. O painel tem por objectivo absorver ou reflectir a radiação proveniente da fonte de calor.

A colocação junto à fonte de calor de um sistema de ventilação local ou insuflação de ar fresco não diminui a fadiga térmica.

### 6.2. Medidas organizacionais

A redução do tempo de exposição não é uma solução a considerar dado que já é muito baixo.

### 6.3. Medidas de protecção individual

Não é necessário tomar mais alguma medida de protecção adicional. O operador quando se encontra junto da fonte de calor e na altura do vazamento usa :

#### Anexo 5.6.

- para protecção da cabeça, dos olhos e do rosto, um capacete de protecção em plástico termoendurecível com uma viseira de protecção em plástico transparente, incorporada;
- para protecção do corpo, um fato de uma só peça e um avental em couro;
- para protecção das mãos e membros superiores, um par de luvas de ambiente e umas mangas em couro;
- para protecção dos pés, um par de botas com biqueira de aço e umas polainas em couro.

Titre : APPLICATION :

Fichier :

## SEQUENCE 1 SUR 1 PHASES DE TRAVAIL AU TOTAL

## PARAMETRES DE BASE

Dure	d	120	min
Température de l'air	Ta	22	½C
Vitesse absolue de l'air	Va	.1	m/s
Température du globe	Tg	30	½C
Temp. moy. de rayonnement	Tr	35	½C
Température humide	Th	14	½C
Pression part. de vapeur	Pa	1.064	kPa
Humidité relative	HR	40	%
Energie métabolique	M	116	W/m»
Travail extérieur fourni	W	0	W/m»
Posture			Debout
Isolement therm. vestimentaire	Icl	1.5	Clo
PMV = 1.88	PPD = 71 %		
WBGT = 21	WBGT limite = 28.6		

INTERPRETATION : ANALYSE DE LA SEQUENCE 1 (Dure = 120 min)

	SUJETS NON ACCLIMATES		SUJETS ACCLIMATES		
	ALARME	DANGER	ALARME	DANGER	
Wp	.82	.82	.82	.82	
Ep	87.2	87.2	87.2	87.2	W/m»
SWp	131.2	131.2	131.2	131.2	W/m»
Perte hydr	283	283	283	283	Wh/m»
	735	735	735	735	gr
Arret pour après DLE	----- 120	----- 120	----- 120	----- 120	min

# Relatório de Avaliação das Condições Térmicas

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação do ambiente térmico realizado nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETECOP (Tecnologias de Conformação Plástica), sita na rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Forte intervenção nas áreas do corte dos metais em chapa, da embutidura, da caracterização mecânica dos materiais, da simulação numérica dos processos de conformação e na concepção de novas ferramentas e processos avançados de fabrico.

1.3. Foi proposto o estudo do ambiente térmico nesta unidade.

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento aos Artigos 24º da secção II do citado Regulamento Geral.

A normalização aplicável a ambientes térmicos neutros, é a norma ISO 7933 respeitante ao cálculo dos índices de avaliação de conforto térmico PMV-PPD.

## 3. Metodologia

### 3.1. Parâmetros a medir

Durante a avaliação do ambiente térmico deste posto de trabalho foi feita a quantificação de alguns parâmetros de forma a se poder calcular os índices referidos na norma ISO 7933 :

- Temperatura do ar (símbolo:  $t_a$ ; unidade: °c)
- Temperatura húmida (símbolo:  $t_h$ ; unidade: °c)
- Velocidade do ar (símbolo:  $v_a$ ; unidade: m.s<sup>-1</sup>)
- Temperatura do globo (símbolo:  $t_g$ ) e consequentemente temperatura radiante (símbolo:  $t_r$ )
- Isolamento do vestuário (símbolo:  $I_v$ ; unidade: clo)
- Metabolismo (símbolo:  $M$ ; unidade: W.m<sup>-2</sup>)

### 3.2. Equipamento de medição

- Termómetro de bolbo seco e termómetro de bolbo húmido, ambos incluídos no psicrómetro rotativo ( $t_a$  e  $t_h$ )
- Termómetro de globo ( $t_g$  e  $t_r$ )
- Termoanemómetro ( $v_a$ )

### 3.3. Técnica de medição

O metabolismo (M) e o isolamento do vestuário ( $I_v$ ) foram obtidos por consulta de tabelas.

Colocados todos os instrumentos de medição, só após estes estabilizarem, é que foram feitas as medições.

No psicrómetro rotativo utilizou-se água destilada e foi rodado a uma velocidade de cerca de 60 r/min.

### 3.4. Condições de medição

As medições foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

Procurou-se que durante a avaliação, o operador desempenha-se as suas tarefas usando os métodos e cadências habituais.

### 3.5. Determinação dos índices

Depois de efectuadas as medições, os valores dos parâmetros foram introduzidos no programa informático, «Programme Chaleur», que calcula os índices PMV-PPD.

## 4. Resultados das observações

Horário	d	480	min
Temperatura do ar	$t_a$	15	°C
Velocidade do ar	$v_a$	0.1	m.s <sup>-1</sup>
Temperatura de globo	$t_g$	15	°C
Temperatura radiante	$t_r$	15	°C
Temperatura húmida	$t_h$	12	°C
Pressão parcial do vapor de água	$p_a$	1.202	KPa
Húmididade relativa	$h_r$	71	%
Metabolismo	M	93	w.m <sup>-2</sup>
Isolamento do vestuário	$I_v$	1	clo
Posição		de pé	

## 5. Análise dos resultados

Posto de trabalho	PMV	PPD (%)
Zona fabril	- 0.44	9

Por análise dos índices verifica-se que a percentagem de indivíduos termicamente desconfortáveis é de 9%, e que a sensação térmica associada à exposição a este ambiente térmico é de ligeiramente fresco.

## 6. Conclusão

Face os resultados da secção anterior, pode concluir-se que estamos perante uma situação de conforto térmico.

No entanto, as condições térmicas e de humidade neste posto de trabalho tendem a reflectir a temperatura do exterior, devido ao sistema de ventilação ser deficiente e não existir aquecimento.

Num clima mais agreste a situação seria de desconforto térmico, e nesse caso recomendar-se-ia, para dar cumprimento ao nº 1 do Artigo 24º do Reg. Geral, melhorar o sistema de ventilação e criar um sistema de aquecimento e refrigeração.

Titre : APPLICATION :

Fichier :

SEQUENCE 1 SUR 1 PHASES DE TRAVAIL AU TOTAL  
PARAMETRES DE BASE

Dure	d	480	min
Température de l'air	Ta	15	½C
Vitesse absolue de l'air	Va	.1	m/s
Température du globe	Tg	15	½C
Temp. moy. de rayonnement	Tr	15	½C
Température humide	Th	12	½C
Pression part. de vapeur	Pa	1.202	kPa
Humidité relative	HR	71	%
Energie métabolique	M	93	W/m»
Travail extérieur fourni	W	0	W/m»
Posture			Debout
Isolement therm. vestimentaire	Icl	1	Clo
PMV = -.44	PPD = 9 %		
WBGT = 13.1	WBGT limite = 29.8		

INTERPRETATION : ANALYSE DE LA SEQUENCE 1 (Dure = 480 min)

	SUJETS NON ACCLIMATES		SUJETS ACCLIMATES		
	ALARME	DANGER	ALARME	DANGER	
Wp	.1	.1	.1	.1	
Ep	11.5	11.5	11.5	11.5	W/m»
SWp	11.6	11.6	11.6	11.6	W/m»
Perte hydr	153	153	153	153	Wh/m»
	399	399	399	399	gr
Arret pour après DLE	----- 480	----- 480	----- 480	----- 480	min

# Relatório de Avaliação das Condições Térmicas

## 1. Introdução e Objectivos

1.1. Avaliação do ambiente térmico realizado nas instalações do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, na unidade CETERM (Centro de Engenharia Térmica), sita na rua do Barroco, 174/214, 4465 S. Mamede de Infesta.

1.2. Actividade : Realização de projectos de investigação e desenvolvimento nas áreas de Engenharia Térmica, Mecânica dos Fluidos, Combustão, Transferências de Calor e Massa, Energias Renováveis, Utilização Racional de Energia e Poluição Ambiental.

1.3. Foi proposto o estudo do ambiente térmico nesta unidade, em particular, na zona do Ventilador (máquina de transporte pneumático de rolhas).

## 2. Legislação e Normalização

A legislação portuguesa aplicável resume-se ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (que designarei doravante por Reg. Geral), aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro. O presente estudo pretende dar cumprimento aos Artigo 24º da secção II do citado Regulamento Geral.

A normalização aplicável a ambientes térmicos neutros, é a norma ISO 7933 respeitante ao cálculo dos índices de avaliação de conforto térmico PMV-PPD.

## 3. Metodologia

### 3.1. Parâmetros a medir

Durante a avaliação do ambiente térmico deste posto de trabalho foi feita a quantificação de alguns parâmetros de forma a se poder calcular os índices referidos na norma ISO 7933 :

- Temperatura do ar (símbolo:  $t_a$ ; unidade: °C)
- Temperatura húmida (símbolo:  $t_h$ ; unidade: °C)
- Velocidade do ar (símbolo:  $v_a$ ; unidade: m.s<sup>-1</sup>)
- Temperatura de globo (símbolo:  $t_g$ ) e conseqüentemente a temperatura radiante (símbolo:  $t_r$ )
- Isolamento do vestuário (símbolo:  $I_v$ ; unidade: clo)
- Metabolismo (símbolo:  $M$ ; unidade: W.m<sup>-2</sup>).

### 3.2. Equipamento de medição

- Termómetro de bolbo seco e termómetro de bolbo húmido, ambos incluídos no psicrómetro rotativo ( $t_a$  e  $t_h$ )
- Termómetro de globo ( $t_g$  e  $t_r$ )
- Termoanemómetro ( $v_a$ )

### 3.3. Técnica de medição

O Metabolismo (M) e o isolamento do vestuário ( $I_v$ ) foram obtidos por consulta de tabelas.

Colocados todos os instrumentos de medição, só após estes estabilizarem, é que foram feitas as medições.

No psicrómetro rotativo utilizou-se água destilada e foi rodado a uma velocidade de cerca de 60 r/min.

### 3.4. Condições de medição

As medições foram efectuadas durante o horário normal de trabalho.

Procurou-se que durante a avaliação, o operador desempenha-se as suas tarefas usando os métodos e cadências habituais.

### 3.5. Determinação dos índices

Depois de efectuadas as medições, os valores dos parâmetros foram introduzidos no programa informático, «Programme Chaleur», que calcula os índices PMV-PPD.

## 4. Resultados das observações

Horário	d	480	min
Temperatura do ar	$t_a$	16	°C
Velocidade do ar	$v_a$	0.1	m.s <sup>-1</sup>
Temperatura de globo	$t_g$	16	°C
Temperatura radiante	$t_r$	16	°C
Temperatura húmida	$t_h$	12.5	°C
Pressão parcial do vapor de água	$p_a$	1.215	KPa
Húmididade relativa	$h_r$	67	%
Metabolismo	M	93	w.m <sup>-1</sup>
Isolamento do vestuário	$I_v$	1	clo
Posição		de pé	

## 5. Análise dos resultados

Posto de trabalho	PMV	PPD (%)
Ventilador	- 0.29	7

Por análise dos índices verifica-se que a percentagem de indivíduos termicamente desconfortáveis é de 7%, e que a sensação térmica associada à exposição a este ambiente térmico está entre o neutro e o ligeiramente fresco.

## 6. Conclusão

Face os resultados da secção anterior, pode concluir-se que estamos perante uma situação de conforto térmico.

No entanto, as condições térmicas e de humidade neste posto de trabalho tendem a reflectir a temperatura do exterior, devido ao sistema de ventilação ser deficiente e não existir aquecimento.

Num clima mais agreste a situação seria de desconforto térmico, e nesse caso recomendar-se-ia, para dar cumprimento ao nº 1 do Artigo 24º do Reg. Geral, melhorar o sistema de ventilação e criar um sistema de aquecimento e refrigeração.

SEQUENCE 1 SUR 1 PHASES DE TRAVAIL AU TOTAL  
PARAMETRES DE BASE

Dure	d	480	min
Température de l'air	Ta	16	½C
Vitesse absolue de l'air	Va	.1	m/s
Température du globe	Tg	16	½C
Temp. moy. de rayonnement	Tr	16	½C
Température humide	Th	12.5	½C
Pression part. de vapeur	Pa	1.215	kPa
Humidit relative	HR	67	%
Energie mtabolique	M	93	W/m»
Travail extrieur fourni	W	0	W/m»
Posture		Debout	
Isolement therm. vestimentaire	Icl	1	Clo
PMV = -.29	PPD = 7 %		
WBGT = 13.8	WBGT limite = 29.8		

INTERPRETATION : ANALYSE DE LA SEQUENCE 1 (Dure = 480 min)

	SUJETS NON ACCLIMATES		SUJETS ACCLIMATES		
	ALARME	DANGER	ALARME	DANGER	
Wp	.13	.13	.13	.13	
Ep	15.3	15.3	15.3	15.3	W/m»
SWp	15.4	15.4	15.4	15.4	W/m»
Perte hydr	184	184	184	184	Wh/m»
	477	477	477	477	gr
Arret pour aprs DLE	----- 480	----- 480	----- 480	----- 480	min

# Bibliografia

**Alberto Sérgio S. M. Miguel**

Manual de Higiene e Segurança do Trabalho

Porto Editora, 3ª edição 1995

**Brüel & Kjaer Portugal**

Apontamentos do Curso de Ruído Industrial

**Brüel & Kjaer Portugal**

Manual do Dosímetro 4436

**Brüel & Kjaer**

Measuring Sound

**Brüel & Kjaer (1985)**

Noise and Vibration

Pocket Handbook, Naerum.

**Brüel & Kjaer**

Environmental Catalogue 1996

**Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho**

**Ministério do Trabalho e Segurança Social**

Prevenção no Trabalho

Bol. Prev. no Trab., Lisboa, vol. 6, nº 79, Out./ Nov./ Dez. 84.

**Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho**

**Ministério do Trabalho e Segurança Social**

Prevenção no Trabalho

Bol. Prev. no Trabalho/ Lisboa/ Vol. 12/ nº143/ Novembro 90

**Direcção-Geral de Higiene e Segurança do Trabalho**

**Ministério do Trabalho e Segurança Social**

Iluminação e Segurança

Maria Fernanda Horta Pinto

Prevenção no Trabalho N.º 65

Bol. Prev. no Trabalho, Lisboa.

**Fundação MAPFRE**

Manual de Higiene Industrial

Editorial MAPFRE, 3ª edição Janeiro de 1995.

**Instalações de Energia Eléctrica e Telefones**

Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica

Porto Editora.

**Ministério do Emprego e da Segurança Social**

Caderno de Divulgação 5

Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos estabelecimentos Industriais

(Aprovado pela Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro e alterado pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro).

Lisboa, 1993.

**Ministério do Emprego e da Segurança Social**

Colectânea de Legislação sobre Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho  
Lisboa, Maio de 1992.

**M. Manuela Ferreira Nascimento**

Inspectora Superior do Trabalho

Medidas de conforto visual a que devem obedecer as instalações de iluminação nos locais de trabalho.

**M. Manuela Ferreira Nascimento**

Inspectora Superior do Trabalho

Múltiplas vantagens numa boa iluminação tanto para o trabalhador como para o trabalho.

**Norma Portuguesa NP - 1730 (1981)**

Acústica. Grau de Reacção Humana ao Ruído.

**Norma Portuguesa NP - 1733 (1981)**

Acústica. Estimativa da Exposição ao Ruído durante o Exercício de uma Actividade Profissional, com vista à Protecção da Audição.

**Norme Internationale ISO - 7933 (1989)**

Ambiances thermiques chaudes - Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de la sudation requise.

**Norma DIN - 5035**

Níveis de iluminação por actividades.

**Norma ISO - 8995**

Princípios de Ergonomia Visual. Iluminação em sistemas de trabalho em interiores.

**Serviço Social de Higiene y Seguridad del Trabajo**

El trabajo en ambientes con Sobrecarga Térmica

Plan de Estudios del Técnico de Seguridad y Higiene del Trabajo

Ediciones y publicaciones 40/81.

**Universidade do Minho - DPS**

**Mónica Paz Barroso**

Ergonomia e Estudos do Trabalho II

Ruído Ocupacional

Guimarães, Abril 1994.

**Universidade do Minho**

**Grupo de Engenharia Humana**

Apontamentos da cadeira de Ergonomia e Estudos do Trabalho II

Ambiente Térmico

Guimarães, Maio 1995.





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



000064473

621  
GEI