



Avaliação de Riscos em Postos de trabalho de soldadura

Susana Sofia Martins Simões Lavoura

Coimbra, 2013

Avaliação de Riscos em Postos de trabalho de soldadura

Dissertação de Mestrado apresentado à
Faculdade de Medicina da Universidade de
Coimbra com vista à obtenção do grau de Mestre
em Saúde Ocupacional.

Aluna: Susana Sofia Martins Simões Lavoura

Orientador: Engenheiro António Celestino Camossa Neto Simões

Coorientador: Professor Doutor Massano Cardoso

Coimbra, 2013

“A riqueza de uma empresa depende da saúde dos trabalhadores.”

Dra. Maria Neira, Diretora, Departamento de Saúde Pública e Ambiente,

Organização Mundial da Saúde

Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer aos meus pais e avós por me terem acompanhado e apoiado sempre em todas as minhas decisões.

Gostaria de agradecer de forma muito especial às pessoas que me acompanharam ao longo deste último ano: à Carla, Elizabete e Bartolomeu, responsáveis por tornar possível a concretização deste projeto. Queria agradecer-lhes pela paciência, pela vontade, pela motivação, pela força, porta e mente sempre abertas, pela discussão, pela persistência, pela influência, por me alargar os horizontes, pela oportunidade e, principalmente, pela aposta e confiança que depositaram em mim e no projeto que dá origem a este trabalho.

Gostaria de agradecer também, de uma maneira especial, ao Eng.º Neto Simões, orientador deste projeto. Agradeço pela orientação, pela paciência, pela disponibilidade prestada, pelo acompanhamento nos momentos difíceis e pela palavra amiga sempre que necessário.

Ao Professor Massano Cardoso, pela prestabilidade demonstrada.

Amigos, família, companheiros e por aí adiante. A todos aqueles que diretamente me apoiaram e apoiam, a todos aqueles que estão sempre lá quando é preciso e quando não é preciso, o meu muito obrigada.

E deixo para o fim as pessoas mais importantes da minha vida: o meu amigo e companheiro dos bons e dos maus momentos; a pessoa que me transmite tranquilidade, calma, serenidade, alegria e todo um conjunto de diferentes sensações e sentimentos todos ao mesmo tempo; a pessoa sem a qual eu seria incapaz de escrever o que quer que fosse ou viver o que quer que fosse, a pessoa que me faz e quer bem; ao meu namorado, Filipe, obrigada por seres quem és, obrigada por todo o contributo que deste a esta tese. Á Marianinha pelos beijinhos e abraços, por todo o carinho que me dá! Obrigada por tudo!

Índice Geral

Agradecimentos	IV
Índice Geral	V
Índice de Tabelas	X
Índice de Figuras	XI
Índice de Gráficos	XIII
Índice de Quadros	XIV
Lista de Abreviaturas	XV
Resumo	XVIII
Abstract	XX
Parte I – Enquadramento teórico	22
Capítulo I - Introdução	23
1.Pertinência do tema	23
2. Objetivos do estudo	23
3.Hipóteses de Investigação	23
4. Estrutura do Trabalho	24
5. Apresentação da empresa em estudo	24
5.1 População da empresa	28
5.2 Estudo da sinistralidade da empresa	29
Capítulo II – Avaliação de Riscos	30
1. A avaliação de riscos no local de trabalho	30
2.Conceito de Perigo e Risco	31

3. Análise, avaliação, controlo de gestão de riscos.....	31
4. Metodologias de Avaliação de Riscos.....	32
4.1 Métodos de avaliação Qualitativos (MAQI).....	33
4.2 Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQt).....	34
4.3 Métodos de Avaliação Semi – Quantitativos (MASqt).....	35
5. Método de avaliação de Riscos Simplificado.....	36
5.1 Nível de deficiência.....	38
5.2 Nível de exposição.....	38
5.3 Nível de Probabilidade.....	39
5.4 Nível de consequências.....	39
5.5 Nível de risco e nível de intervenção.....	40
Capítulo III – Soldadura.....	41
1. Definição de Soldadura.....	41
2. Processos de soldadura.....	42
2.1 Soldadura por fusão.....	42
2.2 Soldadura no estado sólido.....	43
2.3 Corte Térmico.....	43
3. Descrição dos principais processos de soldadura.....	43
3.1 Soldadura a arco elétrico.....	44
3.2 Soldadura a arco elétrico por elétrodos revestidos.....	46
3.3 Soldadura por resistência.....	47
3.4 Soldadura TIG.....	48
3.5 Soldadura MIG/MAG.....	50

Capítulo IV – Riscos associados a atividades de soldadura MIG MAG.....	55
1. Riscos associados à exposição a agentes químicos	55
1.1 Regime jurídico aplicável	55
1.2 Classificação dos agentes químicos.....	56
1.3 Vias de entrada no organismo	58
1.4 Medidas de prevenção e proteção contra os riscos decorrentes da exposição a agentes químicos	58
2. Ruído	61
2.1 O som.....	61
2.2 Características dos sons.....	62
2.3 Pressão Sonora	62
2.4 Sistema Auditivo Humano.....	65
2.5 Audibilidade.....	66
2.6 Avaliação Quantitativa do Ruído em locais de trabalho	67
2.7 Exposição Pessoal Diária de um Trabalhador ao Ruído durante o Trabalho – LEX, 8 h	68
2.8 Controlo do Ruído	69
2.9 Enquadramento legal.....	71
3. Iluminação	73
3.1 Enquadramento legal	73
3.2 A visão.....	75
3.3 Visão e trabalho	77
3.4 Iluminação e idade	78

3.5 Efeitos de uma má iluminação.....	79
3.6 Contrastes e cores.....	80
3.7 Fotometria.....	81
3.8 Sistemas de iluminação.....	82
3.9 Iluminação para condições ótimas de trabalho.....	86
4. Ambiente térmico.....	88
4.1 Análise do Balanço Térmico.....	88
4.2 Conforto térmico.....	89
4.3 Índices de conforto térmico.....	90
4.4 Índices de <i>Stress</i> Térmico.....	92
4.5 Consequências do <i>Stress</i> Térmico.....	93
4.8 Medidas de prevenção aplicáveis.....	94
Parte II – Contribuição Pessoal.....	95
Capítulo V – População/ Metodologia / Instrumentos de medição.....	96
1. População.....	96
2. Metodologia / Instrumentos de medição.....	101
2.1 Metodologia para Avaliação dos agentes químicos.....	101
2.2 Metodologia para Avaliação da Iluminância.....	103
2.3 Metodologia para Avaliação do Ruído.....	104
2.4 Metodologia para Avaliação do Ambiente Térmico.....	105
3. Resultados.....	107
3.1. Avaliação de riscos utilizando o método simplificado.....	107
3.2. Avaliação de agentes químicos.....	115

3.3	Avaliação da iluminância	117
3.4	Avaliação do ruído.....	119
3.5	Avaliação do ambiente térmico	122
4.	Discussão e Conclusão	127
	Bibliografia	135
	Anexos	141

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição dos funcionários por idade.....	28
Tabela 2 - Sinistralidade entre Janeiro de 2010 a Dezembro de 2012.....	29
Tabela 3 - Determinação do nível de deficiência.....	38
Tabela 4- Determinação do nível de exposição.....	38
Tabela 5 - Determinação do nível de probabilidade.....	39
Tabela 6 - Significado dos diferentes níveis de probabilidade.....	39
Tabela 7 - Significado dos diferentes níveis de consequência.....	40
Tabela 8 - Cálculo do nível do risco e de intervenção.....	40
Tabela 9 - Significado do nível de intervenção.....	40
Tabela 12 - Tempos de resposta ótica.....	78
Tabela 15 - Classificação das luminárias de acordo com a CIE (Comissão internacional sobre iluminação).....	84
Tabela 16 - Níveis de iluminação para algumas atividades de processamento de metal.....	87
Tabela 17 - Nível de metabolismo em função da atividade física desenvolvida.....	89
Tabela 18 - Resistência Térmica do vestuário.....	90
Tabela 19 - Escala de sensação térmica.....	91
Tabela 20 - Limites fisiológicos que não devem ser ultrapassados.....	93
Tabela 23 - Descrição dos caudais e respetivos tempos de amostragem relativos a cada composto a analisar.....	102
Tabela 24- Concentração de poeiras totais observadas na amostra.....	115
Tabela 25- Concentração de poeiras inaláveis observadas na amostra.....	115
Tabela 26 - Concentrações de metais observadas na amostra.....	116
Tabela 27 - Resultados da avaliação da iluminância - período da manhã.....	117
Tabela 28 - Resultados da avaliação da iluminância - período da tarde.....	117
Tabela 29 - Resultados da avaliação da iluminância - período da noite.....	118

Índice de Figuras

Figura 1 - Sistema de escape.	25
Figura 2 – Catalisador.	25
Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo.	26
Figura 4 - Processo de gestão de riscos.....	32
Figura 5 - Tipos de métodos de avaliação de riscos.....	35
Figura 6 - Método Simplificado de Avaliação de Riscos.....	37
Figura 7 - Representação do processo de soldadura MIG/MAG.....	50
Figura 8 - Instalação para soldadura MIG/MAG.	52
Figura 9 – Modos de transferência de acordo com a classificação do IIS/IIW.	53
Figura 10 - Gama de frequências de várias fontes sonoras.	63
Figura 11 - Curvas de ponderação.	64
Figura 12 - Anatomia do ouvido humano.	65
Figura 13 - Audibilidade de um som.	67
Figura 14 - Alterações fisiológicas reversíveis sob efeitos dos ruídos no organismo humano. .	69
Figura 15 -Corte transversal do olho humano.....	75
Figura 16 - Olho humano Vs. Câmara fotográfica	76
Figura 17 - Relação entre idade e luz necessária para ler um livro impresso.....	78
Figura 18 – Representação de um sistema de iluminação básico.....	82
Figura 19 - Lâmpada incandescente comum / Filamento incandescente.....	85
Figura 20 - Gráfico de eficiência energética dos principais tipos de lâmpadas.....	86
Figura 21 - Percentagem previsível de insatisfeitos (PPD) em função do voto médio previsível (PMV).	91
Figura 22 - Valores permissíveis de exposição ao calor.	93
Figura 23 - Layout - zona de soldadura.	96
Figura 24 - Bancadas de soldadura MIG MAG.	96
Figura 25 - Contentores utilizados / Stracker.....	97

Figura 26 - Gabarit / Montagem do silencioso.	97
Figura 27 - Processo de soldadura: equipamentos utilizados.	97
Figura 28 - Metodologia de recolha de dados na avaliação de agentes.	102
Figura 29 - Iluminação utilizada nas bancadas.....	103
Figura 30 - Localização dos pontos de medição, para a avaliação do ruído.....	104
Figura 31 - Posicionamento do sonómetro em campo.	105
Figura 32 - Localização dos pontos de medição, para a avaliação do ambiente térmico.	106
Figura 33 - Termohidrómetro.	106

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Distribuição da amostra por sexo e por idade.....	98
Gráfico 2 - Caracterização da amostra face ao grau de escolaridade.	99
Gráfico 3 - Horas diárias despendidas na atividade de Soldadura.....	99
Gráfico 4 - Distribuição dos trabalhadores relativamente ao tempo de permanência da empresa em estudo.....	100
Gráfico 5- Caracterização dos riscos por tarefa.	114
Gráfico 6 - Caracterização da tarefa 1 face aos riscos identificados.....	114
Gráfico 7 - Caracterização da tarefa 2 face aos riscos identificados.....	114
Gráfico 8 - Caracterização da tarefa 2 face aos riscos identificados.....	115
Gráfico 9 – Valores de Laeq resultantes das medições efetuadas no período da manhã.	119
Gráfico 10 – Valores de Laeq resultantes das medições efetuadas no período da tarde.	119
Gráfico 11 - Valores de Laeq resultantes das medições efetuadas no período da noite.	119
Gráfico 12 – Representação gráfica dos valores de LCpico avaliados nos três períodos.	120
Gráfico 13 - Valores da velocidade do ar por período de medição.....	122
Gráfico 14 - Valores da temperatura ambiente por período de medição.....	123

Índice de Quadros

Quadro 1 - Vantagens e limitações das metodologias de avaliação de riscos.....	36
Quadro 2 - Tipos de soldadura por arco elétrico.....	45
Quadro 3 - Principais funções dos constituintes do olho Humano.	76
Quadro 4– Defeitos de iluminação.	80
Quadro 5 - Efeitos psicológicos das cores.....	81
Quadro 6 - Consequências do Stress Térmico.....	94
Quadro 7– Estrutura do questionário realizado aos colaboradores.....	101

Lista de Abreviaturas

°C: Graus Celsius

µPa: microPascal – unidade de pressão

A: constante aplicável à velocidade do ar

A: Alta – aplicável no nível de probabilidade, na utilização do Método simplificado de Avaliação de Riscos.

ACGIH: American Conference Industrial Hygienists

AIMMAP: Associação do industriais metalúrgicos metalomecânicos e afins de Portugal

B: Baixa – aplicável no nível de probabilidade, na utilização do Método simplificado de Avaliação de Riscos.

cd/ m² – candela por metro quadrado

cm: centímetro

CO: monóxido de carbono

CO₂: Dióxido de Carbono

dB: Decibel, para exprimir o nível de pressão sonora

dB(A): Ruído avaliado com malha de ponderação (filtro) A, para exprimir o nível de pressão sonora

EPI: Equipamento de Proteção Individual

g/h: gramas de água por hora

G: Gravidade

H₂O: água

HC: Hidrocarbonetos

Hz: Hertz – unidade de frequência

IF: índice de frequência relativo aos acidentes de trabalho

IG: índice de gravidade relativo aos acidentes de trabalho

IGA: índice de avaliação de gravidade

M: Média – aplicável no nível de probabilidade, na utilização do Método simplificado de Avaliação de Riscos.

m: metro

MA: Muito alta – aplicável no nível de probabilidade, na utilização do Método simplificado de Avaliação de Riscos.

MASqt - Métodos de Avaliação Semi – Quantitativos

MAQt - Métodos de Avaliação Quantitativos

MAQI- Métodos de avaliação Qualitativos

met: Nível de metabolismo

mmHg: milímetros de mercúrio

MA: Muito Alta

MAG: *Metal active gas*

MIG: *Metal inert gas*

N₂: Azoto

N.º: número

NC: Nível de consequência

ND: Nível de deficiência

NE: Nível de exposição

NO_x: óxidos de azoto

NP: Nível de probabilidade

NR: Nível de risco

P: Probabilidade

Pa: Pascal – unidade de pressão

p.e.: Por exemplo

PMV: *Predicted Mean Vote*

PPD: *Predicted Percentage of Dissatisfied*

R: Magnitude do risco

t_a: Temperatura do ar

t_g: Temperatura do globo

TIG: *Tungsten inert gas*

t_o: Temperatura operativa

t_r: Temperatura radiante

v_{ar}: Velocidade do ar

W: trabalho externo, em watts por metro quadrado

WBGT: *Wet bBulb Globe Temperature*

Resumo

Com o constante desenvolver da sociedade, a soldadura tem sido largamente utilizada em muitas áreas industriais. Nos últimos anos têm sido desenvolvidos novos métodos, novas aplicações e novos sistemas. O contínuo desenvolvimento da soldadura faz dela um processo fundamental nas indústrias. Além disso, contribui para a melhoria da qualidade de vida das populações, simplifica e acelera vários processos industriais e torna possível o desenvolvimento de novas indústrias, que aumentam a oferta de bens.

A soldadura consiste num processo que tem, por objetivo a união de duas ou mais peças, assegurando ao mesmo tempo a continuidade das propriedades físicas, químicas e metalúrgicas da peça a soldar.

Em termos genéricos, a avaliação de riscos consiste, na análise estruturada de todos os aspetos inerentes ao trabalho, concretizada através da identificação dos fatores de risco, estimação e valoração dos riscos e identificação dos trabalhadores a eles expostos, definindo em cada caso as medidas de prevenção ou proteção adequadas.

Os soldadores são um grupo profissional que se encontra, no seu dia-a-dia, exposto a vários riscos: riscos mecânicos (esmagamento, corte e projeção de partículas), riscos associados a agentes físicos (iluminação, ruído e exposição a radiação não ionizantes), riscos associados à exposição a agentes químicos, entre outros.

O presente estudo foi realizado numa metalúrgica, em postos de soldadura MIG MAG e pretendeu-se avaliar os seguintes parâmetros físicos: agentes químicos, iluminação, ruído e ambiente térmico. Em cada situação, os valores obtidos foram comparados com os valores legislativos / normativos aplicáveis a cada situação. Pretendeu-se ainda proceder à avaliação de riscos dos locais de trabalho por aplicação do método simplificado.

O presente estudo é do tipo descritivo.

Quanto aos resultados obtidos verificamos que, após aplicação do método simplificado de avaliação de riscos, a tarefa de soldadura em si, é aquela que apresenta risco mais elevado para os colaboradores. Em relação à exposição a agentes químicos, verificamos que, face aos agentes em análise, estes se encontravam abaixo dos valores limite de exposição. Já a avaliação do ruído revelou-nos que os colaboradores se encontram expostos a este agente, podendo ocasionar risco para a saúde dos mesmo, visto os valores determinados se encontrarem acima do valor de ação inferior. Quanto aos níveis de iluminação, concluímos que estes cumpriam em todas as bancadas em análise. Finalmente face à avaliação do ambiente térmico aferimos que os colaboradores se encontram em situação aceitável de conforto térmico.

Em conclusão, podemos referir que depois de avaliados os condicionantes ambientais dos postos de trabalho se verificou que não existe risco significativo para a saúde dos colaboradores, embora, devido á necessidade de utilização dos EPI's requeridos pelo processo, não se poderá deixar de referir que se trata de um posto de trabalho gerador de algum desconforto. Importa ainda referir que, sendo a avaliação de riscos um processo contínuo e dinâmico, este deve constituir uma base sólida de qualquer empresa, de forma a dar resposta às exigências legais impostas, proporcionando, ao mesmo tempo, qualidade de vida a todos aos envolventes no processo.

Palavras-chave: soldadura, risco, ruído, iluminação, agentes químicos, ambiente térmico.

Abstract

With the society constant development, the welding process has been widely used in many industrial areas. In recent years new methods, applications and systems have been developed and as a result of this continuous process, welding is now a fundamental process in industries. Besides these, welding contributes to improving the quality of life of populations, simplifies and accelerates several industrial processes making possible the development of new industries which increase the supply of goods.

By definition, welding is a process that has the objective of joining two or more pieces while ensuring the continuity of the physical, chemical and metallurgical properties of a workpiece. In general, risk assessment consists in a structured analysis of all the aspects related to the work accomplished through the identification of risk factors and their estimation and evaluation, and identification of exposed workers, defining in each case, the preventive or protective measures.

Welders are a professional group that is exposed to various risks: mechanical risks (crushing, cutting and projection of particles), physical agents risks (light, noise and exposure to non-ionizing radiation) and chemical agents exposure risks, among others.

This study was conducted in metallurgy with MIG MAG welding stations and aims to evaluate the following physical parameters: chemical, lighting, noise and thermal environment. In each situation, the obtained values were compared with values legislative / regulatory requirements applicable to each situation.

A second aim of this work was to access to the workplace risks by applying the simplified method.

In this context, the present study is a descriptive type study.

As a result, after application of the simplified method of risk assessment, the task of welding itself is one that presents the highest risk for employees. In relation to exposure to chemical agents, we found that they were below the exposure limit values. Related with the noise evaluation, the results showed that employees are exposed to this agent and it may cause

health risk, as those determined values are above the lower action. As for the light levels we conclude that these fulfilled in all worktops analysis. Finally related to the evaluation of the thermal environment we determinate that employees are in an acceptable thermal comfort situation.

In conclusion, we can say that having assessed the environmental conditions of employment, there isn't significant risk to the health of employees, although, due to the need for the use of individual protection equipment's, required by the process, we can't fail to say that this job is a job generator discomfort. It should also be noted that, with the risk assessment as ongoing and dynamic process, this should be a solid foundation for any business, in order to meet legal requirements, providing at the same time, quality of life for everyone in the surrounding process.

Keywords: welding, risk, noise, lighting, chemical contaminants, thermal environment.

Parte I – Enquadramento teórico

Capítulo I - Introdução

1. Pertinência do tema

O presente trabalho surge de uma preocupação, enquanto profissional da área da Segurança e Higiene do trabalho e exercendo a minha atividade principalmente na área da metalomecânica, relativa aos postos de trabalho de soldadura, visto estes evidenciarem vários riscos profissionais.

Uma correta avaliação de riscos permite identificar “o quê”, ou seja, o conhecer os locais de trabalho e sua envolvente, verificando os pontos sobre os quais há que intervir. É a partir desta avaliação que se pode determinar quando e como intervir. Pelas razões apresentadas justifica-se que a avaliação de riscos ocupe um lugar central na legislação de Segurança e Saúde no trabalho.

2. Objetivos do estudo

Ao longo deste trabalho, é meu objetivo o estudo de fatores de risco que poderão afetar a saúde de trabalhadores em postos de soldadura MIG MAG: o ruído, as condições térmicas dos locais de trabalho, a exposição a agentes químicos e a iluminação.

Após a recolha e tratamento dos dados, estes serão comparados com as referências normativas / legislativas aplicáveis a cada situação.

De forma a caracterizar a população em estudo, foi elaborado um questionário aos trabalhadores.

É ainda meu proceder à avaliação de riscos, utilizando para isso o método simplificado de avaliação de riscos.

3. Hipóteses de Investigação

Foram formuladas as seguintes hipóteses de investigação:

H1: Os locais de trabalho em estudo apresentam condições de iluminação adequadas.

H2: Os locais de trabalho em estudo apresentam condições de ambiente térmico adequadas.

H3: Os locais de trabalho em estudo apresentam valores de ruído aceitáveis.

H4: Os locais de trabalho em estudo apresentam risco aceitável de exposição a agentes químicos adequados.

4. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por duas partes distintas de forma a permitir um melhor entendimento de acordo com os objetivos descritos.

Na primeira parte é feito o enquadramento geral de acordo com o tema do trabalho, são definidos os objetivos, as hipóteses, sendo ainda apresentada a empresa onde se desenvolveu o estudo.

A segunda parte descreve a metodologia, caracteriza a amostra e os instrumentos utilizados, estabelece procedimentos e analisa os dados. São apresentados os resultados, a discussão dos mesmos, sendo ainda apresentada as conclusões e as limitações do estudo.

Em anexo encontram-se os instrumentos de avaliação utilizados (questionário), a carta de pedido de autorização à empresa onde foi realizado o estudo, os certificados de calibração dos instrumentos utilizados bem como os resultados obtidos para o ruído e para o ambiente térmico.

5. Apresentação da empresa em estudo

A empresa em estudo foi fundada em 1966 tendo a sua sede no distrito de Aveiro, Portugal, dispondo de instalações cobertas de 25.000 m² inseridas numa área de 42.500 m².

Na década de 90 a empresa direcionou o essencial da sua atividade para a fabricação de sistemas de escape para veículos automóveis, tendo iniciado, desde então, um caminho

sustentado de crescimento internacional, assente na capacidade tecnológica, saber fazer, dedicação, serviço ao cliente e espírito de equipa.

A dinâmica de crescimento e de constante investimento no desenvolvimento tecnológico, permitem uma presença constante e regular num número crescente de países, destacando-se as relações comerciais com a Alemanha, Holanda, Itália, França, Reino Unido, Espanha, República Checa, Polónia, Áustria, Grécia, Dinamarca, entre outros.

A empresa fabrica dois tipos de produtos: sistemas de escape e catalisadores, os quais de demonstram nas figuras seguintes:

Sistemas de escapes



Figura 1 - Sistema de escape.



Figura 2 – Catalisador.

O fabrico de catalisadores surge da preocupação cada vez maior com a qualidade do ar que respiramos. As Leis Ambientais tornaram-se cada vez mais restritivas, o que levou ao desenvolvimento de novas tecnologias e a melhoria da qualidade dos combustíveis.

O conversor catalítico tem como função a eliminação dos gases poluentes produzidos nas combustões produzidas no interior dos cilindros (HC, NOX e CO), transformando-os, através de

reações químicas, em substâncias inócuas para a atmosfera, ambiente e saúde humana, tais como vapor de água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) e azoto (N₂).

Matéria – Prima:

A empresa apresenta como matérias-primas rolos de chapa metálica.

Fluxograma do processo:

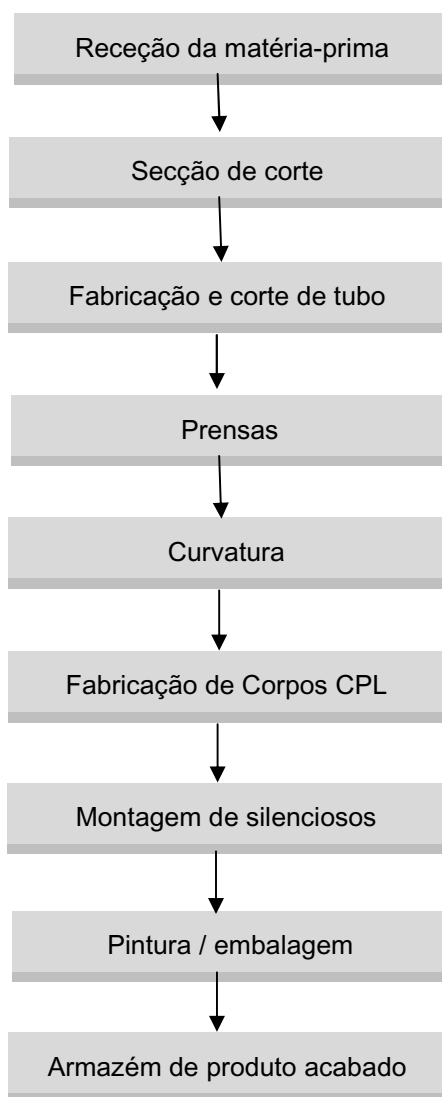


Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo.

Descrição do processo produtivo:

Armazenagem: A armazenagem dos materiais é realizada com recurso a equipamento de movimentação mecânica de cargas, o empilhador, *stacker* ou porta-paletes. Esta pode ser

realizada em estantes, ou diretamente sobre o pavimento. Todos os produtos são armazenados segundo a sua categoria de forma a facilitar a sua identificação.

Corte de chapa: É o início de todo o processo. É realizado o corte da chapa com recurso a guilhotina e máquina de corte de chapa alimentada por enrolador.

Fabricação e corte de tubo: Realizam-se as seguintes tarefas: perfuração do rolo da chapa através de uma prensa hidráulica; formação do tubo em máquina automática; corte manual utilizando as serras de disco manuais e corte automático do tubo. No final do processo, o tubo é transportado para a secção de curvatura ou prensas.

Prensas: Efetua-se o corte e/ou conformação das peças metálica de modo a obter a forma pretendida.

Curvatura: São realizadas as seguintes tarefas: curvatura através de máquinas de curvar automáticas; corte recorrendo a serras de disco manuais e expansão / redução do diâmetro do tubo utilizando máquinas de abrocar / expandir.

Fabricação de corpos CPL:

A construção do sistema de escape engloba as seguintes fases:

- Identificação da chapa através da estampagem das chapas utilizando um sistema de ventosas;
- Construção do corpo da panela através de um sistema de ventosas que conduz as chapas ao local onde estas vão ser moldadas, formando a panela;
- Colocação no interior da panela, do corpo, que habitualmente se designa por “miolo”;
- Inserção da fibra de vidro de forma a reduzir o ruído emitido pelo escape;
- Inserção das tampas superiores e inferiores e fecho das mesmas;
- Soldadura dos pontos de entrada e saída de gases;

Montagem de silenciosos: A secção de montagem de silenciosos consiste na soldadura do escape. A soldadura é um processo de ligação de dois metais, que se colocam em contato, através da fusão localizada e/ou pressão.

A soldadura é realizada:

- Através de robots de soldadura com mesas rotativas;
- Manualmente em bancadas de soldadura MIG MAG.

Pintura e embalagem: A pintura engloba as seguintes atividades: colocação manual dos escapes na linha; pintura com pistola e retirada manual do material da linha.

A embalagem do produto acabado é efetuada manualmente.

Ferramentaria / Manutenção: São realizadas as seguintes operações: quinagem; corte com guilhotina; corte com serra de fita; soldadura; fresagem; torneamento; furação; rebarbagem; retificação; transporte de cargas com recurso a ponte rolante. Aqui são feitas as ferramentas utilizadas na produção, nomeadamente os *gabarits*.

Na secção de manutenção é realizada a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e /ou instalação.

5.1 População da empresa

Número total de pessoas ao serviço			
Grupos etários	Homens	Mulheres	Total
18 a 49 anos	85	24	109
50 e mais anos	47	13	60
Total	132	37	169

Tabela 1 - Distribuição dos funcionários por idade.

Analisando a tabela 1 verificamos que a faixa etária com maior população é a que se situa entre os 18 e os 49 anos, representando esta aproximadamente 65% da população fabril.

5.2 Estudo da sinistralidade da empresa

Secção	N.º de Acidentes	IF	Dias Perdidos	IG	IGA
Armazém de escapes	2	60,7607	-	-	-
Fabrico e corte de tubo	5	131,0788	83	2,1759	16,5999
Curvatura	2	44,532	163	3,6294	81,5009
Montagem de silenciosos	9	108,2342	119	1,4311	13,2223
Produção – 2.º Turno	9	88,715	286	2,8192	31,7782
Pintura Embalagem	6	321,4314	20	1,0714	3,3332
Prensas	4	140,798	62	2,1824	15,5002
Fabrico de corpos CPL	6	80,49	29	0,389	4,8329
Total de acidentes	51	80,24	929	1,46	18,22

$$IF = \frac{N.º \text{ Acidentes de Trabalho}}{\text{Horas Trabalhadas}} \times 1\,000\,000 \quad IG = \frac{N.º \text{ de dias perdidos}}{\text{Horas Trabalhadas}} \times 1\,000\,000 \quad IAG = \frac{IG}{IF} \times 1\,000$$

Tabela 2 - Sinistralidade entre Janeiro de 2010 a Dezembro de 2012.

A tabela 2 refere-se à sinistralidade, por secção, da empresa em estudo entre os anos 2010 e 2012. Da análise da mesma conclui-se que a secção em estudo, montagem de silenciosos, é aquela onde se verifica o quarto maior índice de frequência, denotando-se mais uma vez a importância do presente estudo.

Capítulo II – Avaliação de Riscos

1. A avaliação de riscos no local de trabalho

O regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho (Lei 102/2009 de 10 de Setembro), de acordo com o previsto no artigo 284.º do Código do trabalho, atribui ao empregador a obrigação de assegurar ao trabalhador condições de segurança e de saúde em todos os aspetos do seu trabalho.

Esta condição pressupõe, assim, o exercício de uma atividade de avaliação de riscos, visto como um processo dinâmico que deve cobrir o conjunto das atividades da empresa, envolver todos os setores e todos os domínios da atividade produtiva, acompanhando todos os seus momentos determinantes (Roxo, 2006).

A filosofia preventiva, mais do que uma mera observância de um conjunto de regras técnicas previstas na lei, visa a obtenção de níveis elevados de segurança, saúde e bem-estar. A metodologia a adotar para a prevenção dos riscos deverá respeitar a hierarquia estabelecida nos Princípios Gerais de Prevenção na fase de conceção: evitar os riscos; avaliar os riscos que não possam ser evitados; substituir elementos perigosos por outros não perigosos os menos perigosos; combater os riscos na origem; planejar a prevenção; aplicar medidas de proteção coletiva preferencialmente às medidas de proteção individual; adaptar o trabalho ao homem, especialmente ao que se refere à conceção dos locais de trabalho, escolha dos equipamentos e dos métodos de trabalho e de produção e atender ao estado de evolução da técnica (Fonseca *et al.*, 2006).

O procedimento de avaliação de riscos deve ter em conta todas as atividades de rotina e ocasionais, considerando todas as pessoas com acesso aos locais de trabalho. Deve englobar todas as infraestruturas, equipamentos e materiais existentes nos locais de trabalho e ter em atenção fatores humanos, tais como comportamentos e aptidões (Nunes, 2008).

2. Conceito de Perigo e Risco

Segundo Freitas (2008), um perigo/fator de risco é a propriedade ou capacidade intrínseca de um componente material de trabalho poder potencialmente causar dano. Reporta-se pois, a uma condição estática de algo com potencial de causar dano, designadamente substâncias e produtos, máquinas, métodos e processos de trabalho, etc. (Roxo, 2006).

Por risco entende-se a possibilidade de um trabalhador sofrer um determinado dano causado pelo trabalho (Freitas, 2008). A noção de risco responde à necessidade de lidar com situações de perigo futuro. Pretende assim, possibilitar a antecipação das situações em que o perigo possa manifestar-se e atingir pessoas e bens. Implica, por isso, um processo de valorização conjunta da probabilidade da sua ocorrência e da estimativa da gravidade dessa ocorrência (Roxo, 2006).

3. Análise, avaliação, controlo de gestão de riscos

A identificação de “perigos” que ocorrem no trabalho é uma das etapas mais importantes no processo de avaliação dos riscos a ele associados. Para levar a cabo a identificação de perigos devem ser equacionadas as seguintes questões: quais as fontes de dano? / que trabalhadores e que componentes do trabalho podem ser afetados por esses danos? / como podem ocorrer esses danos? (Cabral, 2011)

Em termos genéricos, a avaliação de riscos consiste, pois, na análise estruturada de todos os aspetos inerentes ao trabalho, concretizada através da identificação dos fatores de risco, estimação e valoração dos riscos e indicação dos trabalhadores (ou terceiros) a eles expostos, definindo, em cada caso, as medidas de prevenção ou proteção adequadas, visando, em primeira linha, a eliminação do risco ou se tal não for viável, a redução das suas consequências (Freitas, 2008).

Segundo Roxo (2006), a avaliação de riscos é um processo dinâmico, dirigido a estimar a magnitude do risco para a saúde e segurança dos trabalhadores no trabalho, tendo em vista

obter a informação necessária para que o empregador reúna condições para a correta tomada de decisão sobre a necessidade de medidas preventivas a adotar.

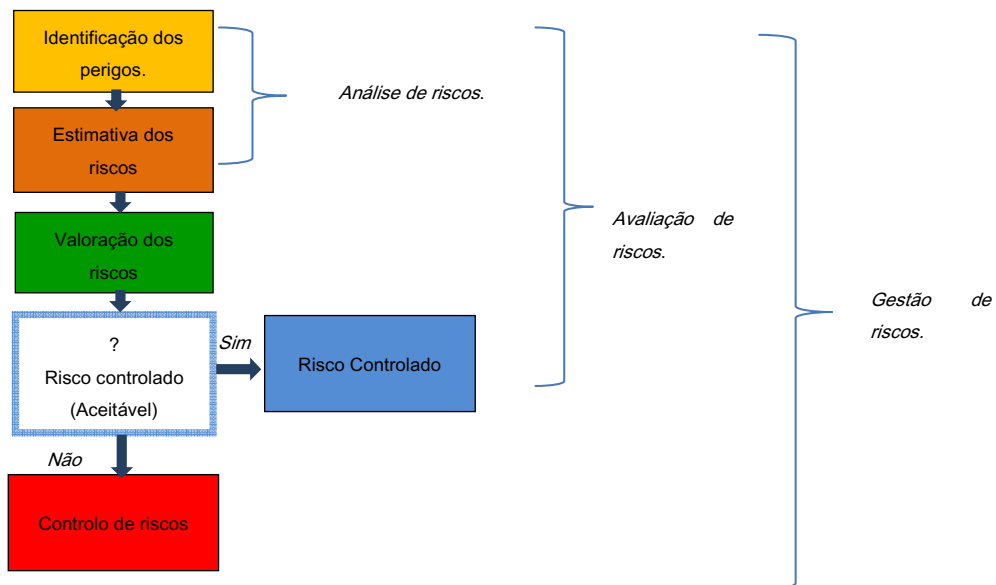


Figura 4 - Processo de gestão de riscos.

Fonte: Nunes, 2008

4. Metodologias de Avaliação de Riscos

Ao longo do tempo foram sendo criados, desenvolvidos e aperfeiçoados inúmeros métodos com capacidade para identificar os perigos existentes no local de trabalho. Tal facto, permitiu efetuar a análise racional das consequências dos riscos associados, bem como as possíveis reduções dos danos, mediante a adoção de diferentes medidas de controlo (Ricardo, 2006).

Segundo Cabral (2011), podem considerar-se vários tipos de metodologias de avaliação de riscos, das quais se podem destacar os métodos reativos (métodos que visam a correção de situações declaradas), métodos pró-ativos (visam a antecipação do risco) e as abordagens sócio-técnicas (baseadas em métodos que questionam a interdependência de fatores técnicos, organizacionais e sociais potencialmente presentes na sinistralidade laboral).

As diversas metodologias, umas de carater indutivo e outras de carater dedutivo, têm necessariamente vários aspetos em comum. De acordo com as suas características próprias, as

razões porque foram desenvolvidas, os fins a atingir, os meios utilizados, são integradas em diferentes categorias. (Carneiro, 2011).

Assim, nas fases de estimativa e valorização do risco, podem ser empregues diferentes tipos de métodos: Métodos de Avaliação Qualitativos (MAQI); Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQt) e Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (MASqt) (Carvalho, 2007).

4.1 Métodos de avaliação Qualitativos (MAQI)

Estes métodos têm como objetivos principais, identificar todo o tipo de perigos, identificar as causas originárias dos perigos e os seus efeitos potenciais (Cabral, 2011).

Geralmente, com os presentes métodos recorre-se à avaliação de cenários individuais, analisando diferentes riscos, os quais estão na base da resposta a questões do tipo “*o que acontecerá se....?*”. Estes métodos referem-se a avaliações puramente qualitativas da severidade e da probabilidade, sem que haja qualquer registo numérico associado (Carvalho, 2007).

Face ao exposto este método adequa-se a avaliar situações simples, em que os perigos possam ser identificados facilmente pela simples observação, sendo de seguida comparados com as boas práticas exigíveis em cada situação.

Assim sendo, constituiu uma boa prática iniciar a avaliação de riscos com uma avaliação qualitativa das tarefas/atividades, de modo a identificar as práticas corretas para cada situação. No entanto, conforme se pode verificar, este tipo de métodos torna-se “pobre” sempre que haja necessidade de avaliações mais exigentes, tornando-se necessário o recurso a métodos de avaliação quantitativos ou semi-quantitativos.

4.2 Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQt)

Este tipo de métodos tem por objetivo obter uma resposta numérica à estimativa da magnitude do risco, sendo úteis quando existe a necessidade de aprofundar o estudo para justificar o custo da adoção de algumas soluções preventivas. Este tipo de avaliação requer modelos matemáticos de consequências, para possibilitar a simulação de um campo de ação de um dado agente agressivo e o cálculo da capacidade agressiva em cada ponto desse campo de ação, por forma a estimar os danos esperados (Roxo, 2006).

Segundo Carvalho (2007), este tipo de métodos é particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade (ex.: na indústria nuclear, na indústria química, etc.). Na aplicação de MAQt existem várias metodologias e técnicas com características próprias que devem ser utilizadas na etapa de identificação dos perigos. Estas técnicas devem ser escolhidas consoante a situação em análise, pois apresentam diferentes níveis de robustez e fragilidade.

Assim sendo, este tipo de método visa a quantificação do que pode acontecer e atribui valoração à probabilidade de uma determinada ocorrência. Como exemplo de métodos quantitativos evidenciam-se as “árvores lógicas” e os métodos de “esquemas de pontos”. As “árvores lógicas” permitem quantificar um risco, desde que a cada acontecimento esteja associado um valor para a probabilidade da sua materialização, bem como estimada a dimensão dos prejuízos esperados. Os chamados métodos de “esquemas de pontos”, em que se integram o Método de Gretener e o Método Simplificado de Avaliação do Risco de Incêndio, baseiam-se num modelo matemático, no qual se atribui um valor numérico aos diversos factores que podem originar ou agravar o risco, permitindo estimar um valor numérico para o risco efectivo (Pedro, 2006).

4.3 Métodos de Avaliação Semi – Quantitativos (MASqt)

De acordo com Carvalho (2007), quando uma avaliação realizada pelos MAQI não é suficiente para alcançar uma adequada valoração de risco e a complexidade subjacente aos MAQt não justifica o custo associado à sua aplicação, pode recorrer-se a MASqt. Na aplicação deste tipo de métodos é estimado o valor numérico da Magnitude do risco profissional (R), a partir do produto entre a estimativa da Probabilidade do risco (P) se concretizar e a Gravidade esperada (G) das lesões. Aqui é necessário construir a escala de hierarquização da *Probabilidade*, da *Gravidade* e do *Índice de risco*.

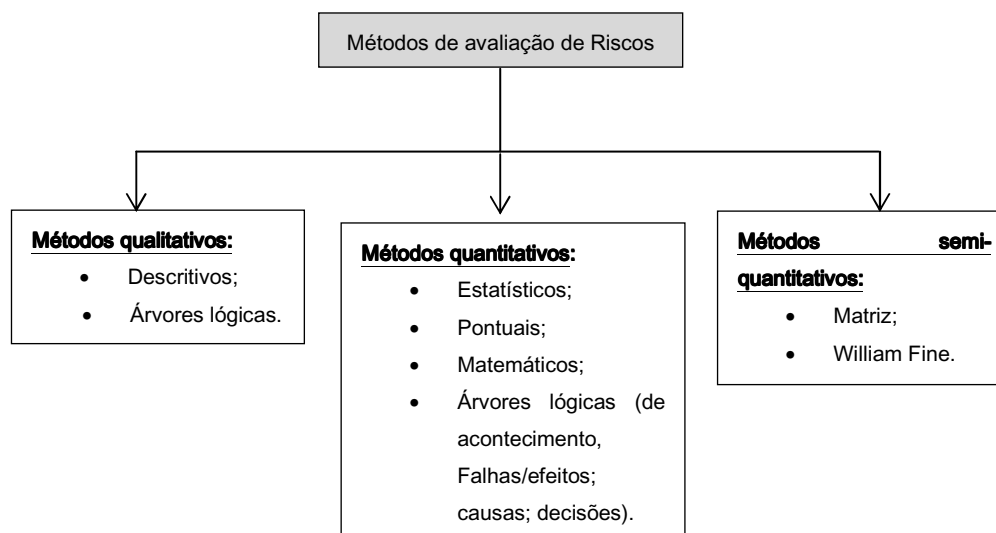


Figura 5 - Tipos de métodos de avaliação de riscos.

Fonte: Carneiro, 2011

No quadro seguinte são descritas as vantagens / limitações das metodologias de avaliação de riscos descritas.

Método	Vantagens	Limitações
<i>MAQI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos simples, que não requerem quantificação nem cálculos; • Não requerem identificação exata das consequências; • Tornam exequível o envolvimento dos diferentes elementos da organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • São subjetivos por natureza; • Dependem muito da experiência dos avaliadores; • Não permitem efetuar análises custo/Benefício.

Método	Vantagens	Limitações
<i>MAQt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitem resultados objetivos (mensuráveis); • Permitem a análise do efeito da implementação de medidas de controlo de risco; • Permitem efetuar análises custo/Benefício; • Assumem linguagem objetiva (facilitando a sensibilização da administração). 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentam complexidade e morosidade de cálculos; • Necessitam de metodologias estruturadas; • Necessitam de dispor de base de dados experimentais ou históricos de adequada fiabilidade e representatividade; • São bastante onerosos e requerem recursos humanos experientes e com formação adequada; • Requerem elevada quantidade e tipo de informação; • Revelam dificuldade na valoração quantitativa do peso da falha humana (erro de decisão, de comunicação, entre).
<i>MASqt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos relativamente simples; • Identificam as prioridades de intervenção através da identificação dos riscos; • Sensibilizam os diferentes elementos da organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentam subjetividade associada aos descritores utilizados nas escalas de avaliação; • São fortemente dependentes da experiência dos avaliadores.

Quadro 1 - Vantagens e limitações das metodologias de avaliação de riscos.

Fonte: Carvalho, 2007

5. Método de avaliação de Riscos Simplificado

Concebido por Kinney, este método permite quantificar a amplitude dos riscos e hierarquizar as prioridades de intervenção (Freitas, 2008).

O ponto de partida é a deteção das não conformidades verificadas nos locais de trabalho para, de seguida, se proceder ao cálculo da probabilidade de ocorrer um acidente e, face à magnitude, avaliar o risco associado a cada uma das consequências (Freitas, 2008).

Pedro (2006), classifica o risco como sendo o resultado do produto da probabilidade pela severidade. Tendo em atenção que estamos no campo dos acidentes laborais, a probabilidade traduz a medida de desencadeamento do acontecimento inicial. Integra em si a duração/exposição das pessoas ao perigo e as medidas preventivas existentes. Assim sendo, podemos afirmar que a probabilidade é função do nível de exposição e do conjunto das

deficiências (que é o oposto das medidas preventivas existentes para os fatores em análise) que contribuem para desencadear de um determinado acontecimento não desejável.

No desenvolvimento do método não se aplicam valores absolutos mas antes intervalos discretos pelo que se utiliza o conceito de nível. Assim, o nível de risco (NR) será função do nível de probabilidade (NP) e do nível de consequências (NC).

O presente método pode ser representado pelo seguinte esquema:

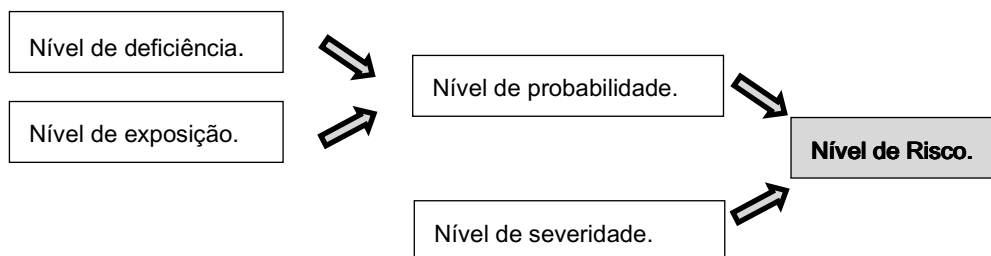


Figura 6 - Método Simplificado de Avaliação de Riscos

Fonte: Pedro, 2006

Freitas (2008) define os procedimentos de atuação na aplicação deste método como sendo os seguintes:

1. Definição do risco a analisar;
2. Elaboração da lista de verificação sobre fatores que possibilitam a sua materialização;
3. Atribuição do nível de relevância a cada um dos fatores;
4. Preenchimento do questionário no local de trabalho e estimação da exposição e consequências esperadas em condições habituais;
5. Determinação do nível de deficiência;
6. Cálculo da probabilidade a partir do nível de deficiência e do nível de exposição;
7. Comparação do nível de probabilidade, a partir de dados históricos disponíveis;
8. Cálculo do nível de risco a partir do nível de consequências e do nível de probabilidade;
9. Estabelecimento dos níveis de intervenção considerando os resultados obtidos e a sua justificação socioeconómica;

10. Comparação dos resultados obtidos com os estimados, a partir de fontes de informação precisas e da experiência.

5.1 Nível de deficiência

Pedro (2006) designa nível de deficiência como sendo a magnitude esperada entre o conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação causal direta com o possível acidente.

Nível de deficiência	ND	Significado
Muito deficiente (MD)	10	Foram detetados fatores de risco significativos que determinam a elevada probabilidade de acidente. As medidas existentes são ineficazes.
Deficiente (D)	6	Existe um fator de risco significativo, que precisa de ser eliminado. A eficácia das medidas de prevenção vê-se drasticamente reduzida.
Melhorável (M)	2	São constatados fatores de risco de importância reduzida. A eficácia das medidas preventivas não é globalmente posta em causa.
Aceitável (B)	----	Não se detetou qualquer anomalia que caiba referir. O risco está controlado.

Tabela 3 - Determinação do nível de deficiência.

Fonte: Freitas, 2008

5.2 Nível de exposição

Por nível de exposição (NE) entende-se a frequência com que ocorre a exposição ao risco. Para um risco concreto, o nível de exposição pode estimar-se em função dos tempos de permanência em áreas de trabalho, operações com máquinas, etc. (Freitas,2008).

Nível de exposição	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Contínua: várias vezes ao longo do período laboral, com exposição prolongada.
Frequente (EF)	3	Várias vezes ao longo do período laboral ainda que por curtos períodos.
Ocasional (EO)	2	Uma vez por outra, ao longo do período de laboração, por um reduzido lapso de tempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Tabela 4- Determinação do nível de exposição.

Fonte: Freitas, 2008

5.3 Nível de Probabilidade

O nível de probabilidade (NP) é determinado em função do nível de deficiência das medidas de prevenção e do nível de exposição ao risco: $NP = ND \times NE$. (Freitas,2008)

		Nível de Exposição (NE)			
		4	3	2	1
Nível de Deficiência (NE)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Tabela 5 - Determinação do nível de probabilidade.

Fonte: Freitas, 2008

Nível de probabilidade	NP	Significado
Muito Alta (MA)	Entre 40-24	Situação deficiente, com exposição continuada ou muito deficiente, com exposição frequente. A materialização deste risco ocorre com frequência.
Alta (A)	Entre 20-10	Situação deficiente, com exposição frequente ou ocasional, ou situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica. A materialização do risco é possível em vários momentos do processo operacional.
Média (M)	Entre 8-6	Situação deficiente, com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. Existe a possibilidade de dano.
Baixa (B)	Entre 4-2	Situação melhorável, com exposição ocasional ou esporádica. Não é espetável a ocorrência de risco, ainda que seja concebível.

Tabela 6 - Significado dos diferentes níveis de probabilidade

Fonte: Freitas, 2008

5.4 Nível de consequências

Para a classificação do nível de consequências (NC), foram considerados quatro níveis, correspondentes a lesões e os danos materiais (Freitas,2008).

Nível de consequências	NC	Significado	
		Lesões	Danos materiais
Mortal ou catastrófico	100	1 morto ou mais.	Destruição total do sistema.
Muito Grave	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis.	Destruição parcial do sistema (com reparação complexa e de custos elevados).

Nível de consequências	NC	Significado	
		Lesões	Danos materiais
Grave	25	Lesões com incapacidade temporária absoluta ou parcial.	É necessário parar o processo operativo para proceder à reparação.
Leve	10	Pequenas lesões que não requerem internamento.	Pode proceder-se à reparação sem parar o processo.

Tabela 7 - Significado dos diferentes níveis de consequência.

Fonte: Freitas, 2008

5.5 Nível de risco e nível de intervenção

		Nível de probabilidade			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nível de consequências	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 60-40	III 40 / IV 20

Tabela 8 - Cálculo do nível do risco e de intervenção.

Fonte: Freitas, 2008

Significado do nível de intervenção:

Nível de intervenção	NR	Significado
I	4000-600	Situação crítica. Correção urgente.
II	500-150	Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	120-40	Melhorar se for possível. Seria conveniente justificar a intervenção e a sua rentabilidade.
IV	20	Não intervir, exceto se uma análise mais precisa o justificar.

Tabela 9 - Significado do nível de intervenção.

Fonte: Freitas, 2008

Capítulo III – Soldadura

1. Definição de Soldadura

Segundo Carreira *et al.*, (2009) soldadura é a operação que permite ligar dois ou mais elementos (metálicos ou plásticos), quer por aquecimento, quer por pressão, ou em simultâneo, com ou sem adição de material complementar (também denominado material de adição).

A soldadura é assim o resultado de um processo de aproximação e aquecimento, plasticidade ou fusão parcial que conduz a um fenómeno na zona soldada, dando origem ao que se chama a junta soldada, caracterizada pela sua resistência que se torna perfeitamente coesa após arrefecimento do metal (AIMMAP *et al.*, 2006).

1. Evolução Histórica

Embora a soldadura, na sua forma atual, seja um processo recente, com cerca de 100 anos, a brasagem, processo que permite unir peças metálicas com o auxílio de um metal de adição (solda) em estado líquido, e a soldadura por forjamento têm sido utilizadas desde épocas remotas (Dias, 2005).

A soldadura foi usada, na antiguidade e na Idade Média, para o fabrico de armas e outros instrumentos cortantes. As ferramentas eram produzidas com ferro e com tiras de aço soldadas nos locais de corte e endurecidas por têmpera. Espadas de elevada resistência mecânica foram fabricadas no Médio Oriente utilizando-se um processo semelhante, no qual tiras alternadas de aço e ferro eram soldadas entre si e deformadas por compressão e torção. O resultado era uma lâmina com uma fina alternância de regiões de alto e baixo teor de carbono, aço e ferro, respetivamente. Assim, a soldadura foi, durante este período, um processo crucial e fundamental na tecnologia metalúrgica (Marques *et al.*, 2007).

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos novos métodos, novas aplicações e novos sistemas. O contínuo desenvolvimento da soldadura faz dela um processo fundamental nas indústrias.

Além disso, contribui para a melhoria da qualidade de vida das populações, simplifica e acelera vários processos industriais e torna possível o desenvolvimento de novas indústrias, que aumentam a oferta de bens (Sacks, 2005).

A soldadura é geralmente o melhor método a ser utilizado para a união de metal. Se se pretender construir algo feito de metal, pode-se comprimir as partes, ou mesmo colar as peças, no entanto, em termos de qualidade, duração, aspeto e segurança o processo de soldadura é o processo mais adequado (Sacks, 2005).

2. Processos de soldadura

A maior parte dos processos de soldadura requer a geração de altas temperaturas localizadas de forma a permitir a união de metais. O tipo de fonte geradora de calor é frequentemente usado como designação básica de um processo, como por exemplo, a soldadura oxigás ou a soldadura por arco elétrico (Escola Secundária de Avelar Brotero, 2013).

O uso deste processo generalizou-se ao longo dos tempos sendo, hoje em dia, um dos processos mais utilizados numa grande diversidade de produtos: construção civil, indústria automóvel, pontes, edifícios, entre outros.

Existem basicamente 3 tipos de soldadura: soldadura por fusão, soldadura no estado sólido e o corte térmico.

2.1 Soldadura por fusão

Modenesi (2007) refere-se à soldadura por fusão como sendo aquela que é realizada pela aplicação de energia concentrada numa parte da junta (região da peça onde a solda é realizada) de forma a conseguir a sua fusão localizada, de preferência afetando termicamente o mínimo possível da restante peça.

A fonte transfere energia à junta através da área de contato entre a fonte e a peça, causando o aquecimento do material adjacente até a sua fusão. Contudo, devido à elevada condutividade

térmica dos metais e da grande diferença de temperatura entre as regiões próximas e afastadas da região de contato, o calor tende a difundir-se rapidamente para a restante peça, arrefecendo e dificultando a fusão da região de contato, influenciando termicamente regiões mais afastadas (Modenesi, 2007).

2.2 Soldadura no estado sólido

A soldadura no estado sólido inclui os processos que empregam pressão, em que os dois lados da junta são levados a contato, ao nível atômico, o qual é conseguido através de deformação, difusão atômica ou uma combinação de ambos os mecanismos. Muitos outros processos foram entretanto desenvolvidos, incluindo processos que vão buscar a sua fonte de calor a reações químicas ou a emissão de radiações eletromagnéticas, processos extremamente avançados que permitem obter soldaduras de alta qualidade (Santos *et al.*, 1998).

2.3 Corte Térmico

A fonte de calor tanto pode ser utilizada para fundir e unir como para separar, ou seja, cortar, uma vez que patente mais antiga do processo com elétrodo de carvão de *Bernards*, menciona também corte. Esta operação era conseguida através da formação de um banho de fusão o qual caía por ação da gravidade. Os resultados da operação de corte térmico realizada deste modo são insatisfatórios, mas pode-se conseguir uma melhoria significativa se a fonte de calor for combinada com um jato de gás, habitualmente oxigénio. Um jato de ar com um arco estabelecido no elétrodo de carvão é, p.e., utilizado para rebarbar aço. O arco funde a superfície da peça e o jato de ar sopra o material em fusão (Santos *et al.*, 1998).

3. Descrição dos principais processos de soldadura

Na impossibilidade da apresentação das características de todos os tipos de soldadura existentes, são, de seguida descritos de forma sucinta os principais processos de soldadura, de modo a traduzir um melhor enquadramento do tema. No entanto, o estudo apresentado no

presente trabalho vai incidir sobre a soldadura MIG/MAG que se insere nos processos de soldadura por fusão.

3.1 Soldadura a arco elétrico

O arco elétrico é a fonte de calor mais utilizada na soldadura por fusão, pois apresenta uma combinação ótima de características, incluindo uma concentração adequada de energia para a fusão localizada do metal de base, facilidade de controlo, baixo custo relativo do equipamento e um nível aceitável de riscos para a saúde dos trabalhadores. Como consequência, estes processos de soldadura têm atualmente uma grande importância industrial, sendo utilizados no fabrico dos mais variados componentes e estruturas metálicas e na recuperação de um grande número de peças danificadas ou desgastadas. (Marques *et al.*, 2007).

Santos *et al.* (1998), define arco elétrico como sendo um condutor gasoso no qual se transforma energia elétrica em calorífica. O arco elétrico é estabelecido através de uma descarga elétrica entre dois elétrodos a qual é mantida devido ao desenvolvimento de um meio gasoso condutor. Estes elétrodos, por norma, são em carvão ou em metal onde, o eletrodo negativo, ou cátodo, constitui o emissor de iões e o eletrodo positivo, ou ânodo, o recetor. Neste contexto, o deslocamento é dado pela diferença de potencial dos dois elétrodos.

Existem cinco tipos principais de soldadura a arco elétrico, como veremos no quadro seguinte, onde se sistematiza as principais características deste tipo de soldadura.

Soldadura a arco elétrico	
Arco Elétrico-Metal Blindado ou Revestido	Forma-se um arco elétrico entre o metal e um eletrodo revestido com fundente (material de adição ou solda). O calor do arco elétrico funde o metal, o eletrodo e o fundente.
Arco elétrico submerso	O arco, recoberto por fundente pulverizado proveniente de um recipiente ligado ao instrumento de solda, forma-se entre o metal e um eletrodo de arame consumível. O eletrodo de arame, que adiciona o enchimento à solda, é fornecido continuamente de um rolo, da ferramenta de solda ao arco.

Soldadura a arco elétrico

Arco Elétrico-Metal a Gás.	<p>Forma um arco elétrico entre o metal e um eletrodo de arame sem revestimento.</p> <p>Em vez de fundente, um jato de gás é mantido sobre a solda para protegê-la do ar.</p>
Arco elétrico-Tungstênio a gás	<p>É semelhante ao método anterior: utiliza um eletrodo de tungstênio, que não se funde com o calor do processo de solda.</p> <p>Quando é necessário juntar metal de enchimento à junta, emprega-se um bastão de solda separado.</p>
Arco elétrico-Plasma	<p>Um gás, como o argon, é aquecido eletricamente até que se forme um gás ionizado chamado plasma.</p> <p>Um jato de plasma é lançado sobre os metais a serem soldados, e um metal de enchimento é fornecido separadamente.</p> <p>O próprio plasma protege contra o ar.</p> <p>Um arco de plasma produz temperaturas extremamente altas e pode ser utilizado para juntar metais difíceis de serem soldados por qualquer outro processo.</p>

Quadro 2 - Tipos de soldadura por arco elétrico.

Fonte: Carreira *et al.*, 2009

Nos processos de soldadura por arco elétrico utilizam-se dois tipos de corrente: corrente alterna e corrente contínua. Neste último caso é importante selecionar adequadamente o polo a ligar ao eletrodo e à peça denominando-se polaridade direta, quando o eletrodo é ligado ao polo negativo, e polaridade inversa quando o eletrodo é ligado ao polo positivo. A escolha do tipo de corrente e polaridade, depende principalmente do processo de soldadura, do tipo de eletrodo, da atmosfera, da potência do arco e do metal a soldar. A utilização da corrente contínua em relação à corrente alterna, traz algumas vantagens entre as quais se destaca a ocorrência de um arco mais estável devido à ausência do problema de reescorvamento do mesmo. Tal situação é motivada por uma polaridade constante que, em todos os meios ciclos, conduz a uma transferência mais fácil e regular através do arco. Por outro lado, a utilização de corrente alterna evita problemas de sopro magnético e permite a utilização de equipamentos mais baratos que os utilizados em corrente contínua (Santos *et al.*, 1998).

3.2 Soldadura a arco elétrico por elérodos revestidos

A soldadura por arco elétrico com elérodos revestidos é um processo de soldadura por fusão no qual o metal depositado resulta da fusão de elérodos. A temperatura e a capacidade térmica do arco elétrico gerado são suficientes para fundir a maior parte dos materiais usados em aplicações correntes. De facto, a principal característica deste processo é a sua versatilidade: usando elérodos com revestimento de composição química adequada todos os tipos de aços e muitos metais não ferrosos podem ser soldados em todas as posições (Pereira, 2011).

Este processo utiliza o calor do arco elétrico produzido entre o eléctrodo revestido e o material a soldar, para fundir o material de base e o eléctrodo, formando assim o material de adição o qual é depositado em estado de fusão, na junta a soldar. Os dois materiais, fundidos pelo calor do arco, isto é, os materiais a soldar (ou os materiais de base) e o material de adição (ou material do eléctrodo) formam assim o banho de fusão, cuja composição química não é mais do que a mistura das composições químicas dos materiais fundidos que lhe deram origem (Santos *et al.*, 1998).

Os revestimentos dos elérodos foram desenvolvidos de modo a conferir estabilidade ao arco elétrico e boas propriedades mecânicas ao metal depositado. As principais funções do revestimento dos elérodos são:

- Formar uma atmosfera gasosa que protege o arco e o banho de fusão do oxigénio e azoto de ar, os quais têm um efeito prejudicial na elasticidade do metal depositado;
- Formar uma camada de escória a qual tem uma dupla função de proteção do banho de fusão e ao mesmo tempo produzir uma purificação do metal depositado, e contribuir para melhorar as características operatórias do eléctrodo.
- Funcionar como meio de transferência das ferro – ligas, desoxidantes e pós de ferro.
- Produzir as características do arco e transferência de metal desejadas (Pereira, 2011).

Os revestimentos são assim produtos complexos, cujas funções múltiplas se podem dividir em três grandes categorias: função elétrica, física / mecânica e metalúrgica (Santos *et al.*, 1998).

3.3 Soldadura por resistência

A soldadura por resistência junta metais pelo calor produzido pela resistência ao fluxo de uma corrente elétrica. Este processo não utiliza metal de enchimento ou fundente. Os metais são prensados juntos e os elétrodos exercem pressão sobre lados opostos. Uma corrente elétrica que passa através dos elétrodos encontra resistência ao fluir através dos metais e o calor resultante funde os metais soldando-os (Carreira, 2009).

Para classificar os diversos processos de soldadura elétrica por resistência, há que considerar diversos fatores: o tipo de junta soldada; o tipo de soldadura; o processo mecânico utilizado e a forma de aquecimento (Santos *et al.*, 1998).

São vários os processos de soldadura por resistência: Soldadura por Pontos (Spot Welding); Soldadura por projeção ou por bossas (Projection Welding); Soldadura por costura (Resistance Seam Welding); Soldadura topo a topo (Upset Welding); Soldadura por centelhamento (Flash Welding) e Soldadura por resistência de alta frequência (High Frequency Resistance Welding) (Marques *et al.*, 2007).

Na soldadura por pontos, as peças são soldadas entre elas, através de porções limitadas das suas respetivas superfícies, isto é, apenas por pontos de soldadura (Santos *et al.*, 1998).

A soldadura por projeção não é menos utilizada que a soldadura por pontos. O processo é semelhante ao anterior, em que pelo menos uma das peças possui pequenas saliências (bossas), que permitem realizar, utilizando apenas um par de elétrodos, um número de pontos de soldadura igual ao número de bossas existentes (Santos *et al.*, 1998).

Na soldadura por costura são efetuados uma série de pontos de soldadura consecutivos, de modo a produzir uma solda contínua, por sobreposição parcial dos diversos pontos.

Normalmente, um ou ambos os elétrodos são discos ou rodas, que giram enquanto as peças a serem unidas passam entre eles (Marques *et al.*, 2007).

Na soldadura topo a topo, a corrente elétrica passa através das faces das peças, que são pressionadas frente a frente. As peças são pressionadas uma contra a outra, por meio de um dispositivo de compressão sendo em seguida submetidas à passagem de uma corrente de soldadura adequada (Marques *et al.*, 2007).

Na soldadura por centelhamento, ao contrário da soldadura topo a topo, em geral não é necessária nenhuma preparação das superfícies de contato. Neste processo as peças são energizadas antes de entrarem em contato, e as suas faces são aproximadas até que o contato ocorra em pontos discretos da superfície da junta, gerando o centelhamento (Marques *et al.*, 2007).

Na soldadura por alta frequência, a soldadura é obtida pelo calor gerado pela resistência à passagem de uma corrente elétrica alternada de alta frequência e pela aplicação rápida da pressão (Marques *et al.*, 2007).

A intensidade de um ponto soldado depende de vários fatores, todos eles relacionados: a intensidade da corrente; o tempo de passagem da corrente; a força de compressão e o estado da superfície (Pereira, 2011).

3.4 Soldadura TIG

O processo TIG foi desenvolvido no início dos anos 40 de modo a dar resposta à indústria aeroespacial, sendo mais adequado para soldar ligas não ferrosas e juntas que precisem de bom acabamento na raiz. Aplicável à maioria dos metais e suas ligas numa ampla faixa de espessuras, este é um processo bastante utilizado nas ligas de alumínio, magnésio, titânio e aços inoxidáveis (Fogagnolo, 2011).

Soldadura TIG (*Tungsten Inert gas*) é um processo de soldadura no qual se produz um arco elétrico entre um eletrodo não consumível e a peça numa atmosfera de um gás inerte. O calor

desenvolvido pelo arco é suficiente para fundir a peça formando um banho de fusão ao qual se pode juntar um metal de adição para completar a soldadura. A proteção do metal fundido é feita pela atmosfera de gás inerte. O eletrodo utilizado é em geral de tungstênio (Pereira,2011), podendo também utilizar-se eletrodos de tungstênio com adição de tório ou zircônio e óxido de cério (Santos *et al.*, 1998).

Os consumíveis utilizados no processo são o gás de proteção (em geral o argon por ser adequado a todos os metais) e o material de adição (varetas ou fios de material de adição) com uma composição semelhante ao metal de base (Santos *et al.*, 1998).

O processo TIG permite um controlo independente da fonte de calor e do metal de adição, resultando num excelente controlo da energia transferida para a peça. Como utiliza gás inerte para a proteção contra a oxidação pela atmosfera, não ocorrem reações entre o metal fundido e o gás de proteção, não havendo assim formação de escória nem de fumos, o que proporciona ótima visibilidade para o soldador. Este tipo de soldadura é “limpa”, resultando num cordão de solda com boa aparência e acabamento (Fogagnolo, 2011).

Este processo de soldadura apresenta várias variantes do processo:

- Soldadura TIG por pontos: de um modo geral é executada manualmente com um porta eletrodo do tipo de uma pistola;
- Soldadura TIG com corrente pulsada: aqui a corrente varia entre dois níveis, um nível de pico e um nível de base;
- Soldadura TIG com “fio quente”: é semelhante à soldadura TIG, exceto no facto do fio consumível ser aquecido por efeito “Joule” até uma temperatura perto do seu ponto de fusão;
- Soldadura TIG em chanfro apertado: apresenta vantagens em relação à soldadura por arco submerso, no que respeita ao tempo de execução de um cordão de soldadura em chapas de espessura acima dos 40 mm. Para espessuras até 20 mm utiliza-se uma tocha convencional com uma extensão de eletrodo superior, mas acima desta

espessura é necessária uma tocha especial para chanfro apertado (Santos *et al.*, 1998).

3.5 Soldadura MIG/MAG

A implementação do processo de soldadura MIG remota aos anos 20, no entanto, a sua aplicação industrial só foi desenvolvida a partir dos anos 40. Com os desenvolvimentos subsequentes, foram incluídas a utilização de baixas densidades de corrente, de corrente pulsada e a utilização de gases ativos na proteção do arco elétrico e do banho de fusão. Este último desenvolvimento leva à subdivisão do processo em dois sub-processos MIG e MAG. A diferença fundamental entre os dois reporta-se à composição química do gás de proteção utilizado (Santos *et al.*, 1998).

Os gases de proteção usados no processo são a diferença fundamental entre os processos MIG e MAG. MIG, abreviatura de *Metal inert gas*, usa um gás ou mistura de gases inertes; MAG abreviatura de *Metal active gas*, usa um gás ativo ou mistura de gás ativo com inerte (Fogagnolo, 2011).

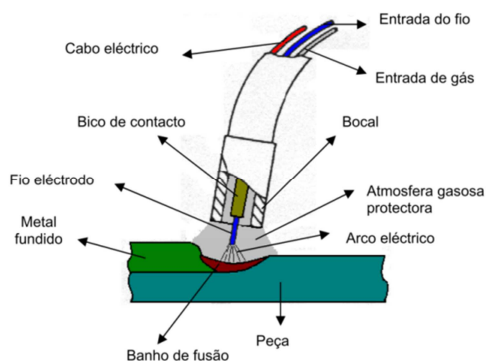


Figura 7 - Representação do processo de soldadura MIG/MAG.

Fonte: Pereira., 2011

Santos *et al.*, (1998) define soldadura MIG MAG como sendo um processo de soldadura por arco eléctrico, no qual se utiliza um fio eléctrico consumível de alimentação contínua, na ponta do

qual se estabelece o arco elétrico, e uma proteção gasosa. O eletrodo, o arco, a zona fundida e a peça a soldar são protegidos da contaminação atmosférica por um fluxo de gás ativo ou inerte, que passa através da tocha de soldadura. Este processo permite a obtenção de elevada densidade de corrente dado o pequeno diâmetro do fio eletrodo, o que também ocasiona uma elevada taxa de fusão do fio.

Quanto à utilização, o processo MIG MAG é utilizado em diversas aplicações, sendo exemplos: fabricação de componentes e estruturas, indústria automóvel, manutenção de equipamentos e peças metálicas, recuperação de peças desgastadas, etc. A grande vantagem deste processo é a sua alta produtividade, que advém da elevada taxa de deposição e da alta velocidade da soldadura. Apresenta ainda as seguintes vantagens: é um processo semi-automático bastante versátil, que pode ser adaptado para a soldadura automática; exige uma menor habilidade de soldadura face ao processo com eletrodo revestido; não há formação de escória e o facto de a soldadura poder ser executada em todas as posições (Fogagnolo, 2011).

Este processo apresenta, no entanto, algumas limitações: existe a necessidade da soldadura ser protegida das correntes de ar; a soldadura ser dificultada em juntas de difícil acesso, devido à geometria da tocha; o processo produz soldas com alto nível de respingos, ocorrendo grande emissão de radiações ultravioletas; o custo do equipamentos é relativamente alto, sendo menos portátil do que o processo de eletrodo revestido (Fogagnolo, 2011).

Uma bancada / posto de trabalho de soldadura MIG MAG pode ser manual (semi-automática) ou automática. A denominação “semi-automática” deve-se ao facto da alimentação do fio eletrodo, ou seja, do material da adição, se fazer automaticamente pela máquina, sendo as restantes operações realizadas pelo soldador. No caso da soldadura totalmente automática, após a regulação dos parâmetros pelo operador, este não tem mais interferência na operação. O equipamento necessário para o funcionamento do processo MIG MAG é constituído pelos seguintes elementos: fonte de alimentação da corrente de soldadura, fonte de gás de proteção, unidade e alimentação do fio, tocha ou pistola de soldadura, caixa de comando manoredutor e

debitômetro (no caso de se utilizar o dióxido de carbono - CO₂ – é necessário utilizar também um pré-aquecedor) (Santos *et al.*, 1998).

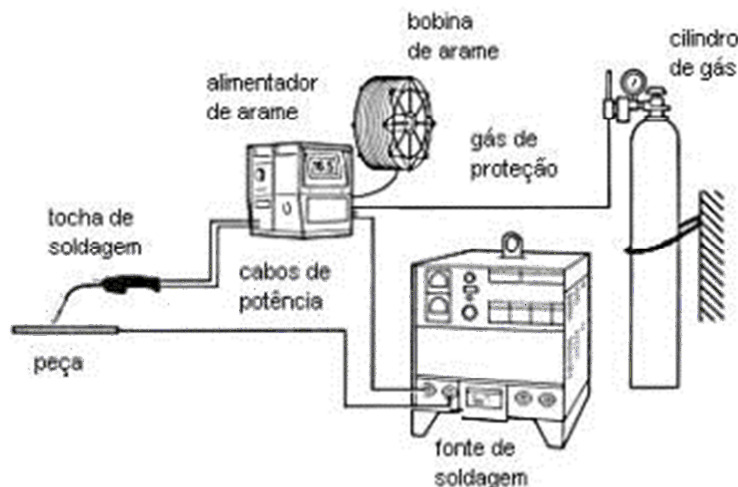


Figura 8 - Instalação para soldadura MIG/MAG.

Fonte: Fogagnolo, 2011

Nota: Soldagem é a designação Brasileira de Soldadura.

Este tipo de soldadura apresenta como materiais consumíveis, os elétrodos e os gases de proteção. A composição química do eletrodo, o metal base e o gás de proteção determinam a composição química do metal fundido o qual influencia o comportamento mecânico da construção soldada. Os fatores que devem ser tomados em conta na seleção do fio consumível e do gás de proteção são: o metal base, as propriedades mecânicas requeridas, a condição e limpeza do metal base, o tipo de serviço ou especificação aplicável, a posição da soldadura e o modo de transferência pretendido (Santos *et al.*, 1998).

Transferência de metal no arco

Para otimizar as aplicações existentes, e desenvolver outras, de forma eficiente, é importante a compreensão do processo de transferência de metal. Este processo consiste na translocação do metal fundido na ponta do eletrodo para a poça de fusão. A transferência de metal tem uma grande influência nas características do processo tais como, a estabilidade do arco elétrico, o nível de salpicos, a posição da soldadura e o tipo de defeitos que podem ocorrer. A

classificação dos modos de transferência que ocorrem em soldadura MIG MAG foi realizada pelo Instituto internacional de Soldadura em 1977 (Santos *et al.*, 1998).

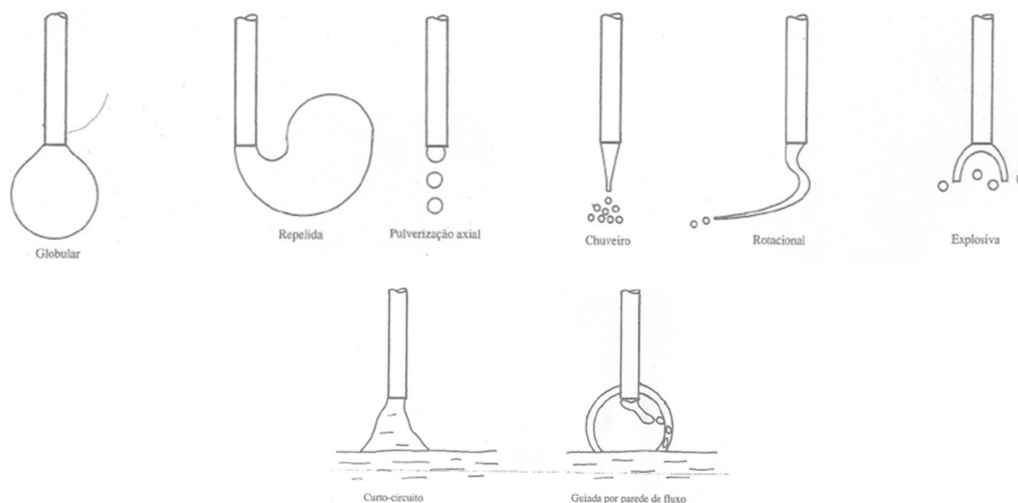


Figura 9 – Modos de transferência de acordo com a classificação do IIS/IIW.

Fonte: Santos *et al.*, 1998

A ocorrência destes modos de transferência é influenciada pelos seguintes parâmetros: a amplitude e o tipo de corrente de soldadura, o diâmetro de eletrodo, a composição do eletrodo, a extensão do eletrodo e do gás de proteção (Santos *et al.*, 1998).

Parâmetros do processo

Os principais parâmetros que influenciam a qualidade do cordão de soldadura são: a intensidade de corrente, a tensão do arco, a velocidade de soldadura, a extensão do eletrodo, a posição da tocha, o diâmetro do eletrodo e o tipo de gás de proteção (Pereira, 2011).

Etapas do processo

1. Preparação das superfícies;
2. Abertura do arco (toque do eletrodo na peça);
3. Início da soldadura pela aproximação da tocha à peça e acionamento do gatilho para início do fluxo de gás, alimentação do eletrodo e energização do circuito da soldadura;

4. Formação da poça de fusão;
5. Produção do cordão de solda, pelo deslocamento da tocha da junta, com velocidade uniforme;
6. Libertação do gatilho para interrupção da corrente, da alimentação do eléctrodo, do fluxo de gás e a consequente extinção do arco (Fogagnolo, 2011).

Capítulo IV – Riscos associados a atividades de soldadura MIG

MAG

1. Riscos associados à exposição a agentes químicos

Agentes químicos são todas as substâncias orgânicas ou inorgânicas, naturais ou sintéticas que durante o seu fabrico, manuseamento, transporte, armazenamento ou uso, podem incorporar-se no ar ambiente. Estas resultam em efeitos irritantes, corrosivos, asfixiantes ou tóxicos, podendo provocar danos na saúde das pessoas (doenças profissionais) que se expõem ou estão expostas a elas, ou danos (acidentes) pessoais e materiais, incluindo o ambiente (Eurisko, 2007).

1.1 Regime jurídico aplicável

A legislação sobre agentes químicos está estruturada em dois planos: um regime que estabelece o enquadramento geral da prevenção dos riscos associados a estes agentes e vários regimes especiais que estabelecem prescrições particulares quanto a agentes específicos. No que respeita ao regime geral, a legislação define o campo de aplicação, estabelecendo as definições de agente químico, de agente químico perigoso e de atividade que envolva agentes químicos e as respetivas abordagens preventivas a considerar – Decreto-lei n.º 24/2012 de 6 de Fevereiro (Cabral, 2011).

A norma Portuguesa NP 1796:2007, baseada nas linhas de orientação da *American Conference Industrial Hygienists* (ACGIH), fixa os valores limite de exposição e aplica-se a todos os locais de trabalho onde se verifique a libertação de substâncias nocivas dos processos de trabalho. A mesma norma define três categorias de valores limite:

- Valor limite de exposição – Média Ponderada (VLE – MP): concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, à qual se

considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde.

- Valor limite de exposição – Curta Duração (VLE – CD): concentração á qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar repetidamente expostos por curtos períodos de tempo, desde que o valor VLE-MP não seja excedido nem ocorram efeitos adversos (irritações, lesões crónicas ou narcoses);
- Valor limite de exposição – concentração máxima (VLE – CM): concentração que nunca deve ser excedida durante qualquer período da exposição.

1.2 Classificação dos agentes químicos

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

De acordo com Miguel (2006), destacam-se os seguintes agentes no estado sólido:

- Poeiras: Suspensão no ar de partículas esferoidais de pequeno tamanho, formadas pelo manuseamento de certos materiais e por processos mecânicos de desintegração.
- Fibras: partículas provenientes de uma desagregação mecânica e cujo comprimento excede em mais 3 vezes o seu diâmetro;
- Fumos: suspensão no ar de partículas esféricas procedentes de uma combustão incompleta ou resultante da sublimação de vapores, geralmente depois da volatilização a alta temperatura de metais fundidos.

Apesar desta diferenciação é frequente dar o nome genérico de pó a todas as partículas sólidas em suspensão. Dentro deste contexto e tendo em conta a dimensão das partículas, distinguem-se em poeiras totais (todas as partículas presentes no ambiente, num dado momento, independente do seu tamanho), e partículas respiráveis (a fração de poeiras totais cujas partículas tem um diâmetro equivalente não superior a 7 micron) (Miguel, 2006).

No estado líquido distinguem-se os aerossóis e as neblinas. Os aerossóis dizem respeito à suspensão no ar de partículas cujo tamanho não é visível à vista desarmada e são provenientes da dispersão mecânica de líquidos. As neblinas resultam da suspensão no ar de gotículas líquidas visíveis e produzidas por condensação de vapor (Miguel, 2006).

No estado gasoso distinguem-se os gases e os vapores. Em relação aos gases, este é o estado físico normal de substâncias a 25°C e 760 mm Hg de pressão. Os vapores dizem respeito à fase gasosa de substâncias que, nas condições-padrão (25°C e 760 mm Hg), se encontram no estado sólido ou no estado líquido (Miguel, 2006).

Com base em Rodrigues *et al.*, (2003) os agentes químicos são classificados de acordo com o seu grau de perigosidade:

- Muito tóxicos: aqueles que por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem originar intoxicações extremamente graves, agudas ou crónicas ou mesmo a morte;
- Tóxicos: os que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem originar intoxicações graves, agudas ou crónicas ou mesmo a morte;
- Nocivos: os que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem causar efeitos de gravidade limitada;
- Corrosivos: os que, em contato com os tecidos vivos, podem exercer sobre eles uma ação destrutiva;
- Irritantes: os que, por contato imediato, prolongado ou repetido, com a pele ou mucosa, podem provocar uma reação inflamatória;
- Carcinogénicos: os que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem originar cancro ou aumentar a sua frequência;
- Tóxicos para a reprodução: os que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem produzir ou induzir desvios funcionais ou anomalias não hereditárias no desenvolvimentos de embriões animais ou fetos;

- Mutagénicos: os que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem induzir alterações no material genético, em qualquer parte do tecido.

1.3 Vias de entrada no organismo

Em qualquer atividade onde se utilize, ou onde os trabalhadores possam estar expostos a agentes químicos, poderá haver risco para a saúde. As principais vias de penetração no organismo humano são a via respiratória, cutânea e digestiva (Rodrigues et al, 2003).

Quando penetram o organismo, os agentes tóxicos seguem as fases de absorção, transporte, acumulação e eliminação. A absorção é a passagem dos agentes tóxicos para o sangue através das membranas do organismo. A absorção por via respiratória é a mais rápida para a penetração de vapores e gases, onde os agentes tóxicos passam diretamente pelo órgão onde se vão fixar. Nos agentes sob a forma de partículas a sua absorção depende essencialmente do seu tamanho, pelo que a absorção pela pele e mucosas depende de vários fatores: cutâneos, circulatórios, ligados ao produto e ambientais. A absorção por via digestiva consiste na ingestão de um agente tóxico, com efeitos no trato gastrointestinal, onde uma vez absorvido é transportado pelo sangue até aos diversos órgãos. A eliminação faz-se, em geral, pelas vias renal, pulmonar e biliar (Freitas, 2008).

1.4 Medidas de prevenção e proteção contra os riscos decorrentes da exposição a agentes químicos

Segundo Freitas (2008), o risco de exposição a agentes químicos pode ser eliminado mediante medidas técnicas, medidas organizacionais e de vigilância médica.

Medidas técnicas:

- Redução da quantidade de agentes químicos e substâncias perigosas nos locais de trabalho:

O artigo 106.º do Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais – Portaria 53/71, de 3 de Fevereiro, refere que “ *Quando não for possível empregar aparelhos ou recipientes fechados, as poeiras, fumos, gases, vapores ou névoas nocivas devem ser captadas no seu ponto de formação ou na proximidade do mesmo, por meio de bocas ou de cápsulas convenientemente ligadas a sistemas de aspiração eficazes, e a atmosfera ambiente deve ser convenientemente ventilada*”.

A conceção de um sistema de ventilação deve responder a três imperativos: um, de higiene industrial, outro de produção, e outro de utilização. O primeiro refere-se ao estudo da natureza dos poluentes, modo de emissão, extensão da zona poluída e frequência das emissões. Mas o sistema deve ser compatível com as exigências da produção e deve também ser bem aceite pelo utilizador. Os dois grandes tipos de ventilação são: a ventilação local ou ventilação por aspiração localizada e a ventilação geral ou ventilação por diluição (Macedo, 2006).

A ventilação por aspiração local ou localizada capta os poluentes o mais próximo possível da sua fonte de emissão e antes que eles penetrem a zona das vias respiratórias. Este processo necessita de muito menos caudais de ar que a ventilação por diluição e, portanto, os custos de investimento, de funcionamento e de aquecimento são menores. A ventilação geral ou por diluição consiste na introdução de ar limpo em quantidade suficiente para levar as concentrações de substâncias tóxicas a valores inferiores aos limites de exposição. Este método admite um nível de poluição residual nos locais de trabalho (Macedo, 2006).

- Utilização de equipamentos e materiais adequados que permitam evitar ou reduzir ao mínimo a libertação de substâncias perigosas;
- Redução ao mínimo da duração e grau de exposição e do número de trabalhadores expostos;
- Elaboração de Plano de Emergência em função do risco de acidente;
- A redução da quantidade de agentes químicos presentes ao mínimo necessário à execução dos trabalhos em questão;

- Aplicação de medidas de proteção coletiva na fonte do risco, designadamente de ventilação, armazenamento e de medidas organizativas adequadas;
- Adoção de medidas de proteção individual, incluindo a utilização de equipamentos de proteção individual, se não for possível evitar a exposição por outros meios.

Medidas Organizacionais:

- Organização da prevenção com programas dirigidos para a especificidade dos riscos;
- Conceção dos processos de trabalho e de controlos técnicos apropriados;
- Utilização de métodos de trabalho adequados, nomeadamente disposições que assegurem a segurança durante o manuseamento, armazenagem e transporte de substâncias e preparações perigosas e dos resíduos que as contenham.

Medidas de vigilância médica

- Vigilância da saúde dos trabalhadores expostos e suscetíveis de contrair doenças;
- Criação de rotinas específicas nos exames de admissão, periódicos e ocasionais, que atendam ao agente, às características de exposição e ao trabalhador;
- Vigilância dos parâmetros biológicos e rastreio de efeitos precoces e reversíveis.

2. Ruído

A prevenção dos riscos associados ao ruído encontra-se estabelecida no Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Esta legislação incide, de forma particular, na metodologia que deve ser observada na avaliação deste risco e no programa de medidas preventivas que deve ser elaborado e seguido em cada caso concreto, conforme os níveis de ruído avaliados (Cabral, 2011). Este documento legal aplica-se a todas as empresas, estabelecimentos e serviços, incluindo a Administração Pública.

Segundo Dias (2007), o som pode definir-se de duas formas distintas: como fenómeno físico e como fenómeno psicológico. O fenómeno físico pode definir-se como um movimento vibratório de um corpo que desencadeia o deslocamento de partículas de um determinado meio elástico. Já o fenómeno psicológico é uma sensação auditiva agradável ou desagradável provocada pelo movimento vibratório de um corpo.

A exposição ao ruído nos locais de trabalho provoca consequências variadas, que vão desde consequências físicas a consequências psíquicas. Em Simões (2009) refere-se que a exposição ao ruído provoca a diminuição da produtividade em 1%, um aumento do risco de perda de audição em 1,5% e um aumento do risco de patologias cardiovasculares em 0.5%.

2.1 O som

O som é uma sensação, e neste sentido um fenómeno subjetivo. Mas a causa desta sensação é sempre uma vibração que se propaga num meio elástico, geralmente o ar e que atinge o nosso ouvido, designadamente o tímpano (Simões, 2009).

Miguel (2006), refere que as principais características do ruído são: o nível sonoro e a frequência (se se tratar de um ruído puro) ou a composição e o espectro (se se tratar de um som complexo).

Já Gomes (2006), define a intensidade e a frequência como sendo as duas características principais do ruído. A intensidade é a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas da fonte emissora, podendo ser expressa em termos de energia (watt/m^2) ou em termos de pressão (Newton/m^2 ou Pascal). A frequência é representada pelo número de vibrações completas num segundo, sendo expressa em Hertz (Hz).

2.2 Características dos sons

Quando uma fonte sonora produz um som com uma determinada potência sonora, dá-se uma transferência de energia da fonte para as moléculas de ar adjacentes segundo uma propagação radial. O fluxo de energia que numa determinada direção atravessa um elemento de superfície é designado por intensidade sonora (Dias, 2007). A intensidade permite assim distinguir um som fraco de um som forte.

Outra característica intrínseca de um som é a altura. O termo altura permite a classificação dos sons em agudos e graves.

O timbre permite a distinção entre, por exemplo, um violino e um clarinete, mesmo que estes instrumentos toquem com a mesma intensidade e à mesma altura. O timbre permite assim a identificação e a distinção de diferentes fontes sonoras (Simões, 2009).

Finalmente, a duração permite-nos distinguir a permanência temporal de um dado som.

2.3 Pressão Sonora

Segundo Freitas (2008) define-se pressão sonora como sendo a pressão, expressa em Pascal (Pa), produzida pelas vibrações mecânicas que é utilizada como parâmetro de avaliação das situações de incomodidade ou de risco de trauma auditivo.

A medida da pressão sonora numa escala linear é contudo impraticável, pois compreende cerca de 1 milhão de unidades. Contudo, o limiar da audibilidade a 1000Hz é provocada por uma pressão de 20 μPa , enquanto o limiar da dor ocorre a uma pressão de 100 Pa. Além

disso, é de acrescentar que, o ouvido não responde linearmente aos estímulos, mas sim logaritmicamente (Miguel, 2006).



Figura 10 - Gama de frequências de várias fontes sonoras.

Fonte: Portal da Saúde Pública, 2012

Os níveis sonoros são expressos nos valores correspondentes das três grandezas acústicas - intensidade, pressão ou potência - por norma, não são apresentados nas unidades referidas, mas sim numa unidade logarítmica designada decibel, cujo símbolo é dB (Simões, 2009).

De acordo com Miguel (2006), define-se dB como sendo o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado, e corresponde praticamente à mais pequena variação da pressão sonora que um ouvido humano normal pode distinguir nas condições normais de audição.

A avaliação do ruído é feita através de níveis sonoros ponderados. Nível sonoro ponderado é essencialmente um processo de “seleção” do som nas frequências mais altas e mais baixas, onde a sensibilidade do ouvido é menor. A curva de ponderação do som em dB(A) é geralmente a mais usada, devido à demonstração de vários estudos de psicologia que demonstram que os níveis sonoros medidos em dB(A) fornecem uma boa avaliação da percepção subjetiva do som (Grandjean *et al.*, 2005).

A medida dB com ponderação A, baseia-se nas curvas de Fletcher e Munson, que descobriram que o ouvido humano não é sensível a todas as frequências de igual forma. A partir de

experiências realizadas, os autores construíram um gráfico que permite simular o nível de ponderação do ouvido humano. Nesse sentido surge a malha de ponderação "A" que realiza uma média ponderada da pressão sonora medida (Acustekpro, 2013).

Existem vários tipos de filtros normalizados que correspondem, de uma forma não linear, às diferentes frequências, designando-se geralmente por filtros de ponderação (A, B, C, D). A mais importante a nível do ruído industrial é a malha de ponderação A, pelos motivos já mencionados.

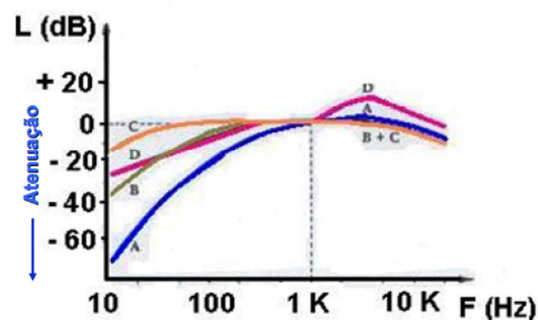


Figura 11 - Curvas de ponderação.

Fonte: Dias, 2007.

A ponderação A dá assim lugar a níveis ponderados como por exemplo L_{eq} (Nível sonoro contínuo Equivalente). O nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,T}$, ponderado A de um ruído num intervalo de tempo T, é expresso em dB (A) é dado pela seguinte relação (Gomes, 2006):

$$L_{Aeq,T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{PA(T)}{P0} \right]^2 dt \right\}$$

em que:

T_e - Duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído;

PA - Pressão sonora instantânea ponderado A, expressa em Pa, a que está exposto com o ar à pressão atmosférica, um trabalhador que poderá ou não deslocar-se, de um sitio para o outro, durante o trabalho.

$P0$ - Pressão acústica de referência igual a 20 μ Pa.

2.4 Sistema Auditivo Humano

A sensação de audição é produzida quando as ondas sonoras passam através do canal auditivo externo, depois através do ouvido médio, e finalmente, pelo ouvido interno, onde a energia da pressão sonora é convertida em impulsos nervosos. Daqui estes passam pelo nervo auditivo até ao cérebro, onde o som é decodificado e interpretado (Grandjean *et al.*, 2005).

O órgão da audição divide-se em três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno, conforme se mostra na figura.

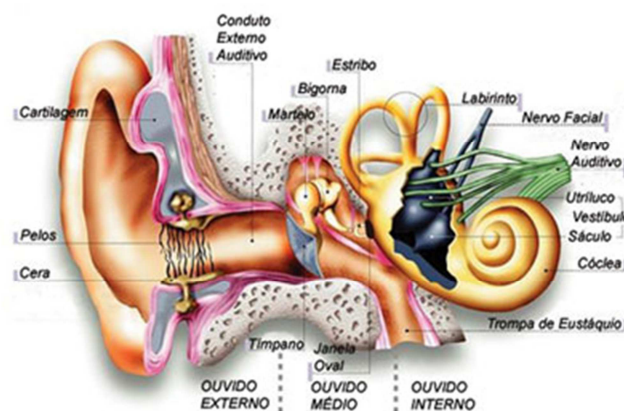


Figura 12 - Anatomia do ouvido humano.

Fonte: Sobiologia, 2013

O ouvido médio, ligação do ouvido externo ao interno, é constituído pela membrana do tímpano que é a parede de separação com o ouvido externo, e por uma cavidade que tem três pequenos ossículos ligados mecanicamente entre si, e que são conhecidos por martelo, bigorna e estribo. Esta cavidade contém ainda dois músculos que operam no martelo e no estribo, contrariando-se nas respostas a níveis sonoros elevados, e cuja ação limita os movimentos dos ossículos, limitando por esta forma a intensidade do som transmitida ao ouvido interno. O ouvido médio está também ligado ao exterior, à atmosfera, através de um canal para a nasofaringe que se chama trompa de Eustáquio. Esta ligação permite controlar o equilíbrio das pressões nas duas faces do tímpano (Simões, 2009).

O ouvido interno está encerrado numa cápsula óssea e comunica com o ouvido médio pelas janelas oval e redonda. O ouvido interno é um sistema muito complexo de canais cheios de um líquido (perilinfina). Este sistema é composto por dois sub-sistemas: um responsável pela audição, que é a cóclea ou caracol; outro, responsável pelo equilíbrio, onde se destacam os canais semicirculares. A cóclea é o receptor de som e é nela que se encontra o órgão de Corti que contém as células ciliadas (cerca de 23 000) responsáveis pela audição e que convergem no nervo acústico, através do qual e sob a forma de vibrações elétricas, se transmitem as ondas sonoras recebidas pelo cérebro, onde realmente se forma a sensação de som. A membrana basilar atua como um filtro seletivo ou como analisador de frequências (Simões, 2009).

2.5 Audibilidade

Devido à estrutura do aparelho auditivo humano e das características do sistema nervoso relacionadas com a audição, o ser humano reage de modo diverso aos sons de diferentes frequências, não obstante um mesmo nível de pressão sonora (Miguel, 2006).

O ouvido humano só capta sons entre determinados valores de frequência, ou seja, entre os 20 Hz e os 20000 Hz. No entanto à medida que nos tornamos cada vez mais velhos, o limite máximo de frequências captadas pelo ouvido humano baixa para valores da ordem dos 16000 Hz (Dias, 2007).

Para que o ouvido humano capte um som, a onda de pressão correspondente tem que apresentar uma intensidade compreendida entre o valor mínimo e um máximo, para cada frequência emitida. Estes valores, mínimo e máximo, de intensidade constituem os limites de audibilidade (Dias,2007).

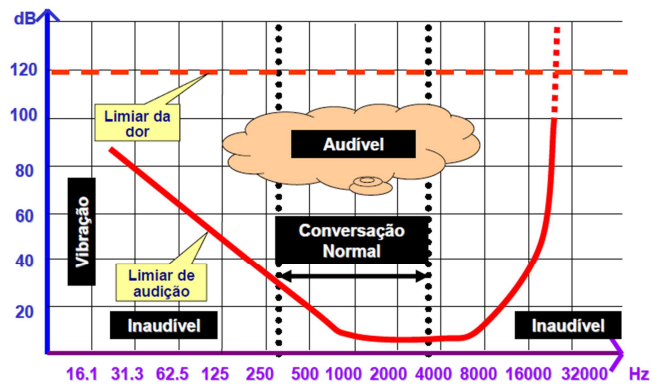


Figura 13 - Audibilidade de um som.

Fonte: Dias, 2007.

Assim, neste contexto e em conclusão:

- O ouvido humano não apresenta a mesma sensibilidade para todas as frequências;
- O ouvido humano ouve melhor nas frequências compreendidas entre os 500 e 5000Hz;
- Para níveis baixos de pressão sonora há maior dependência da audibilidade em relação à frequência;
- Abaixo de um determinado nível de pressão sonora, que é variável de frequência para frequência, o nosso ouvido não ouve nada, existindo uma curva designada por Limiar de audição a partir do qual começamos a ouvir.

2.6 Avaliação Quantitativa do Ruído em locais de trabalho

Em todos os locais de trabalho existe ruído, que pode advir de diversas situações: máquinas, conversas, tráfego, música, vibrações, etc.

Neste seguimento, Simões (2009) classifica o ruído em: ruído uniforme, ruído intermitente e ruído impulsivo.

Designa-se ruído uniforme quando o nível de pressão acústica e os espectros de frequência são constantes durante um período de tempo relativamente longo como, por exemplo, o ruído numa fábrica de fiação; ruído intermitente, quando o nível de pressão acústica e o espectro das frequências variam constantemente, sendo exemplo uma oficina de mecânica; e ruído

impulsivo, quando o nível de pressão acústica é muito elevado e de curta duração (menos de 1/5 do segundo) como, por exemplo, um disparo de uma arma de fogo.

2.7 Exposição Pessoal Diária de um Trabalhador ao Ruído durante o Trabalho – LEX, 8 h

O Decreto-lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro define $L_{EX, 8h}$, o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período de trabalho diário de oito horas (T_0), que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB(A), dado pela seguinte expressão:

$$L_{EX,8H} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \left(\frac{Te}{T_0} \right)$$

em que,

$L_{EX, 8h}$ – Exposição pessoal diária ao ruído em dB (A)

$L_{Aeq, Te}$ – Nível sonoro contínuo equivalente ponderado “A” ao fim do tempo de exposição “Te”

Te – Tempo de exposição

T0 – Tempo de referência = 8 horas

2.8 Efeitos do ruído no organismo em geral

O ruído afeta o organismo humano de várias formas causando prejuízos não só ao funcionamento do sistema auditivo como na atividade física, fisiológica e mental do indivíduo.

Segundo Carmo (1999), a classificação dos efeitos nocivos do ruído sobre o organismo humano pode ser realizada de duas formas: a primeira produz efeitos fisiológicos, fisiopatológicos ou auditivos, compreendendo os efeitos otológicos, ou seja, ação direta no sistema auditivo; a segunda compreende efeitos extra-otológicos, gerais ou não-auditivos, resultando numa ação geral sobre várias funções orgânicas. Para melhor compreensão, serão utilizadas para a classificação dos efeitos nocivos do ruído, os termos auditivos e não-auditivos.

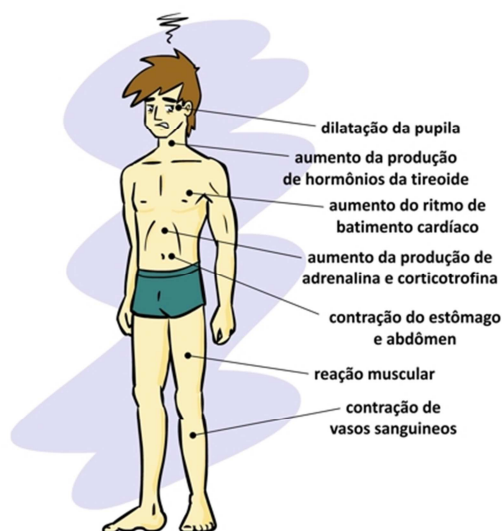


Figura 14 - Alterações fisiológicas reversíveis sob efeitos dos ruídos no organismo humano.

Fonte: Brandalise, 2013

Para além dos efeitos referidos, o ruído causa ainda perturbações as nível social e económico. Independentemente do facto dos efeitos fisiológicos se traduzirem em consequências nefastas para a família e para a economia, tanto doméstica, como da Nação, o ruído afeta de modo direto:

- a produtividade, baixando-a;
- a ocorrência de acidentes, aumentando-a;
- a gravidade dos acidente, aumentando-a;
- os conflitos laborais, aumentando-os;
- as queixas individuais, aumentando-as;
- a inteligibilidade, diminuindo-a (Simões, 2009).

Segundo Simões (2009), quanto mais exigente for uma ocupação do ponto de vista intelectual, tanto maior é o prejuízo causado pelo ruído sobre o bem-estar geral.

2.8 Controlo do Ruído

Quando o nível de ruído nos locais de trabalho ultrapassa níveis aceitáveis, deve proceder-se ao seu controlo. Tal pode refletir-se em medidas de diferentes naturezas:

- Organizacionais;

- Medidas construtivas ou de engenharia;
- Medidas de proteção individual (Simões, 2009).

As medidas administrativas ou organizacionais têm em vista a redução dos níveis de ruído ou do tempo de exposição. As medidas mais comuns são: planificação da produção com vista à eliminação de postos de trabalho sujeitos a elevados níveis de ruído; adoção de uma política de aquisição de equipamentos em que o fator nível de ruído seja considerado; rotação periódica de pessoal exposto e a realização de trabalhos ruidosos em horas em que haja um menor número de trabalhadores expostos (Miguel, 2006).

Em relação às medidas construtivas pode-se referir:

- redução na fonte: seleção de equipamentos de trabalho e materiais a adquirir, isentos de ruído ou pouco ruidosos; impedir ou reduzir o choque entre peças da máquina; colocação de silenciadores ou abafadores; manutenção periódica dos equipamentos de trabalho; substituição de componentes gastos ou defeituosos e alteração do modo de manipulação de materiais;
- redução da propagação: criação de barreiras acústicas que diminuam a transmissão do ruído; isolamento da máquina e seus componentes; colocação de materiais que absorvam as vibrações; separação de peças que atuem entre si e reforço das estruturas (para o ruído de percussão);
- redução através de medidas acústicas: utilização de materiais absorventes do som, aumento da distância entre o colaborador e a fonte de ruído através, por exemplo, de montagem de divisórias, janelas e portas, com elevado índice de isolamento (Freitas, 2008).

Com base nas medidas apresentadas, quando o nível sonoro a que o trabalhador está submetido ultrapassa os valores admissíveis e não é viável (técnica ou economicamente) qualquer das soluções anteriormente descritas ou o controlo efetuado não se revela eficaz, terá então que se recorrer à proteção individual. (Miguel, 2006).

O empregador deve organizar registos de dados e manter atualizados arquivos sobre a avaliação e o controlo dos valores de exposição pessoal diária. Nestes registos deverão constar os valores máximos de pico do nível de pressão sonora (ficha de avaliação de ruído, ficha individual de exposição), que deverão ser complementados com uma política de vigilância médica, onde se deverá enquadrar a audiometria como parâmetro a monitorizar dos trabalhadores expostos ao ruído durante o trabalho. Deverá ainda, manter atualizada a ficha de calibração dos instrumentos de medição (Freitas, 2008).

2.9 Enquadramento legal

Encontra-se amplamente descrito que a exposição a elevados níveis de ruído nos locais de trabalho, implica riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores. A redução das manifestações da doença nos trabalhadores, originadas pelo ruído, passa pela limitação dos tempos e níveis de exposição diários (Gomes, 2006).

A legislação nacional em vigor, Decreto-lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria da exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. O presente decreto-lei é aplicável em todas as atividades do setor privado, cooperativo e social, da administração pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria.

O referido decreto estabelece os valores limite de exposição e valores de ação. Segundo o mesmo decreto, entende-se por “valores de ação superior e inferior” os níveis de exposição diária ou semanal ou os níveis de pressão sonora de pico que em caso de serem ultrapassados implicam a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores. Por “valores limite de exposição” entende-se o nível de exposição diária ou semanal ou o nível de pressão sonora de pico que não deve ser ultrapassado.

Valores limite de exposição: $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 87$ dB e $L_{Cpico} = 140$ dB (C) equivalente a 200 Pa;

Valores de ação superiores: $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 85$ dB e $L_{Cpico} = 137$ dB (C) equivalente a 140 Pa;

Valores de ação inferiores: $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 80$ dB e $L_{Cpico} = 135$ dB (C) equivalente a 112 Pa;

3. Iluminação

O olho humano é o recetor mais importante de informações. Alguns estudos mostram que 80 a 90 % de todas as nossas perceções nos chegam através da visão (Ecivilnet, 2013).

Uma iluminação adequada é, pois, uma condição imprescindível para a obtenção de um bom ambiente de trabalho. A inobservância deste ponto resulta normalmente em consequências mais ou menos gravosas, tais como: lesões visuais, menor produtividade e aumento do número de acidentes de trabalho (Miguel, 2006).

Selecionar o tipo de iluminação certa consiste em encontrar o ponto de equilíbrio entre a performance o conforto e o ambiente luminoso. Isto significa também encontrar, ou reunir, os requisitos técnicos, os níveis de iluminação estabelecidos e regulamentados, a distribuição harmoniosa dos brilhos diretos e a limitação dos reflexos, a direção da luz, modelando a cor da luz e as cores selecionadas para a atividade (Pais, 2011).

3.1 Enquadramento legal

A Portaria n.º 53/71 de 3 de Fevereiro, Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais, refere as seguintes condições a serem observadas:

- *“Os locais de trabalho devem ser iluminados com luz natural, recorrendo-se à artificial, complementarmente, quando aquela seja insuficiente. Excetuam-se os casos em que razões de ordem técnica impossibilitem utilização de luz natural.*
- *A iluminação dos locais referidos no número anterior deve ser adequada às operações e tipos de trabalho a realizar.*
- *As vias de passagem devem ser, de preferência iluminadas, com luz natural.”*

Relativamente à luz natural, o mesmo diploma refere:

- *“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.*
- *As superfícies de iluminação natural devem ser mantidas em boas condições de limpeza.”*

A Portaria 53/71 refere ainda, relativamente à luz artificial:

- *“Quando houver recurso à iluminação artificial, esta deve ser elétrica.*
- *A iluminação geral deve ser de intensidade uniforme e de modo a evitar sombras prejudiciais.*
- *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.*
- *Os sistemas de iluminação geral e suplementar devem ser instalados de forma a evitar o encandeamento.*
- *Nos locais de trabalho onde se possa verificar o efeito estroboscópico a instalação de iluminação deve obedecer às disposições regulamentares em vigor.*
- *Os meios de iluminação artificial devem ser mantidos em boas condições de funcionamento e de limpeza.”*

Há ainda que referir a Portaria n.º 987/93 de 6 de Outubro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho, que refere o seguinte:

- *“Os locais de trabalho devem dispor, na medida do possível, de iluminação natural adequada.”*

3.2 A visão

Os olhos, órgãos recetores muito importantes para os seres humanos, captam a energia do mundo exterior na forma de ondas de luz e convertem-nas numa forma de energia reconhecível pelo nosso organismo – os impulsos nervosos. Apenas pela integração dos impulsos da retina com o cérebro é que se tem a perceção visual. A perceção em si, não fornece a imagem precisa do mundo exterior: as nossas impressões são uma modificação subjetiva daquilo que é reportado pelo olho onde, por exemplo, uma cor parece mais escura quando é vista contra um fundo claro do que contra um fundo escuro (Grandjean *et al.*, 2005).

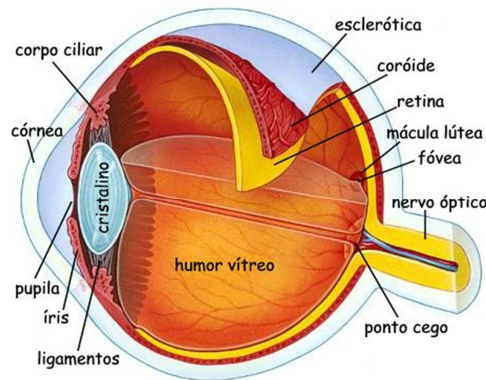


Figura 15 -Corte transversal do olho humano

Fonte: Profs.ccems, 2013

Órgão	Principais Funções
Pálpebras	Protege e cobre os olhos.
Cílios	Protege os olhos do pó e dos poluentes externos.
Córnea	Foca a luz através da pupila para a retina.
Cristalino	Projeta a luz dos objetos na retina.
Retina	Retém as imagens (espécie de tela).
Mácula	Forma as imagens.
Nervo ótico	Transmite as imagens ao cérebro.
Pupila	Controla a entrada de luz no olho.
Músculos ciliares	Acomoda o cristalino consoante a distância a que nos encontramos dos objetos.
Canais lacrimais	Drenar os olhos.

Órgão	Principais Funções
Íris	Fecha ou dilata a pupila consoante a quantidade de luz grande ou pequena.
Glândulas lacrimais	Lubrificar os olhos.

Quadro 3 - Principais funções dos constituintes do olho Humano.

Fonte: Dias, 2007

Em Simões (2006) compara-se o olho a uma câmara fotográfica, a qual contém os seguintes elementos:

- Um sistema ótico que tem a seu cargo a formação de uma imagem invertida numa superfície sensível à luz e que é constituído por córnea e cristalino;
- Um diafragma, que regula o fluxo luminoso que penetra no olho e que é constituído pela pupila;
- A pálpebra, correspondente ao obturador fotográfico, que serve de proteção às radiações indesejáveis;
- Uma película fina, sensível à luz e à cor e na qual se forma a imagem, a retina.

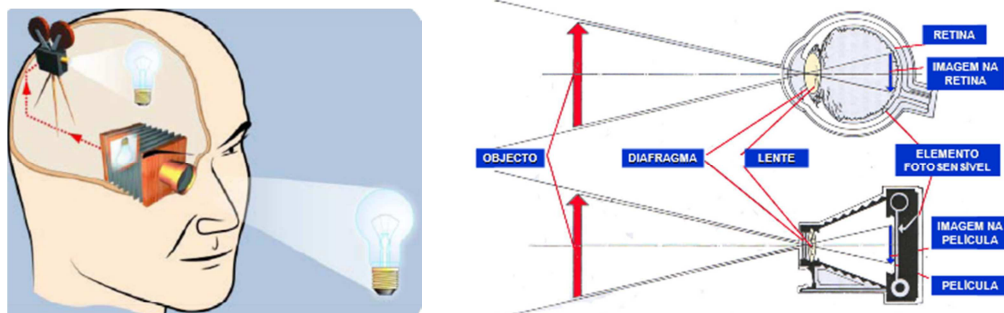


Figura 16 - Olho humano Vs. Câmara fotográfica.

Fonte: Simões, 2006 / Dias, 2007

É importante referir dois aspetos importantes no âmbito da Segurança e Higiene: o fenómeno de acomodação e a fadiga visual.

Acomodação significa a “habilidade” de o olho focar objetos a distâncias variadas, desde o infinito até ao ponto mais próximo da visão. Se mantemos um dedo na frente do olho, o olho pode ser focado deixando o fundo desfocado, ou o fundo pode ser focado deixando o dedo sem nitidez. Isto representa o fenómeno de acomodação (Grandjean *et al.*, 2005).

Um outro aspeto importante é a fadiga visual que se manifesta por uma série de sintomas de incomodidade que vão desde a visão toldada até às dores de cabeça, por contração dos músculos faciais ou mesmo, por uma postura do corpo incorreta (Miguel, 2006).

3.3 Visão e trabalho

No nosso dia-a-dia, as funções visuais do olho normalmente não são levadas ao limite das suas capacidades. Para Dias (2007), as principais capacidades visuais do olho humano, durante o trabalho são:

- Acuidade visual: é a capacidade de se detetar pequenos detalhes e discriminar pequenos objetos. Isto inclui a perceção de duas linhas ou pontos muito próximos um do outro (Grandjean *et al.*, 2005) e depende da capacidade de resolução da retina;
- Estrabismo convergente: é o desvio do eixo principal dos dois olhos em relação ao normal;
- Visão estereoscopia: é a capacidade de notar relevos e profundidades;
- Perceção de cores: trata-se da capacidade de distinguir as cores.

Tempo de resposta ótica

O tempo de resposta ótica, ou seja, o tempo que medeia entre a perceção de um impulso pela vista e a resposta subjetiva, é determinado pelas condições fisiológicas dos trabalhadores. Este tempo, variável entre 0,16 e 0,30 segundos, torna-se importante para se calcular o tempo de trabalho para algumas tarefas especiais. Esta duração deverá depender de vários fatores: do número de decisões que o trabalhador tenha que tomar, da diferença de brilhos entre o objeto e o fundo e da luminância em geral (Dias, 2007).

Condições	Iluminância do campo visual (Cd/m ²)	Tempo de resposta (segundos)
Preto sobre fundo branco	32	0.182
	64	0.178
	320	0.172
Preto sobre fundo cinzento	32	0.264
	64	0.220
	329	0.182

Tabela 10 - Tempos de resposta ótica.

Fonte: Dias, 2007

3.4 Iluminação e idade

A qualidade da iluminação deve ser a adequada de modo a garantir um bom desempenho visual para as tarefas em causa. Este desempenho depende não só da qualidade da iluminação, bem como, das características individuais de cada pessoa. A este respeito, a idade é um critério importante, pois os requisitos de iluminação aumentam com ela. A figura seguinte apresenta, em função da idade, a quantidade relativa de luz necessária para ler um livro. Uma das várias razões desse severo efeito da idade é a deterioração da transmitância dos cristalinos que se torna gradualmente amarelado. (Bommel *et al.*, 2004)

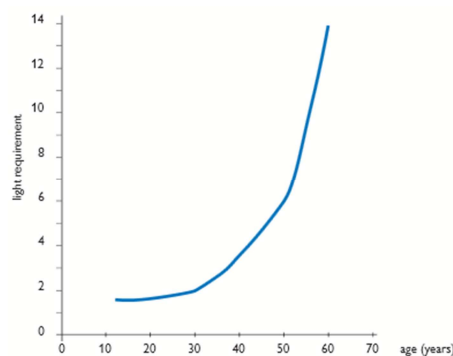


Figura 17 - Relação entre idade e luz necessária para ler um livro impresso.

Fonte: Bommel *et al.*, 2004

De acordo com Simões (2006) num local de trabalho, a iluminação deve estar adaptada não só ao Homem médio, mas a 90-95% das pessoas que ocupam o local tendo em conta não só a sua idade mas também as suas anomalias visuais.

3.5 Efeitos de uma má iluminação

Segundo Dias (2007), os principais efeitos de uma iluminação inadequada dos locais de trabalho são: incomodidade; fadiga visual; erros/enganos os quais podem originar frustração pessoal, perdas de tempo, menor produtividade e danos materiais; acidentes de diversos tipos, como traumatismos, ferimentos ou mesmo a morte; doenças visuais (p.e. cegueira).

Há ainda a considerar o efeito estroboscópico que surge devido à cintilação das lâmpadas fluorescentes, cuja frequência de operação iguala a frequência de rotação das máquinas, iludindo o trabalhador. Quando essas condições são satisfeitas a visão humana não consegue detetar o movimento da máquina em questão, dando a falsa sensação de que esta se encontra parada (Grupo 4work, 2012).

O quadro seguinte identifica alguns dos defeitos mais frequentes que se podem identificar em postos de trabalho, assim como a forma de os minimizar ou eliminar.

Órgão	Principais Funções
Baixo nível de iluminância (pouca luz)	Aumentar a potencia das lâmpadas e/ou aumentar o número de lâmpadas e/ou utilizar lâmpadas de maios rendimento.
Baixo nível de luminância	Aumentar os contrastes entre os objetos e os fundos. Escolher superfícies de cores apropriadas. Aumentar o tempo de observação.
Detalhes muito pequenos	Aumentar a luminância e os contrastes. Utilizar lentes de aumento. Escolher a cor do ambiente apropriada. Aumentar o tempo de observação.

Órgão	Principais Funções
Encandeamentos	Alterar a posição e/ou orientação das lâmpadas.
	Substituir as lâmpadas por outras de melhor brilho.
	Substituir ou alterar as luminárias.
	Mudar a posição do trabalhador, ou do posto, ou do equipamento.
Contrastes fracos	Aumentar a luminância, evitando o encandeamento.
	Escolher uma tonalidade de cor favorável.
	Aumentar a iluminação.
Tempo de observação curto	Aumentar o contraste.
	Utilizar cores que chamem a atenção.
	Utilizar formas mais facilmente identificáveis.

Quadro 4– Defeitos de iluminação.

Fonte: Simões, 2006

3.6 Contrastes e cores

Quando existe bom contraste entre os objetos da tarefa visual e o seu fundo, aumenta a sensibilidade aos pormenores e distinguem-se objetos pequenos que não seriam perceptíveis em outras condições.

As cores de áreas extensas devem possuir coeficientes de reflexão semelhantes, de modo a apresentarem contraste cromático, mas sem diferença de brilho. As cores puras devem ser evitadas em tais áreas e também em objetos volumosos, pois causam sobrecarga da retina e podem originar sobreposição de imagens (Miguel, 2006).

Na indústria a utilização de cores nas máquinas é de extrema importância, pois permite identificar rapidamente determinados elementos, como botões, alavancas, etc. O único inconveniente será a utilização de um número excessivo de contrastes que podem causar distração e fadiga (Miguel, 2006).

Cor	Efeito de distância	Efeito de Temperatura	Efeito psíquico
Azul	Afastamento	Frio	Calmante
Verde	Afastamento	Frio e Neutro	Muito Calmante
Vermelho	Aproximação	Quente	Muito estimulante Cansativo
Laranja	Muita aproximação	Muito Quente	Excitante
Amarelo	Aproximação	Muito Quente	Excitante
Castanho	Muita aproximação - Claustrofobia	Neutro	Excitante
Violeta	Muita aproximação	Frio	Agressivo, cansativo, deprimente

Quadro 5 - Efeitos psicológicos das cores.

Fonte: Grupo 4Work, 2012

3.7 Fotometria

Aquando da fase de projeto, ou de avaliação dos sistemas de iluminação nos locais de trabalho torna-se necessário a aplicação de conceitos de fotometria.

Grandezas e unidades fotoelétricas

- Fluxo luminoso (ℓm - lumen): define-se como sendo a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa numa unidade de tempo em todas as direções logo à saída da fonte;
- Intensidade luminosa (cd – candela): é a medida do fluxo luminoso numa determinada direção;
- Iluminância (ℓx – lux): é uma medida do fluxo luminoso incidente por unidade de superfície;
- Luminância ($cd.m^2$): define-se como quociente entre a intensidade luminosa emitida, transferida ou refletida numa determinada direção e a área projetada da fonte, num plano perpendicular a essa direção (Miguel, 2006).

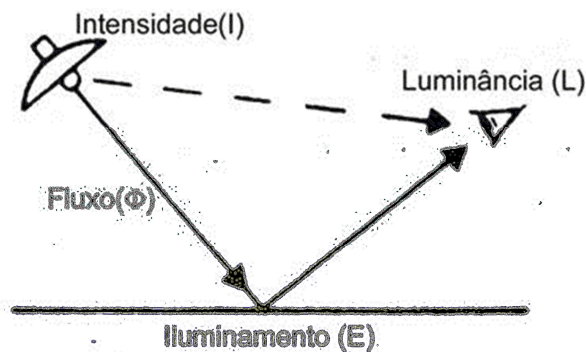


Figura 18 – Representação de um sistema de iluminação básico.

Fonte: Jo Name, 2012

Nota: Iluminamento é a designação Brasileira de Luminância.

3.8 Sistemas de iluminação

A iluminação é assegurada por dois tipos de luz: a luz natural, proveniente do sol, sendo a que melhor se adapta aos nossos olhos, e a iluminação artificial, proveniente de equipamentos de iluminação (Dias, 2007).

Para um conforto visual, e bom desempenho ótico, devem garantir-se as seguintes condições: nível de luminância adequado, equilíbrio espacial das luminâncias das superfícies, uniformidade temporal da iluminação e a eliminação de ofuscamento com luzes próprias. Os requisitos fisiológicos destes itens são válidos quer para a luz natural quer para a luz artificial (Grandjean *et al.*, 2005).

Luz natural

A visão do Homem está adaptada ao seu ambiente natural. A quantidade e a qualidade de luz natural que atinge a Terra e que o Homem utiliza não é constante. Basta pensarmos na luz de um dia de Verão ao meio dia, ao amanhecer e ao anoitecer. A quantidade de luz e as suas tonalidades variam muito, conseguindo o Homem adaptar-se a todas estas variações (Simões, 2006).

Dependendo da via pela qual a luz solar penetra, existem dois sistemas de luz natural: iluminação zenital, assegurada por claraboias, tetos de dupla inclinação, etc., e iluminação natural, assegurada por portas e janelas (Dias, 2007).

Luz artificial

Em Dias (2007), refere-se que a iluminação artificial, pode assumir as seguintes formas: iluminação geral (destinada a garantir uma iluminação uniforme em todos os possíveis postos de trabalho), iluminação localizada (destinada a iluminar uma zona específica, como uma secretária) e iluminação combinada (quando se combina iluminação geral com iluminação localizada).

Luminárias

As luminárias são dispositivos que distribuem, filtram ou transformam a iluminação proveniente de uma ou várias lâmpadas e que incluem os elementos necessários para fixar, proteger e alimentá-las através de uma fonte de energia (Miguel, 2006).

Genericamente as luminárias podem ser divididas em duas classes: as luminárias diretas e as luminárias indiretas. As luminárias diretas, cujo fluxo incide diretamente sobre o plano de trabalho originando zonas muito iluminadas e outras sombrias, tem como vantagem o proporcionar um menor consumo de energia. As luminárias indiretas proporcionam uma iluminação agradável e sem encandeamento, obtida por uma reflexão total da luz nos tetos e paredes, requerendo por isso uma boa conservação das pinturas e do uso de cores claras. Este tipo de iluminação constitui um sistema mais caro, uma vez que se verificam grandes perdas de luz na absorção pelas superfícies (Dias, 2007).

Existem contudo outros tipos de luminárias que combinam a luz direta que vem da luminária com a luz que é refletida pelo teto, paredes, equipamentos, etc. Determinadas tarefas exigem uma forte iluminação direta, localizada em áreas restritas. Devemos contudo, combinar este

tipo de iluminação com uma iluminação geral ou uniforme, de modo a proporcionarem-se convenientes condições de conforto e segurança (Miguel, 2006).

Classe da luminária	Distribuição do fluxo com respeito à horizontal	
	Para cima	Para baixo
Direta	0-10	90-100
Semirecta	10-40	60-90
Difusa	40-60	40-60
Semi-indireta	60-90	10-40
Indireta	90-100	0-10

Tabela 11 - Classificação das luminárias de acordo com a CIE (Comissão internacional sobre iluminação).

Fonte: Miguel, 2006

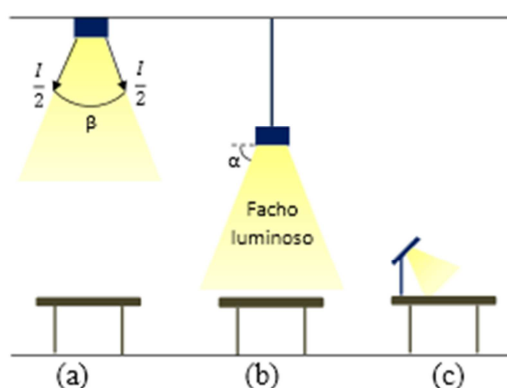


Figura 19 - Sistemas principais de iluminação artificial. (a) Iluminação geral. (b) Iluminação localizada. (c) Iluminação de tarefa.

Fonte: Silva, 2011

Nota: Facho é a designação Brasileira de Feixe.

Tipos de lâmpadas

As lâmpadas podem assumir a seguinte natureza: lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de descarga.

As lâmpadas incandescentes são as mais vulgares. São constituídas por uma ampola, que pode ter diversas formas, na qual se encontra um filamento de tungsténio que, quando é

percorrido por corrente elétrica aquece e emite luz. Genericamente este tipo de lâmpadas são baratas e fáceis de instalar, mas apresentam um fraco rendimento e um tempo de vida curto (Simões, 2006).

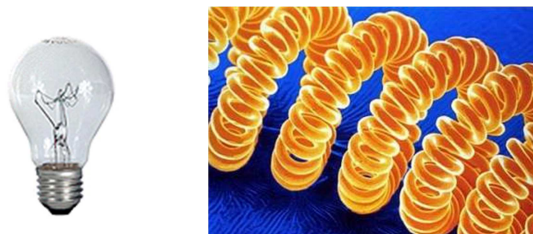


Figura 20 - Lâmpada incandescente comum / Filamento incandescente.

Fonte: Mundo Físico, 2013

As lâmpadas de descarga têm como princípio de funcionamento, a descarga elétrica entre dois eletrodos no interior de um tubo constituído, em geral, de quartzo, ou, em alguns casos de óxido de alumínio policristalino (PCA). Por norma, estes tubos encontram-se protegidos por um bulbo semelhante à lâmpada incandescente, sendo no entanto, fácil de identificar lâmpadas de descarga sem bulbo. Como exemplos de lâmpadas de descarga temos a lâmpada a vapor de mercúrio, que possui tubo de quartzo preenchido de um gás nobre (normalmente o argónio), além do mercúrio. Este tubo é alojado dentro de um boldo ovalado feito de material semelhante ao da lâmpada incandescente (Mundo Físico, 2013). Este tipo de lâmpada apresenta como principais vantagens a sua longa duração, construção robusta, um elevado rendimento luminoso associado a uma insensibilidade às condições atmosféricas.

As lâmpadas fluorescentes são lâmpadas de descarga de baixa pressão. Nestas lâmpadas a luz é fundamentalmente produzida pelos póis fluorescentes que cobrem a parede interior do tubo de vidro, quando são ativadas pelas radiações ultravioletas da descarga elétrica estabelecida entre os seus dois eletrodos. É a composição dos póis fluorescentes que determina a quantidade e a cor da luz emitida. Este tipo de lâmpadas é muito utilizado pelas suas características luminotécnicas de quantidade, qualidade e tonalidades de luz proporcionadas e requeridas pela moderna iluminação. Apresentam como características

principais: longa duração, rendimento luminoso superior às incandescentes, economia de consumo, tonalidades adequadas a todas as aplicações e a facilidade de instalação (Simões, 2006).

As lâmpadas fluorescentes de indução são inovações tecnológicas. O princípio de funcionamento é a excitação do mercúrio e dos gases nobres que ficam no interior das mesmas. Essa excitação resulta de um campo magnético oscilante de altíssima frequência. A lâmpada de indução, não é nada mais do que uma lâmpada fluorescente sem elétrodos internos, sendo apenas constituída por uma ampola de mercúrio e bobinas internas que excitam o mercúrio. Além destas características, nada difere de uma lâmpada fluorescente comum, exceto a sua vida útil, que é de 100.000 horas, ou seja, mais de 10 anos (Júnior, 2012).

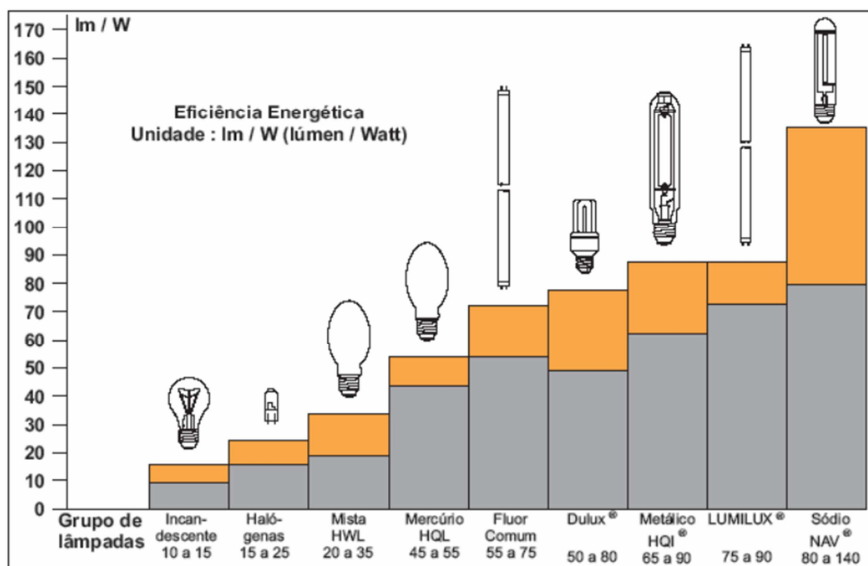


Figura 21 - Gráfico de eficiência energética dos principais tipos de lâmpadas.

Fonte: Osram, 2006

3.9 Iluminação para condições ótimas de trabalho

No sentido de obter uma iluminação adequada, devem ser tidas em conta as seguintes recomendações:

- Durante as atividades de trabalho, nenhuma fonte de luz deve aparecer no campo visual de nenhum trabalhador;
- Todas as luminárias devem ser cobertas com anteparos contra encandeamento, para impedir que a luminância da fonte luminosa exceda 200 cd/m²;
- A linha de olho até à fonte de luz deve formar um ângulo maior de 30° acima do horizonte. Se um ângulo menor não conseguir evitar o encandeamento, por exemplo, em salas grandes, então as luminárias deverão possuir uma melhor cobertura;
- Tubos de lâmpadas fluorescentes devem ser alinhados em ângulo reto com a visão;
- Geralmente é preferível usar mais luminárias, cada uma com menor potência, do que poucas de maior potência;
- Para evitar encandeamento por reflexo, as linhas imaginárias que fazem a ligação entre o posto de trabalho e as luminárias, não devem coincidir com nenhuma das direções em que o trabalhador normalmente tem que olhar;
- Nenhum reflexo que gere contraste superior a 10:1 deve estar dentro do campo visual;
- Deve ser evitado o uso de cores e materiais reflexivos em máquinas, aparelhos, tampos de mesa, painéis, etc. (Grandjean *et al.*, 2005).

Tarefa	Valor mínimo recomendado (lux)
Estampagem / forjamento	200
Soldadura	300
Tarefas de desbaste: tolerância superior a 0,1 mm	300
Trabalho de precisão: tolerância inferior a 0,1 mm	500
Tarefas de inspeção	750
Galvânica	300
Pintura e preparação de superfícies	750

Tabela 12 - Níveis de iluminação para algumas atividades de processamento de metal.

Fonte: ISO 8995, 2002 / EN 12464-1, 2002

4. Ambiente térmico

O ambiente térmico é definido como o conjunto das variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam o organismo do trabalhador. O ser humano é homeotérmico, ou seja, para sobreviver necessita de manter a temperatura interna do organismo (cérebro, coração e órgãos do abdómen) aproximadamente constante ($37 \pm 0,8$ °C). Este facto obriga a que o fluxo de calor produzido e recebido pelo organismo seja sensivelmente igual ao fluxo de calor cedido pelo organismo ao ambiente envolvente (Eurisko, 2007).

4.1 Análise do Balanço Térmico

Em circunstâncias normais de saúde e conforto, a temperatura do corpo Humano mantém-se aproximadamente constante (aproximadamente 37.°C), devendo-se tal facto, a um equilíbrio entre a produção interna de calor, devida ao metabolismo e a perda de calor para o meio ambiente. Este transporte de calor, no interior do corpo, é proporcional à diferença de temperatura entre o núcleo do corpo e a pele e a um coeficiente que corresponde à condutância fisiológica do corpo humano (Miguel, 2006).

Neste contexto surge o conceito de aclimatização, sendo este processo o responsável pelo ajustamento do organismo humano a mudanças de temperatura.

Segundo Miguel (2006), o fluxo de calor trocado com o ambiente pode processar-se por quatro vias: condução (K), convecção (C), radiação (R) e evaporação (E).

$$M = \pm K \pm C \pm R \pm E$$

Por norma, o fluxo de calor por condução não é calculado. Com efeito, as superfícies do corpo em contato com um outro elemento sólido (pés, mãos, etc.) são geralmente pequenas em relação à superfície total. Por outro lado, quando as temperaturas dos sólidos são muito diferentes das temperaturas cutâneas, forma-se uma camada isolante que separa as duas superfícies (Miguel, 2006).

Assim, $K = 0$  $M = \pm C \pm R \pm E$

Atividade	W	met*
Em repouso	80-100	0,8-1,0
Atividade sedentária	100-120	1,0-1,2
Trabalho leve	140-180	1,4-1,8
Trabalho oficinal médio	200-300	2,0-3,0
Ginástica	300-400	3,0-4,0
Desporto de competição	400-600	4,0-6,0

*1met = 58,15W/m², área média do corpo humano A=1,75m²

Tabela 13 - Nível de metabolismo em função da atividade física desenvolvida.

Fonte: Almeida, 2010

4.2 Conforto térmico

Relativamente ao conforto térmico foram publicados estudos cujo o objetivo é o de caracterizar, com algum rigor, a sensação térmica do ser humano durante o exercício de diferentes tipos de atividade e com vestuário diverso face aos fatores ambientais que interferem no equilíbrio térmico do corpo humano:

- Temperatura do ar (t_a);
- Humidade relativa do ar (φ_a) ou pressão de vapor (p_v);
- Velocidade do ar (v_a);
- Temperatura média radiante das superfícies da envolvente interior (t_r) (Ruivo *et al.*).

O equilíbrio térmico é atingido quando a taxa de produção de energia, sob forma de calor, emitida pelo corpo humano iguala a taxa de calor cedida para o ambiente envolvente quer seja por meio de processos de condução, de convecção ou de radiação entre a superfície do corpo exposta, o ar e as superfícies da envolvente, através dos processos de respiração e evaporação (Almeida, 2010).

Tipo de vestuário	Resistência Térmica	
	clo*	m ² .°C/W
Nú (sem vestuário)	0	0
Calções	0,1	0,016
Vestuário Tropical	0,3	0,047
Vestuário leve de Verão	0,5	0,078
Vestuário de Trabalho	0,7	0,124
Vestuário de Inverno	1,0	0,155
Fato completo	1,5	0,233

*1clo = 0,155 m².°C/W

Tabela 14 - Resistência Térmica do vestuário

Fonte: Almeida, 2010

4.3 Índices de conforto térmico

O método desenvolvido por Fanger (1972), adaptado na Norma ISO 7730, tem por base a determinação do índice PMV (*Predicted Mean Vote*) calculado a partir da equação de balanço térmico para o corpo humano, em que intervêm os termos de geração interna e de troca de calor com o ambiente circundante (Silva).

Na sequência do seu trabalho, Fanger definiu uma escala de sensação térmica de sete níveis, para poder traduzir a grau de desconforto associado às diferentes combinações das variáveis ambientais e pessoais testadas (Fanger, 1972).

$$PMV = (0,303e^{-2,100 \cdot M} + 0,028) \times [(M - W) - H - Ec - Cres - Eres]$$

Em que:

M - Nível de atividade metabólica;

W - Trabalho mecânico exterior;

H - Perda de calor sensível

Ec - trocas de calor por evaporação na pele;

Cres - trocas de calor por convecção na respiração;

Eres - Trocas de calor evaporativas na respiração.

Voto	Sensação Térmica
+ 3	Quente
+ 2	Tépido
+ 1	Ligeiramente tépido
0	Neutro
-1	Ligeiramente fresco
-2	Fresco
-3	frio

Tabela 15 - Escala de sensação térmica.

Fonte: Simões, 2012

Para além deste índice, Fanger, propôs um outro indicador que estimasse a percentagem previsível de insatisfeitos – PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). O cálculo é feito através da relação proposta (Almeida, 2010):

$$PPD = 100 - 95e^{-(0,03353PMV^4 + 0,2179PMV^2)}$$

onde a relação entre os índices PMV e PPD pode ser apresentada sob a forma gráfica, como se mostra na figura seguinte.

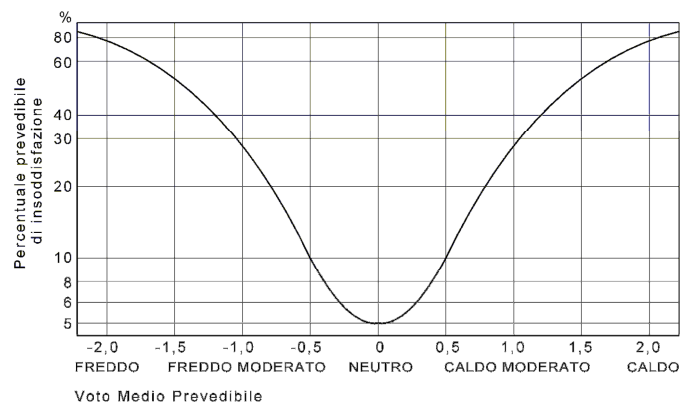


Figura 22 - Percentagem previsível de insatisfeitos (PPD) em função do voto médio previsível (PMV).

Fonte: Digilander, 2013

O índice PMV-PPD é recomendado pela norma ISO 7730:1984 para a caracterização de ambientes confortáveis. Os limites a considerar são os seguintes (Miguel, 2006):

$$-0,5 < PMV < 0,5$$

$$PPD < 10\%$$

4.4 Índices de *Stress* Térmico

O método mais rigoroso para avaliação do nível de *stress* térmico seria, evidentemente, a medição de indicadores fisiológicos como a taxa de sudação, o nível de desidratação, a temperatura corpora, entre outros. Atendendo a que existem estudos que quantificam os valores máximos admissíveis para estes indicadores, seria fácil, em cada caso, identificar se se estava numa situação de perigo ou não. Contudo, como facilmente se compreende, a medição destes indicadores não é, salvo raras exceções, implementável. Assim sendo, foi necessário criar indicadores que permitissem avaliar o nível de *stress* térmico a que um trabalhador está sujeito em função da sua atividade física e das condições térmicas do meio que o rodeia – temperatura do ar e das superfícies, velocidade do ar e humidade relativa. Estes indicadores são normalmente designados por índices de *stress* térmico (Sá, 1999).

WBGT, do Inglês *Wet Bulb Globe Temperature* é um indicador do nível de desconforto térmico ou de *stress* térmico.

O cálculo do WBGT é efetuado tendo em conta duas situações típicas: ambientes não expostos à radiação solar e ambientes expostos à radiação solar. A sua determinação resulta da combinação da temperatura do globo (T_{globo}) e da temperatura húmida natural ($T_{húmida}$) para os ambientes não expostos à radiação solar; e da combinação da temperatura de globo (T_{globo}), da temperatura húmida natural ($T_{húmida}$) e da temperatura média radiante (T_{rad}) para aqueles expostos à radiação solar (Carreira, 2009). Aplicam-se assim, as seguintes expressões:

$$WBGT = 0,7T_{húmida} + 0,3T_{globo}, \text{ Para ambientes não expostos à radiação solar (interiores)}$$

$$WBGT = 0,7T_{húmida} + 0,2T_{globo} + 0,1T_{ar}, \text{ Para ambientes expostos à radiação solar}$$

A figura seguinte apresenta os valores permissíveis de exposição ao calor para diferentes ciclos de trabalho / descanso.

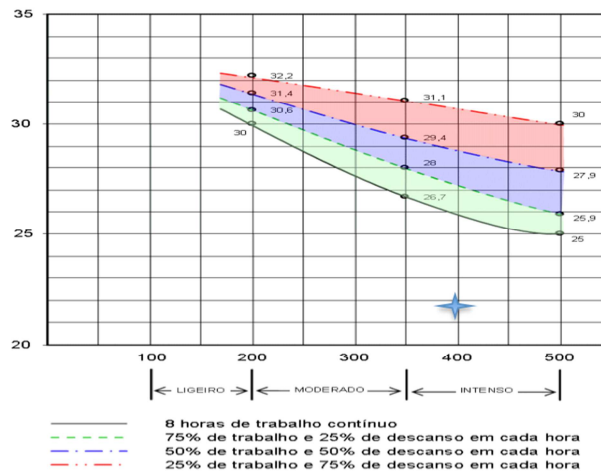


Figura 23 - Valores permissíveis de exposição ao calor.

Fonte: Grupo 2, 2013

4.5 Consequências do *Stress* Térmico

Quando uma pessoa é exposta a um ambiente quente ou quando a sua atividade física é muito intensa, experimentará, numa primeira fase, um aumento do fluxo sanguíneo nos vasos superficiais. Este aumento, potenciado pelo aumento do ritmo cardíaco e pela vasodilatação que facilita as trocas de calor entre o interior do nosso corpo e o ambiente. No entanto, em presença de condições térmicas extremas, este mecanismo pode não ser suficiente para dissipar todo o calor necessário. Nesse caso, são ativadas as glândulas sudoríparas, que irão forçar o aumento da taxa de transpiração. Quando também este mecanismo se esgota, a temperatura do corpo sobe, podendo, em casos extremos, atingir valores fatais (Sá, 1999).

Indicador fisiológico	Trabalhador aclimatizado	Trabalhador não aclimatizado
Taxa de sudação (g/h)	260	520
Desidratação (g)	2600	3900
Variação da temperatura da pele (°C)	2,4	2,4

Tabela 16 - Limites fisiológicos que não devem ser ultrapassados.

Fonte: Sá, 1999

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

Quadro 6 - Consequências do Stress Térmico

Fonte: Sá, 1999

4.8 Medidas de prevenção aplicáveis

De acordo com Freitas (2008) refere-se as seguintes medidas de forma a permitir limitar os efeitos derivados desta temática nos diferentes locais de trabalho:

- Medidas de conceção: assegurar a qualidade de conceção, aquisição e manutenção dos sistemas de ventilação e climatização; ventilação e aspiração localizadas; previsão das necessidades de insuflação de ar em zonas frias.
- Medidas organizacionais: limitação do tempo de exposição; introdução de intervalos de descanso; seleção dos períodos do dia mais adequados para a execução dos trabalhos; automatização de processos; alteração das instalações ou da implementação de postos de trabalho.
- Medidas materiais: controlo das fontes de emissão; substituição de equipamentos de trabalho; proteção de paredes e tetos opacos; ecrãs de proteção do calor radiante; proteção das superfícies envidraçadas;
- Medidas de proteção individual: utilização de EPI e vestuário adequado.
- Vigilância médica dos trabalhadores.

Parte II – Contribuição Pessoal

A tarefa pode ser dividida em 4 etapas:

1. Colocação dos contentores de material junto do posto de trabalho, utilizando *stracker*;

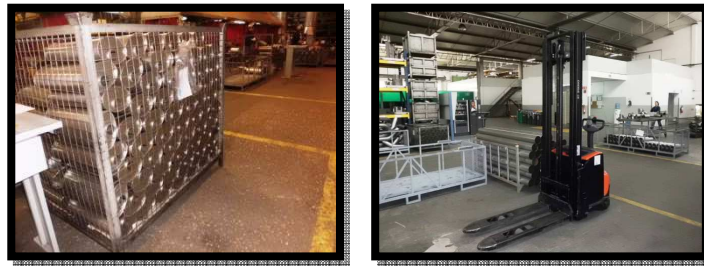


Figura 26 - Contentores utilizados / *Stracker*.

2. Montagem do silencioso e respetivos componentes no gabarit;



Figura 27 - *Gabarit* / Montagem do silencioso.

3. Soldadura das peças;



Figura 28 - Processo de soldadura: equipamentos utilizados.

4. Retirada do escape e colocação nos contentores.

As bancadas funcionam em pares, ou seja, em cada duas bancadas é feita uma referência de material. Um dos colaboradores solda a “frente” da peça, passando a mesma para a bancada vizinha, onde é realizada a solda da parte de trás. Este processo encontra-se assim otimizado, de forma a reduzir o tempo de produção de cada peça.

Durante o processo de soldadura apresentado são usados os seguintes consumíveis: Árgon (Ar) como gás de proteção e fio para soldadura de metal fundido.

Importa ainda referir que são produzidas uma média de 55 escapes por hora, sendo que o número de peças produzidas depende do número de componentes a soldar, que pode variar entre 2 e 22.

No presente trabalho foram avaliados os seguintes parâmetros físicos: ruído, ambiente térmico, iluminação e agentes químicos (poeiras totais, poeiras respiráveis, alumínio, chumbo e manganês). A recolha dos referidos dados decorreu nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2013.

Foi ainda realizada a avaliação de riscos aos locais, utilizando o método de avaliação de riscos simplificado.

1.1 Caraterização geral da população

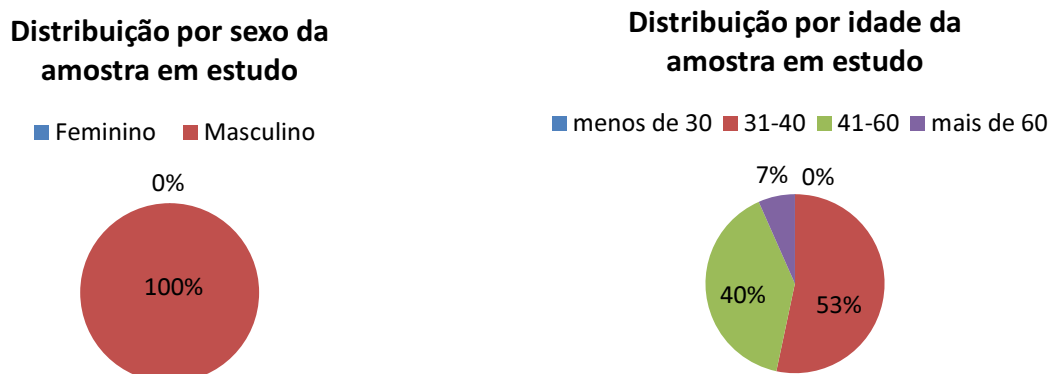


Gráfico 1 - Distribuição da amostra por sexo e por idade.

Por análise dos gráficos verifica-se que a totalidade da nossa amostra é do sexo masculino. Consta-se ainda que 53% da amostra apresenta idades compreendidas entre os 31 e os 40 anos, 40% idades compreendidas entre os 41 e 60 e 7% dos inquiridos tinham idade superior a 60 anos.

Avaliação do grau de escolaridade da amostra em estudo

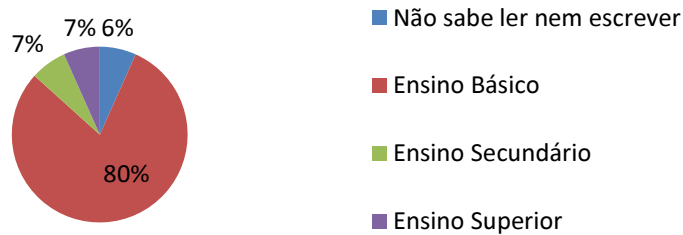


Gráfico 2 - Caracterização da amostra face ao grau de escolaridade.

Em relação ao grau de escolaridade verificou-se que 80% dos inquiridos possuíam como habilitações literárias o ensino básico, 7% o ensino secundário, 7% o ensino superior e 6% não sabem ler nem escrever.

Avaliação da distribuição das horas diárias consumidas no processo de soldaduras da amostra em estudo



Gráfico 3 - Horas diárias despendidas na atividade de Soldadura.

Por análise do gráfico 3 constata-se que 73% dos operadores questionados passam entre 4 a 8 horas diárias nas bancadas de soldadura, enquanto 13% dos inquiridos permanecem menos de 1 hora, 7% de 1 a 4 horas e 7% mais de 8h diárias.

Avaliação do tempo de permanência na empresa da amostra em estudo



Gráfico 4 - Distribuição dos trabalhadores relativamente ao tempo de permanência da empresa em estudo.

Em relação ao tempo de permanência na empresa em estudo, por análise ao gráfico, verifica-se que 33% dos inquiridos laboram na empresa à 15 ou mais anos, 27% há menos de 5 anos, 20 % entre 10 a 14 anos e os restantes 20% entre 5 e 9 anos.

2. Metodologia / Instrumentos de medição

A realização do presente estudo iniciou-se com a apresentação à Comissão de Ética da Proposta de Projeto de Dissertação e de Orientação Científica, bem como o questionário a realizar aos trabalhador, tendo merecido parecer favorável.

O questionário apresentado aos colaboradores dividiu-se em 4 partes, conforme se descreve na tabela seguinte:

Parte	Descrição
Parte A	Caraterização geral da população: sexo, idade e grau de ensino.
Parte B	Situação laboral na empresa.
Parte C	Perceção dos trabalhadores face ao posto de trabalho acerca dos aspetos em estudo: iluminação, ruído, ambiente térmico e agentes.
Parte D	Verificação aos trabalhadores sobre o uso dos Equipamentos de proteção individual.

Quadro 7– Estrutura do questionário realizado aos colaboradores.

O questionário apresentado teve como principais objetivos a caraterização da população e avaliar de forma informal a prespetiva dos colaboradores face ao seu posto de trabalho, facilitando deste modo a avaliação de riscos dos locais.

2.1 Metodologia para Avaliação dos agentes químicos

Foram avaliados os seguintes compostos: poeiras totais, poeiras inaláveis e metais (alumínio, chumbo e manganês).

Instrumentação:

- Bomba de aspiração SKC – AirChek 2000 – Model 210 – 2002.
- Calibrador DryCal DC-Lite SKC - Bios International Corp. – Modelo DCL – ML.
- Filtros de PVC de 0.5 µm de porosidade da marca MILLIPORE para a determinação de poeiras totais e inaláveis e filtros de nitrato de celulose para a determinação de metais.

- Suporte para filtros.

A amostragem foi realizada ao nível das vias respiratórias dos soldadores, escolhidos aleatoriamente. A bomba foi ligada diretamente ao porta-filtros, tendo sido retirada em primeiro lugar as tampas (uma azul e uma vermelha), para que a entrada do ar se efetuar pelo lado que possui a tampa azul. O conjunto das 3 amostras recolhidas foi acompanhado por três cassetes, designadas “brancas”, as quais se mantiveram intactas, de modo a servirem de comparação aquando da pesagem.



Figura 29 - Metodologia de recolha de dados na avaliação de agentes.

Na tabela seguinte apresenta-se os caudais e os respetivos tempos de amostragem das amostras recolhidas:

Composto	Fluxo aproximado (L/min.)	Tempo de recolha (min.)
Poeiras inaláveis	Inicial: 1015 Final:997	430
Poeiras totais	Inicial: 1035 Final:1015	190
Metais	Inicial: 1045 Final:1005	220

*os valores apresentados na tabela foram escolhidos de acordo com o indicado pelo laboratório.

Tabela 17 - Descrição dos caudais e respetivos tempos de amostragem relativos a cada composto a analisar.

A massa de poeiras recolhida nos filtros foi determinada em balança analítica, sensível ao centésimo de miligrama. Os metais foram determinados por espectrometria de absorção atómica, após digestão ácida do filtro contendo a amostra.

A pesagem dos filtros e conseqüentemente, os valores apresentados, são da responsabilidade do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

2.2 Metodologia para Avaliação da Iluminância

Instrumentação:

- Luxímetro, SPER SCIENTIFIC, modelo 840020C, com o n.º de série 043194, equipado com um detector de luz para determinar com precisão. Possui uma gama de resposta espectral em ambas as grandezas – 200 e 20 000 Lux.

As medições foram realizadas com recurso a luxímetro, em todas as bancadas de trabalho, na zona de incidência da visão do colaborador. As bancadas de soldadura foram avaliadas em três períodos distintos do dia: período da manhã (09.00h – 10.30h), período da tarde (15.00h – 18.30h) e período da noite (22.00h – 23.00h).

Foram realizadas um total de 20 medições: 8 no período da manhã, 8 no período da noite e 4 no período da tarde. Todas as avaliações foram realizadas em situação normal de trabalho, ou seja, com iluminação artificial localizada em cada uma das bancadas.



Figura 30 - Iluminação utilizada nas bancadas.

Antes de cada período de medição foram registadas as condições meteorológicas, tendo-se verificado que, no dia da avaliação, o céu se apresentava nublado.

Os resultados foram registados nas folhas de colheita de campo.

2.3 Metodologia para Avaliação do Ruído

Instrumentação:

- Sonómetro: Medidor de nível sonoro de integração e registo de dados 01 dB, Solo Premium, com o n.º de série 61730, amplificador de entrada PRE 21 S, série n.º 14984 e Microfone MCE 212 com o n.º de série 101178. Pode ser usado para aplicações desde um medidor de nível sonoro básico até um analisador em tempo real.
- Calibrador: Calibrador acústico, Rion, modelo NC-74 com o n.º de série 34104534 (classe 1), equipado com uma fonte sonora de 94 dB na frequência de 1 KHz.
- Tripé, Brüel & Kjaer, com o n.º de série 285227 ajustável até uma altura máxima de 1,5 m.
- dBTrait32 versão 4, software desenvolvido para análise e pós-processamento de dados de medição de ruído ambiental e ocupacional, para o 01 dB.

As medições foram realizadas nos postos de trabalho na presença dos trabalhadores, com o microfone colocado a uma distância de 10 a 30 cm em frente à orelha mais exposta dos mesmos.

Nos locais assinalados na figura seguinte (A, B, C e D) foram realizadas 3 medições em cada período do dia: período da manhã (08.00h – 10.30h), período da tarde (16.00h – 18.00h) e período da noite (21.30h – 22.30h). Cada medição teve o tempo mínimo de 10 minutos, sendo este tempo representativo relativamente aos ciclos de trabalho.

A figura seguinte ilustra os pontos avaliados:

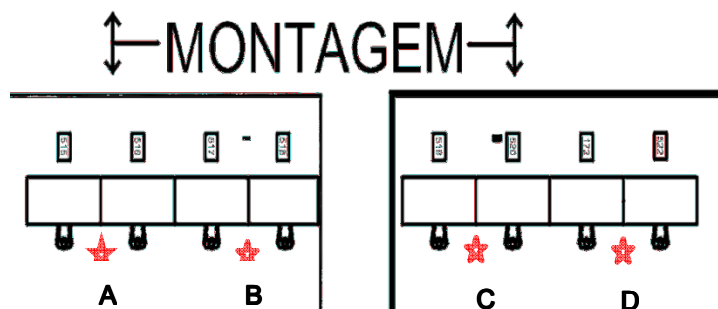


Figura 31 - Localização dos pontos de medição, para a avaliação do ruído.



Figura 32 - Posicionamento do sonómetro em campo.

Os resultados foram registados nas folhas de colheita de campo.

2.4 Metodologia para Avaliação do Ambiente Térmico

Instrumentação:

- Monitor de Stress Térmico da marca CASSELLA CEL, modelo Microtherm: Permite fazer o cálculo automático do WBGT. Tem Ecrã gráfico LCD de fácil leitura, indicação de dados em tempo real, com memória interna de 512 Kb; com sensor de temperatura seca; temperatura húmida natural e temperatura do globo preto; de alta precisão, estabilidade e sensibilidade. Integra ainda software WinHSM para análise de dados em PC completo.
- Termo – anemómetro, da marca TSI Modelo 8330: Permite medir os parâmetros para calcular os Índices de Conforto Térmico, como sejam a temperatura ambiente e a velocidade do ar.
- Tripé.

As medições foram realizadas nos postos de trabalho na presença dos trabalhadores. Visto o trabalho ser realizado na posição de pé, as medições foram realizadas ao nível do abdómen, a aproximadamente, 1 metro do pavimento.

Em cada ponto assinalado na figura seguinte (A, B, C e D) foram realizadas 3 medições em cada período do dia: período da manhã (07.30h – 11.40h), período da tarde (16.00h – 19.00h) e

período da noite (21.30h – 00.00h). Cada medição teve o tempo mínimo de 15 minutos. Antes de cada período de medição foram efetuadas 3 avaliações no exterior de forma a obter um termo de comparação entre as medições.

A figura seguinte ilustra os pontos avaliados:

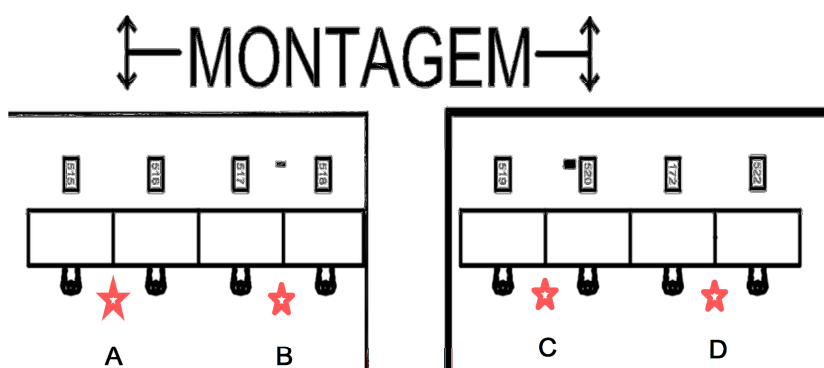


Figura 33 - Localização dos pontos de medição, para a avaliação do ambiente térmico.



Figura 34 - Termohidrómetro.

Os resultados foram registados nas folhas de colheita de campo. O tratamento / interpretação dos resultados foi feito de acordo com a Norma ISSO 7730: 1994.

3. Resultados

3.1. Avaliação de riscos utilizando o método simplificado

Apresentam-se de seguida as matrizes de identificação de perigos e avaliação de riscos por tarefa realizada nas operações de soldadura.

Identificação o da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Colocação / Retirada das painelas e respetivos componentes do gabarit	Corte dos membros superiores devido à presença de rebarbas nas peças;	Cortes / lesões	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	Uso de luvas de proteção com proteção adequada ao corte.
	Queda da panela sobre os membros inferiores;	Lesões múltiplas	4	2	8	10	80	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	Uso de botas com proteção frontal.
	Colisão contra objetos do posto de trabalho (mesa, cestos, gabarit, etc.)	Lesões múltiplas	3	2	6	10	60	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	Tomar atenção aquando da realização das tarefas; Dimensionamento correto dos postos de trabalho.
	Tropeçamento e queda devido à presença de obstáculos no pavimento;	Lesões múltiplas	3	1	3	10	30	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	Manter as zonas de circulação permanentemente livres de obstáculos e em bom estado de conservação.
	Quedas ao mesmo nível devido à presença de pavimento inadequado;	Lesões múltiplas	4	2	8	10	80	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	O pavimento deve ser liso, não apresentando qualquer tipo de saliências.

Identificação o da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Colocação / Retirada das painelas e respetivos componentes do gabarit	Ferimentos na face / rosto aquando do manuseamento da painela e respetivos componentes.	Cortes / Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade	Espaços de trabalho com dimensionamentos adequados; Tomar atenção aquando do manuseamento das painelas.
	Riscos ergonómicos: rotação do tronco.	Lesão músculo-esquelética	4	2	8	25	200	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Formação dos colaboradores.
	Movimentação manual de cargas.	Lesão músculo-esquelética	4	6	24	25	200	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Aplicação de técnicas adequadas de movimentação manual de cargas; Formação dos colaboradores.

Identificação da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Contínua (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Soldadura	Exposição a agentes químicos (fumos metálicos e gases)	Doenças respiratória	4	2	8	25	200	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Uso de equipamentos de proteção individual adequados (máscara); Sistema de extração adequado.
	Exposição a radiações não ionizantes (infravermelha e ultravioleta)	Lesões oculares / dérmicas	4	1	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Uso de viseira de proteção.
	Projeção de materiais (partículas incandescentes ou partes das peças a trabalhar)	Lesões múltiplas	2	1	2	10	20	4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Uso de equipamentos de proteção individual adequados, nomeadamente proteção facial.
	Esmagamento	Lesões múltiplas	3	2	6	10	60	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Tomar atenção aquando da realização das tarefas.
	Contacto com superfícies a temperaturas extremas	Queimaduras	3	1	3	10	30	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Uso de luvas de proteção.

Identificação da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Soldadura	Exposição ao ruído	Lesões auditivas	3	2	6	25	150	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Uso de proteção auditiva, com níveis adequados de atenuação.
	Risco associados às condições de iluminação.	Cansado Lesões múltiplas	3	6	18	25	450	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Manutenção das luminárias. Aumentar o número de luminárias.
	Riscos elétricos	Choque elétrico	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Isolamento adequado dos equipamentos; Manutenção preventiva dos equipamentos.
	Movimentos repetitivos de mãos e braços;	Lesão músculo-esquelética	3	2	6	25	150	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Rotatividade dos colaboradores.
	Risco de incêndio.	Queimaduras	2	2	4	60	240	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	Presença de material adequado para combate a incêndios nos locais de trabalho; Formação dos colaboradores; Planeamento da emergência.

Identificação da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Transporte dos contentores	Queda e choque com objetos	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Manter as vias de circulação permanentemente desobstruídas.
	Queda de objetos sobre os pés.	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	A carga a elevar terá que estar devidamente equilibrada. Uso de calçado com proteção frontal.
	Quedas dos operadores ao mesmo nível.	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	O pavimento deve ser resistente e não deverá possuir irregularidades.
	Atropelamento.	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Tomar atenção aquando da realização das tarefas.
	Esmagamento.	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Uso de calçado de proteção adequado.
	Desrespeito pelos princípios ergonómicos.	Lesões músculo-esqueléticas	2	6	12	25	150	2 - Corrigir e adotar medidas de controlo.	O manobrador do porta-paletes deverá sempre adotar posturas corretas (na sua movimentação) de modo a evitar esforços desnecessários e perturbações de ordem músculo-esquelética. Formação dos colaboradores.

Identificação da operação	Riscos	Consequências	Nível de exposição 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência 1- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) Baixa (B) Média (M) Alta (A) Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (NR=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correção urgente. 2 - Corrigir e adotar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Corretivas
Transporte dos contentores	Entalamento.	Lesões múltiplas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Tomar atenção aquando do transporte de materiais. Uso de calçado de proteção adequados.

No gráfico seguinte apresenta-se a distribuição do número de riscos identificados por tarefa analisada.

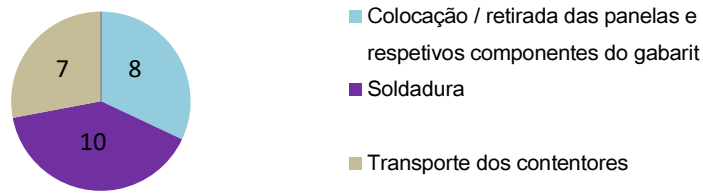


Gráfico 5- Caraterização dos riscos por tarefa.

Por análise do gráfico verificamos que a tarefa de soldadura foi aquela onde foram identificados um maior número de riscos. Pelo contrário, a tarefa de transporte dos contentores foi aquela onde se identificaram um menor número de riscos.

Tarefa 1: Colocação / retirada das painelas e respetivos componentes do gabarit:

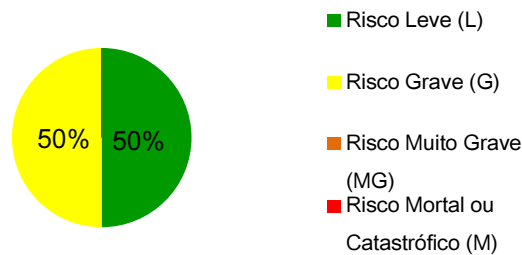


Gráfico 6 - Caraterização da tarefa 1 face ao nível de consequência.

Relativamente à tarefa 1, colocação e retira das painelas e respetivos componentes do gabarit, foram identificados 8 riscos, 4 dos quais classificados como leves e 4 classificados como graves.

Tarefa 2: Soldadura

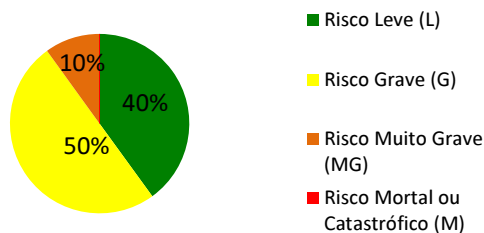


Gráfico 7 - Caraterização da tarefa 2 face ao nível de consequência.

Relativamente à tarefa 2, operação de soldadura foram identificados 10 riscos, 4 dos quais classificados como leves, 5 classificados como graves e 1 como muito grave.

Tarefa 3: Transporte dos contentores

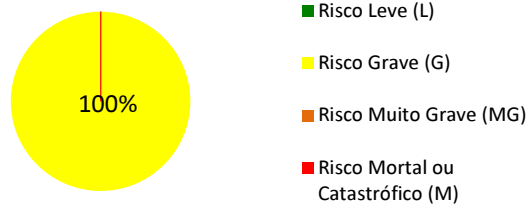


Gráfico 8 - Caracterização da tarefa 2 face ao nível de consequência.

Por análise ao gráfico 3, o qual caracteriza a tarefa 3, transporte de contentores, foram identificados um total de 7 riscos, classificando-se como riscos graves.

3.2. Avaliação de agentes químicos

Os resultados obtidos constam nas tabelas que se seguem:

Local da amostragem / Composto	Concentração (mg/m ³)	VLE (mg/m ³)
Soldadura MIG MAG Poeiras Totais	0,52	10 (Partículas sem outra classificação – partículas inaláveis)
		3 (Partículas sem outra classificação – partículas respiráveis)

*Na Norma Portuguesa não se encontra VLE para poeiras totais, apenas para poeiras inaláveis e respiráveis.

Tabela 18- Concentração de poeiras totais observadas na amostra.

Local da amostragem / Composto	Concentração (mg/m ³)	VLE (mg/m ³)
Soldadura MIG MAG Poeiras Totais	0,37	10 (Partículas sem outra classificação – partículas inaláveis)
		3 (Partículas sem outra classificação – partículas respiráveis)

Tabela 19- Concentração de poeiras inaláveis observadas na amostra.

Local da amostragem	Concentração (mg/m ³)	VLE (mg/m ³)
Soldadura MIG MAG [Al] (mg _{metal} /m ³)	<0,044*	10 (Alumínio e compostos expressos em Al)
Soldadura MIG MAG [Pb] (mg _{metal} /m ³)	<0,011*	0,05 (chumbo elementar e compostos inorgânicos, expresso em Pb)
Soldadura MIG MAG [Mn] (mg _{metal} /m ³)	0,014	0,2 (manganês elementar e compostos inorgânicos, expressos em Mn)

*Limite de deteção do método (calculado tendo em conta o volume de amostragem).

Tabela 20 - Concentrações de metais observadas na amostra.

Para a interpretação dos resultados apresentados, em termos de eventual risco de exposição, recorreu-se à regulamentação, na Norma Portuguesa NP-1796:2007 relativos aos valores limites de exposição (VLE), equivalentes aos TLVs (*Threshold Limit Values*) americanos, para substâncias nocivas existentes em atmosferas ocupacionais (ambientes industriais).

Da análise das tabelas 21 e 22 verifica-se que os níveis de poeiras totais e de poeiras respiráveis determinados nas amostras recolhidas foram inferiores ao VLE fixado respetivamente para partículas inaláveis e respiráveis. Na NP-1796:2007 não existe VLE para poeiras totais, mas apenas para poeiras inaláveis e respiráveis.

Da análise da tabela 23 verifica-se que os níveis de metais determinados foram inferiores aos respetivo VLE.

3.3 Avaliação da iluminância

Identificação do Posto	I.M. (Valor médio de iluminância medido)	I.R. (Valor de iluminância recomendado (Lux))	% IM /IR	Observações
Período da Manhã (09.00 – 12.00)				
Bancada 1	362	300	121	Estudo efetuado com iluminação localizada e iluminação natural
Bancada 2	443	300	148	
Bancada 3	534	300	178	
Bancada 4	445	300	148	
Bancada 5	583	300	194	
Bancada 6	717	300	239	
Bancada 7	586	300	195	
Bancada 8	435	300	145	

Tabela 21 - Resultados da avaliação da iluminância - período da manhã.

Identificação do Posto	Nível de iluminância medido	Nível de iluminância recomendado	% IM /IR	Observações
Período da Tarde (13.30 – 16.00)				
Bancada 1	347	300	116	Estudo efetuado com iluminação localizada e iluminação natural
Bancada 2	477	300	159	
Bancada 3	483	300	161	
Bancada 4	481	300	160	
Bancada 5	439	300	146	
Bancada 6	687	300	229	
Bancada 7	572	300	191	
Bancada 8	392	300	131	

Tabela 22 - Resultados da avaliação da iluminância - período da tarde.

Identificação do Posto	Nível de iluminância medido	Nível de iluminância recomendado	% IM /IR	Observações
Período da Noite (22.00 – 23.00)				
Bancada 3	362	300	121	Estudo efetuado coem iluminação localizada
Bancada 4	372	300	124	
Bancada 5	376	300	125	
Bancada 6	471	300	157	

Tabela 23 - Resultados da avaliação da iluminância - período da noite.

Pela análise das tabelas 21, 22 e 23 verificamos que para a atividade de soldadura, todos os postos satisfazem plenamente as condições exigidas, quer pela Norma EN 12464-1 de Novembro de 2002, quer pela Norma ISO 8995:2002. Ambas as normas referidas recomendam como valor ideal para atividades de soldadura 300 lux.

3.4 Avaliação do ruído

A avaliação do ruído foi realizada em três períodos: período da manhã, tarde e noite. Os gráficos seguintes mostram os valores de L_{aeq} , para cada um dos três períodos analisados.

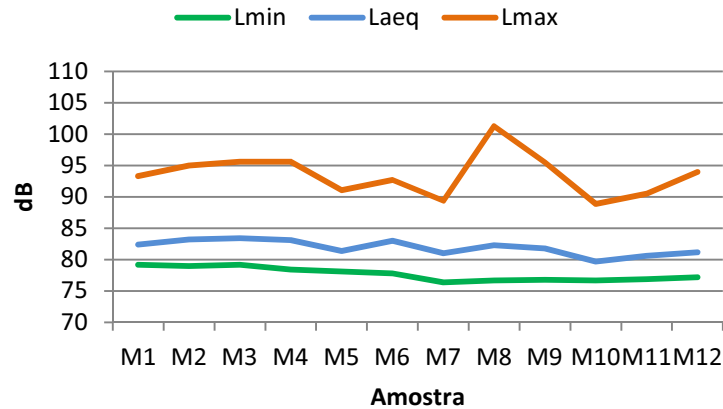


Gráfico 9 – Valores de L_{aeq} resultantes das medições efetuadas no período da manhã.

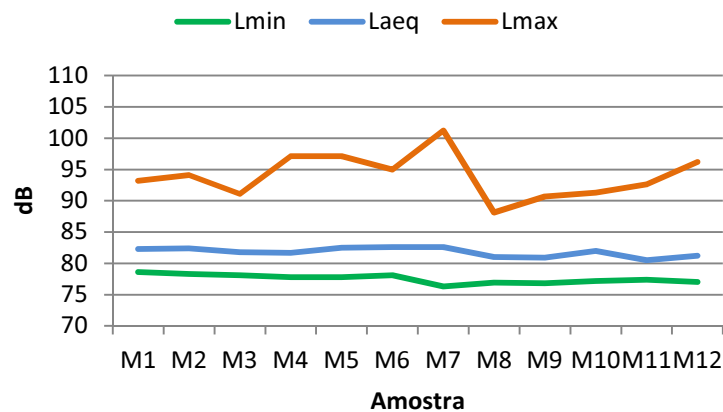


Gráfico 10 – Valores de L_{aeq} resultantes das medições efetuadas no período da tarde.

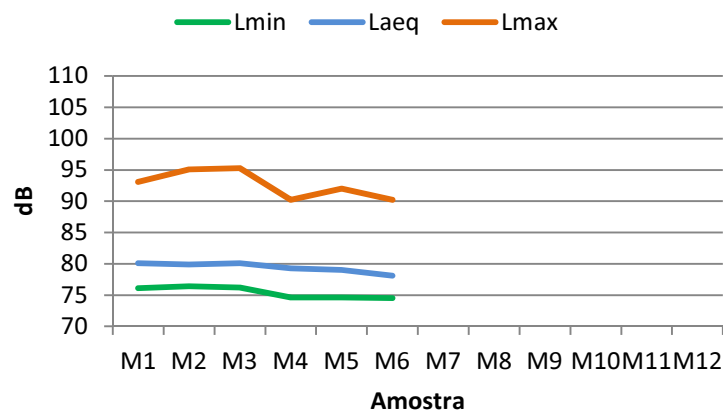


Gráfico 11 - Valores de L_{aeq} resultantes das medições efetuadas no período da noite.

Após o tratamento de dados verificou-se que os valores de $L_{aeq, t}$ variam entre 79,7 dB e 83,4 dB. Os Valores de L_{min} situam-se entre os 76,4 e os 79,2 dB, enquanto os de L_{max} , variam ente 88,9 e 101,3 dB.

Identifica-se assim que o período da noite é o que apresenta valores de L_{aeq} mais baixos, enquanto o período da manhã é aquele que apresenta os valores mais altos de L_{aeq} . O mesmo pode justificar-se pelo número de máquinas que se encontram a laborar, sendo este número menor no período da noite.

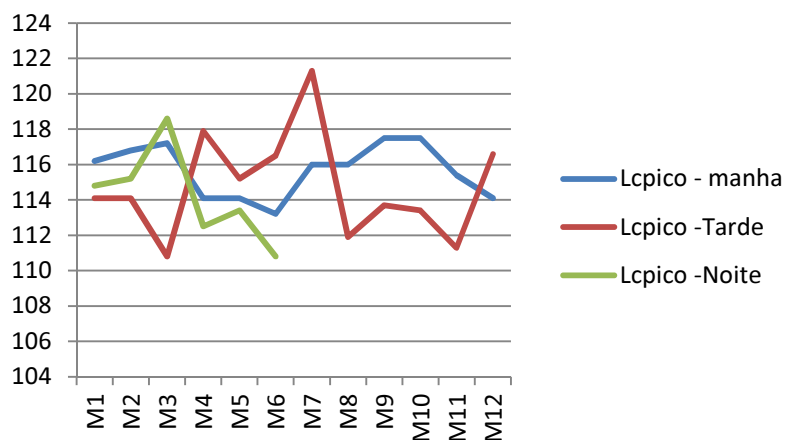


Gráfico 12 – Representação gráfica dos valores de L_{Cpico} avaliados nos três períodos.

Os valores de L_{Cpico} encontram num intervalo entre 110 e 116 dB, verificando-se que os valores mais elevados foram avaliados no período da tarde.

Cálculo da média dos valores de L_{aeq} para os trabalhadores do 1.º turno:

O cálculo da média dos valores de L_{aeq} nos trabalhadores do primeiro turno é feito com base na seguinte equação:

$$Valor\ médio\ de\ L_{aeq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum TK 10^{0,1(L_{aeq,t})K} \right]$$

onde T representa o somatório dos tempos de medição e K o número de amostras.

Por aplicação da referida fórmula, constata-se que os trabalhadores do primeiro turno estão expostos a um L_{aeq} médio de **82 dB**. Este valor encontra-se acima do valor de ação inferior (80 dB), considerando-se assim a existência de risco para a saúde dos trabalhadores.

Cálculo da média dos valores de L_{aeq} para os trabalhadores do 2.º turno:

Aplicando a fórmula da média do L_{aeq} às medições efetuadas no segundo turno, este resulta num valor médio de **81,3 dB**, o qual se encontra igualmente acima do limite de ação inferior, o que pode ocasionar risco para a saúde dos trabalhadores expostos.

3.5 Avaliação do ambiente térmico

As avaliações foram realizadas em três períodos distintos: período da manhã, período da tarde e período da noite. No período da manhã e tarde foram realizadas um total de 12 medições em cada período, sendo cada medição acompanhada por 3 medições da velocidade do ar. No período da noite foram realizadas um total de 6 medições, tendo sido igualmente efetuadas 3 avaliações de velocidade do ar em cada medição.

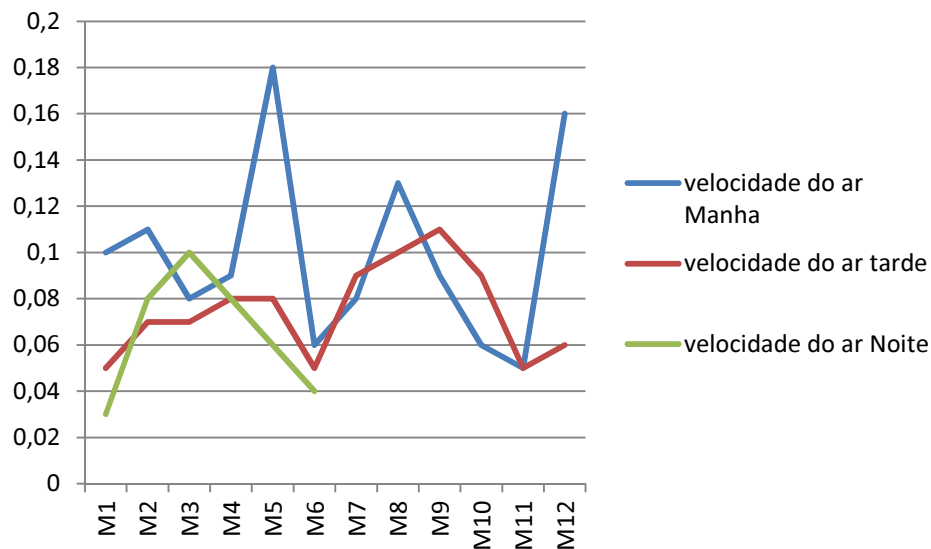


Gráfico 13 - Valores da velocidade do ar por período de medição.

Por análise do gráfico 12 conclui-se que a velocidade do ar oscila ao longo do dia o que poderá ser justificado pela constante circulação de empilhador / stracker junto da zona de soldadura, o que poderá provocar correntes de ar.

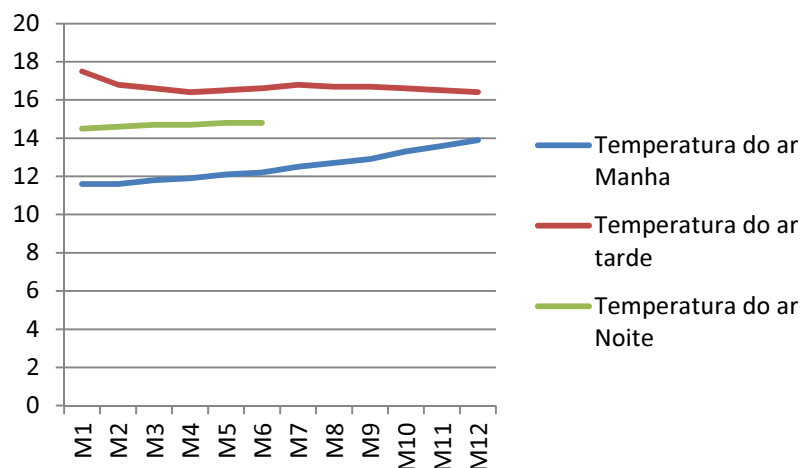


Gráfico 14 - Valores da temperatura ambiente por período de medição.

Em relação à temperatura do ar, esta durante o período da manhã vai aumentando atingindo os 13.9°C, decrescendo ao longo do período da tarde e da noite.

Cálculo dos índices PMV e PPD, para trabalhadores do 1º turno:

Após as medições com o termohidrómetro e anemómetro, obtivemos os seguintes valores referentes ao primeiro turno:

$$t_a = 14,6^\circ\text{C}; \quad t_g = 14,6^\circ\text{C}; \quad v_{ar} = 0,10 \text{ m/s}$$

(a diferença entre t_a e t_g é de 4 centésimas, não se considerando esta diferença significativa)

Passo 1: Avaliação da atividade metabólica: **2 met** (*Anexo A da Norma ISO 7730:1994*)

Passo 2: Tipo de vestuário utilizado pelos colaboradores: **1 clo** (*Anexo E da Norma ISO 7730:1994*)

Passo 4: Determinação do coeficiente de troca de calor (Conforme Norma ISO 7726:1998):

Para a convecção natural: $h_{cg} = 1.4 \left(\frac{\Delta T}{D} \right)^{\frac{1}{4}}$, sendo ΔT a diferença de temperatura ($t_g - t_a$) e D o diâmetro de globo, que se considera 0.15m.

$$h_{cg} = 1.4 \left(\frac{14.6 - 14.6}{0.15} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \longleftrightarrow \quad h_{cg} = 0$$

Para a convecção forçada: $h_{cg} = 6.3 \left(\frac{v_a^{0.6}}{D^{0.4}} \right)$, representado v_a a velocidade do ar e D o diâmetro de globo, que se considera 0.15m.

$$h_{cg} = 6.3 \left(\frac{0.10^{0.6}}{0.15^{0.4}} \right) \quad \longleftrightarrow \quad h_{cg} = 3.37$$

Analisando os valores obtidos conclui-se que o coeficiente de troca de calor é feito através da convecção forçada visto o valor obtido ser superior em relação à convecção natural.

Passo 5: Cálculo da temperatura média radiante:

O valor da temperatura média radiante é obtido pela seguinte equação:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 \times v a^{0.6}}{\epsilon_g \times D^{0.4}} \times (t_g - t_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Sendo o diâmetro do globo 0,15 m e $\epsilon_g = 0,95$ a equação será:

$$\bar{t}_r = [(t_g + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 \times v a^{0.6} \times (t_g - t_a)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

$$\bar{t}_r = [(14.6 + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 \times 0.10^{0.6} \times (14.6 - 14.6)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

$$\bar{t}_r = 14.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Passo 6: Cálculo da temperatura operativa:

O cálculo da temperatura operativa (t_o) é dado pela seguinte fórmula:

$$t_o = A \times t_a + (1 - A) \times t_r$$

Considerando-se $A=0,7$:

$$t_o = 0.7 \times 14.6 + (1 - 0.7) \times 14.6$$

$$t_o = 14.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Passo 4: Cruzamento da temperatura operativa com a velocidade do ar, de forma a encontrar o PMV.

Por consulta da Norma ISSO 7730:1994 verificou-se que o PMV = - 0,13

Passo 5: Cálculo do valor de PPD a partir do valor de PMV. Por consulta ao abaco na Norma Issso 7730: 1994 verificou-se que a percentagem de pessoas insatisfeitas é de aproximadamente 5%.

Cálculo dos índices PMV e PPD, para trabalhadores do 2º turno:

Após as medições com o termohidrómetro e anemómetro, obtivemos os seguintes valores referentes ao primeiro turno:

$T_a = 15.7^\circ\text{C}$; $t_g = 15.7^\circ\text{C}$; $v_{ar} = 0,10 \text{ m/s}$

Passo 1: Avaliação da atividade metabólica: **2 met** (*Anexo A da Norma ISO 7730:1994*)

Passo 2: Tipo de vestuário utilizado pelos colaboradores: **1 clo** (*Anexo E da Norma ISO 7730:1994*)

Passo 4: Determinação do coeficiente de troca de calor (Conforme Norma ISO 7726:1998):

Para a convecção natural: $h_{cg} = 1.4 \left(\frac{\Delta T}{D}\right)^{\frac{1}{4}}$, sendo ΔT a diferença de temperatura ($t_g - t_a$) e D o diâmetro de globo, que se considera 0.15m.

$$h_{cg} = 1.4 \left(\frac{15.7 - 15.7}{0.15}\right)^{\frac{1}{4}} \longleftrightarrow h_{cg} = 0$$

Para a convecção forçada: $h_{cg} = 6.3 \left(\frac{v a^{0.6}}{D^{0.4}}\right)$, representado v_a a velocidade do ar e D o diâmetro de globo, que se considera 0.15m.

$$h_{cg} = 6.3 \left(\frac{0.10^{0.6}}{0.15^{0.4}}\right) \longleftrightarrow h_{cg} = 3.37$$

Analisando os valores obtidos conclui-se que o coeficiente de troca de calor é feito através da convecção forçada visto o valor obtido ser superior em relação à convecção natural.

Passo 5: Cálculo da temperatura média radiante:

O valor da temperatura média radiante é obtido pela seguinte equação:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 \times v a^{0.6}}{\epsilon_g \times D^{0.4}} \times (t_g - t_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Sendo o diâmetro do globo 0,15 m e $\epsilon_g = 0,95$ a equação será:

$$\bar{t}_r = [(t_g + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 \times v a^{0.6} \times (t_g - t_a)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

$$\bar{t}_r = [(15.7 + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 \times 0.10^{0.6} \times (15.7 - 15.7)]^{\frac{1}{4}} - 273$$

$$\bar{t}_r = 15.7^\circ\text{C}$$

Passo 6: Cálculo da temperatura operativa:

O cálculo da temperatura operativa (t_o) é dado pela seguinte fórmula:

$$t_o = A \times t_a + (1 - A) \times t_r$$

Considerando-se $A=0,7$:

$$t_o = 0.7 \times 15.7 + (1 - 0.7) \times 15.7$$

$$t_o = 15.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Passo 4: Cruzamento da temperatura operativa com a velocidade do ar, de forma a encontrar o PMV.

Por consulta da Norma ISSO 7730:1994 verificou-se que o $PMV = 0,14$

Passo 5: Cálculo do valor de PPD a partir do valor de PMV. Por consulta ao abaco na Norma Issso 7730: 1994 verificou-se que a percentagem de pessoas insatisfeitas é de aproximadamente 5.1%.

4. Discussão e Conclusão

Podemos definir local de trabalho todo o local destinado à implementação de postos de trabalho situados, quer em edifícios, quer em outros locais da empresa ou do estabelecimento, a que o trabalhador tenha acesso no desempenho das suas funções. Estes, devem assegurar condições adequadas de salubridade, assim como garantir a segurança compatível com as características e os riscos das atividades neles exercidas.

Neste contexto, verificamos a importância do estudo dos locais de trabalho, por forma a identificar os pontos que deverão ser sujeitos a melhoria permitindo deste modo o cumprimento dos objetivos propostos. Para comprovar o exposto, procedeu-se à análise do questionário aplicável aos colaboradores, o qual avaliava a motivação dos mesmos face aos aspetos relativos ao local de trabalho. Entre eles compreendeu-se o ambiente de trabalho, ergonomia, existência de condições de segurança e higiene e as tarefas propriamente ditas. Como resultado verificou-se que 87% dos colaboradores inquiridos revelaram que o fator ambiente de trabalho é aquele que mais motiva os colaboradores, seguido da ergonomia.

Um local de trabalho insalubre resulta na redução da produtividade e dos lucros, além de acarretar efeitos nefastos para a saúde dos colaboradores. A consciencialização dos seus efeitos sobre o ambiente e a saúde dos colaboradores tem aumentado muito nos últimos anos, resultando na reivindicação do direito a um local de trabalho mais limpo e seguro. As empresas, por sua vez, compreenderam que melhorar as condições de trabalho dos seus colaboradores conduz a melhores resultados, aumentando assim a sua competitividade.

O presente estudo recaiu sobre o processo de soldadura MIG/MAG, sendo este um processo a arco elétrico muito utilizado na indústria e cada vez mais em atividades de manutenção e serralharia. No caso de produção seriada como é o caso da indústria automóvel e acessórios de mobiliário é, sem dúvida, o processo predominante já que apresenta grande versatilidade e velocidade.

O processo de soldadura acarreta vários riscos, pelo que, quer os colaboradores, quer as entidades patronais devem estar bem cientes desta realidade, de forma a poder identificar e corrigir os diversos fatores de riscos a eles associados.

O presente trabalho teve por objetivo a avaliação de postos de soldadura MIG MAG, pelo que o estudo incidiu sobre 5 vertentes: a avaliação de riscos utilizando Método Simplificado de Avaliação de Riscos; a avaliação quantitativa dos agentes químicos; a avaliação quantitativa dos níveis de ruído a que os colaboradores se encontravam expostos; a avaliação quantitativa dos níveis de iluminância e a avaliação quantitativa do ambiente térmico. Face ao exposto, concluiu-se o seguinte:

- Das três tarefas analisadas, e que fazem parte do processo em análise, após aplicação do Método Simplificado de Avaliação de Riscos, verificamos que a operação de soldadura propriamente dita, é aquela onde se podem identificar os riscos mais graves, com 10% dos riscos identificados classificados como “muito graves”, 50 % classificados como graves e 40% classificados como leves. Da avaliação efetuada verifica-se a necessidade de adoção de medidas de prevenção / correção de forma a permitir aos colaboradores a execução das tarefas em condições de segurança adequadas. Importa ainda referir que os resultados da avaliação de riscos efetuada, não se relacionam diretamente com os fatores ambientais em estudo, dizendo apenas respeito a questões de equipamentos, espaços e métodos de trabalho.
- Na **Hipótese 1** pretendeu-se avaliar as condições de iluminação nos locais de trabalho, de modo a verificar se as mesmas são adequadas. Para tal procedeu-se à determinação do nível de iluminância nos postos de trabalho usando como Normas de referência, a Norma ISO 8995:2002 e a Norma EN 12464-1:2002, as quais definem um valor mínimo de 300 lux para atividades de soldadura. Com base no valor medido nos postos de trabalhos e nos valores de iluminância recomendados, efetuou-se a comparação dos mesmos, verificando-se que os valores de iluminância medidos

cumpriam na sua totalidade as exigências mínimas requeridas. No entanto, aquando da realização do estudo foi possível constatar que iluminação não é uniforme, encontrando-se muitas das luminárias em fim de vida, e sem bases de proteção, o que muitas vezes provoca rebentamentos das mesmas.

- Face à **Hipótese 2** onde se pretendia verificar se os locais de trabalho apresentavam condições de ambiente térmico adequadas, serviram como orientação as Normas ISO ISO 7730:1994 e ISO 7726:1998. Para tal procedeu-se ao cálculo dos índices *PMV* e *PPD* tendo sido demonstrado que os colaboradores se encontram numa situação de conforto térmico, Os valores obtidos para o *PMV* encontram-se num intervalo fechado de -0.5 a 0.5, próximos da neutralidade, ou seja, em que não mais de 10% dos colaboradores demonstram estar descontentes. Para tal, e apesar das avaliações terem sido realizadas no Inverno, contribui o tipo de vestuário utilizado pelos colaboradores e o próprio processo em si, gerador de calor. Neste contexto, verificou-se ainda que através do cálculo do coeficiente de troca de calor por convecção, que as trocas de calor são realizadas através do fenómeno de convecção forçada, ou seja, o movimento do fluxode calor é gerado por uma fonte externa.
- Relativamente à **Hipótese 3** onde se pretendia verificar se os locais de trabalho apresentavam valores de ruído aceitáveis, concluiu-se que, por comparação com o Decreto-lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro, o qual define os valores limite de exposição e os valores de ação superiores e inferiores, que, no caso em estudo, existe risco para a saúde dos trabalhadores. Após análise dos resultados verificou-se que os valores obtidos encontram-se acima do valor limite de ação inferior, sendo recomendável a aplicação de medidas de prevenção adequadas, de modo a prevenir efeitos nefastos na saúde auditiva dos colaboradores. Os valores obtidos podem ser justificados pela envolvente das bancadas de soldadura em estudo, visto esta apresentar outro tipo de equipamentos, como prensas, serrotes, entre outros, que inevitavelmente afetam os

níveis de ruído a que os colaboradores nos postos de trabalho de soldadura se encontram expostos.

- Finalmente, relativamente à **Hipótese 4**, onde se pretendia verificar se os valores de exposição a agentes químicos eram adequados, verificamos que a concentração dos agentes em análise, poeiras totais, poeiras respiráveis e metais pesados (alumínio, chumbo e manganês), se encontravam abaixo dos limites indicados na NP:1796:2007 relativos aos valores limite de exposição (VLE). Tal facto pode ser justificado pela presença nas bancadas de trabalho de ventilação por aspiração localizada, a qual permite captar os agentes o mais perto possível da fonte emissora.

Fazendo uma análise subjetiva da perceção dos colaboradores face aos fatores em estudo, quanto questionados sobre a classificação dos mesmos nos seus locais de trabalho (muito boa / boa / sem opinião / suficiente / insuficiente), verificou-se que:

- Quanto à iluminação, esta é classificada, na sua maioria como “boa”;
- Relativamente às condições térmicas, maioritariamente os colaboradores classificam como “suficientes” as condições existentes;
- Para as condições relativas ao ruído, as opiniões encontram-se divididas entre “suficientes” e “insuficientes”;
- Finalmente, relativamente aos agentes químicos presentes nos locais de trabalho, os colaboradores classificam as condições existentes como “suficientes”.

Os dados apresentados demonstram que o ruído é, dos agentes físicos apresentados, aquele que os colaboradores classificam como estando em condições mais deficientes, ou seja, aquele que mais contribui para o desconforto nos locais de trabalho.

O ruído intenso, ou a exposição prolongada a um ambiente ruidoso, pode lesar órgãos sensoriais do ouvido interno podendo reduzir de maneira permanente, e irreparável, a sensibilidade auditiva. A legislação em vigor, Decreto-lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro, identifica a entidade empregadora como responsável por assegurar que os riscos resultantes

da exposição ao ruído sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo mediante a aplicação dos Princípios Gerais de Prevenção. Uma vez que é difícil modificar os equipamentos em si, deverão ser adotadas medidas, como por exemplo: redução de choques entre componentes de máquinas, a redução progressiva de movimentos alternativos, a substituição, se possível das partes metálicas por partes plásticas mais silenciosas (nylon) ou blindar as partes mais ruidosas dos equipamentos.

Tendo como objetivo a redução dos riscos identificados no processo de soldadura é de vital importância a utilização de EPI's adequados, por forma a evitar danos físicos ou prejuízos à saúde dos trabalhadores. O Decreto-lei n.º 348/93 de 1 de Outubro, o qual estabelece as prescrições mínimas de segurança e de saúde dos trabalhadores na utilização dos Equipamentos de Proteção Individual, obriga a que os EPI's respeitem as seguintes condições: deverão estar de acordo com as normas aplicáveis relativamente à sua conceção e fabrico, ser adequados aos riscos a prevenir e às condições existentes no local de trabalho, sem implicar por si próprio, um aumento do risco, devendo ainda respeitar as exigências ergonómicas e de saúde dos colaboradores. Uma das proteções mais importantes é a proteção ocular, a qual deverá ser complementada com a proteção facial. Estas proteções são de extrema importância, pois protegem o soldador contra os raios, os respingos e das altas temperaturas emitidas durante o processo de soldadura. Relativamente ao vestuário usado, este deverá ser de material dificilmente combustível, de mangas compridas e colarinho justo, evitando deste modo possíveis queimaduras e reduzindo o risco de incêndio. Relativamente às botas, estas deverão ser de biqueira de aço, de forma a proteger contra possíveis quedas de material. Deverão ser ainda utilizadas luvas de cano alto, ou manguitos, com proteção adequada ao corte e, eventualmente polainas, de modo a proteger contra a projeção de chispas.

Relativamente ao ambiente de trabalho as recomendações que a seguir se fazem são baseadas no Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais, transposta pela Portaria 53/71 de 3 de Fevereiro, e no Decreto-lei n.º 987/93 de 6

de Outubro, o qual estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho, e têm como objectivo a redução ou eliminação dos riscos verificados nos postos de trabalho em estudo. Assim, deverão ser verificadas as seguintes condições: existência de meios de extinção adequados, nomeadamente extintores de pó químico e de dióxido de carbono; manutenção dos locais de trabalho limpos (ausência de materiais inflamáveis); colocação de cortinas de proteção contra radiações (para proteger outros trabalhadores que se encontrem a trabalhar em zonas próximas); ser assegurada formação e informação dos trabalhadores acerca dos riscos a que estão expostos e sobre os métodos de trabalho seguros que deverão adoptar; as botijas de gás utilizadas na soldadura devem estar devidamente protegidas contra quedas (por ex., devem ser presas com correntes) e nunca devem ser colocadas junto às fontes de calor; deverá ainda ser realizada uma manutenção regular ao sistemas de ventilação, permitindo a manutenção de um caudal adequado às características da operação, evitando, deste modo, as concentrações de gases nos postos de trabalho.

Importa ainda referir a importância da utilização de equipamentos de trabalho em condições de utilização adequadas, uma vez que estes estão, frequentemente, na origem de muitos acidentes de trabalho. Estas condições encontram-se definidas no Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos colaboradores de equipamentos de trabalho. O referido documento refere que deverá ser realizada a manutenção regular dos equipamentos de trabalho, assim como verificações periódicas efetuadas por pessoa ou entidade competente, sempre que ocorram acontecimentos excepcionais (acidentes, fenómenos naturais, etc.). O mesmo documento refere a necessidade de os equipamentos estarem providos de um sistema de comando de modo a que seja necessária uma ação voluntária sobre um comando para que possam ser colocados em funcionamento, arrancar após paragem, ou sempre que aconteça uma modificação das condições de funcionamento (velocidade, p.e.). Deverá também existir um sistema de comando que permita a paragem do equipamento em condições de segurança, assim como um dispositivo de paragem de emergência. Outra condição importante que deve ser verificada é a

presença de elementos móveis que possam causar acidentes por contato mecânico, os quais devem dispor de protetores, evitando assim o acesso às zonas perigosas, bem como das partes dos equipamentos que possam atingir temperaturas altas, as quais devem igualmente ser protegidas de modo a evitar o contato do operador com as mesmas.

Salienta-se assim a importância dos fatores de risco em estudo, bem como da avaliação de riscos dos locais de trabalho. O estudo destes fatores deverá ser entendido como um processo dinâmico que deverá ser revisto e repetido frequentemente, identificando desta forma possíveis situações que necessitem de intervenção.

Com este trabalho pretendeu-se demonstrar a importância da existência de boas condições de Segurança e Higiene no Trabalho nas organizações, condições que cada vez mais têm sido levadas em conta, de modo a reduzir o absentismo e a sinistralidade, levando deste modo a um aumento da competitividade e da produtividade.

No despertar desta importância verificamos a contribuição de vários fatores, sendo o principal o valor da Vida Humana, bem como a existência por parte do Estado Português de legislação específica nesta área, devendo a aplicação da mesma ser entendida como um meio de beneficiar simultaneamente quer as empresas quer os colaboradores.

4.1 Limitações do estudo

Este estudo apresenta como principal limitação o facto de apenas revelar a realidade de uma população, sendo esta de tamanho reduzido. O tamanho da amostra resulta, em parte, da dificuldade de acesso às empresas, bem como da dificuldade de encontrar linhas de soldadura com dimensão significativa (mais de cinco elementos), que justificassem a realização do estudo.

4.2 Sugestões para investigações futuras

Num próximo trabalho sugere-se que seja avaliada a saúde dos trabalhadores face aos fatores de risco em estudo de forma a verificar se a exposição aos fatores de risco identificados tem ou não repercussões negativas nos mesmos. Poderá ainda verificar-se de que forma os diferentes fatores físicos interagem entre si, e quais as repercussões dessa interação na saúde dos colaboradores.

Outro ponto importante que poderá ser estudado será a avaliação ergonómica dos postos e trabalho.

Bibliografia

- Acustekpro – *Informação*. Acedido em 12 de Novembro de 2012 em: <http://www.acustekpro.com/57/informacao>, 2012
- Almeida, Hélder. (2010). *Análise do Conforto Térmico de Edifícios utilizando asabordagem analítica e adaptativa*. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de Mestre. Lisboa. Universidade técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico.
- American Welding Society. Acedido a 07 de Janeiro de 2013 em: <http://www.aws.org/w/a/>
- Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal [et al.] (2006). *Metalurgia e metalomecânica: manual de prevenção*, ISHST. Lisboa
- Bommel, W.J.M. [et al] (2002). *Industrial lighting and productivity*. Philips Lighting, Netherlands, 2002.
- Bommel, W.J.M. e Van Den Beld, G.J. (2004) *Lighting for work: a review of visual and biological effects*. Lighting Research and Technology, 2004.
- Brandalise - *Impactos do Ruído na saúde humana*. Acedido em 03 de Fevereiro de 2013 em: <http://brandalise.arq.br/blog/2011/06/30/impactos-do-ruído-na-saude-humana/>
- Cabral, Fernando (2011). *Segurança e Saúde do Trabalho- Manual de prevenção de riscos profissionais*. Verlag Dashöfer. Lisboa
- Carmo, Livia (1999). *Efeitos do Ruído Ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas*. CEFA, Goiânica
- Carneiro, Francisco. (2011). *Avaliação de Riscos: Aplicação a um processo de construção*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Aveiro, Aveiro
- Carreira, A., [et al.] (2009). *Higiene, Segurança e Prevenção de Acidentes de Trabalho*, Verlag Dashöfer. Lisboa

- Carvalho, Filipa. (2007). *Avaliação de risco: Estudo comparativo entre diferentes métodos de avaliação de risco, em situação real de trabalho*. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de Mestre. Lisboa. Universidade técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana
- Dias, J. (2005). Terminologia da soldadura em Português Europeu. *Confluências – Revista de Tradução Científica e Técnica*. Editora Maria do Rosário Frade Durão, Lisboa
- Dias, Ernesto. (2007). *Ruído nos Locais de trabalho*.
- Digilander – *Benessere térmico*. Acedido em 04 de Janeiro de 2013 em: http://digilander.libero.it/bucchisilvestriarchi/tesihtm/3_confor.htm
- Ecivilnet - *Considerações sobre iluminação e trabalho*. Acedido em 03 de Abril de 2013 em: http://www.ecivilnet.com/artigos/iluminacao_e_trabalho.htm
- Escola Secundária Avelar Brotero – *Processos de soldadura e Corte*. Acedido em 07 de Janeiro de 2013 em: <http://pt.esab.net/pt/pt/education/processos.cfm>
- Eurisko – Estudos, Projetos e Consultoria, S.A (2007). *Manual de boas práticas - Indústria metalúrgica e metalomecânica. Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho*. Associação Empresarial de Portugal (AEP), Leça da Palmeira
- Fonseca, António., [et al.] (2006). *Conceção dos locais de trabalho – Guia de apoio*. 4ª Edição. Lisboa, ISHST
- Freitas, Luís (2008). *Segurança e Saúde do Trabalho*. 1ª Edição. Lisboa, Edições Sílabo.
- Fagnolo, J. (2011). *Introdução a Processos e Metalurgia da Soldagem*. Apostila 1, UNICAMP.
- Fanger, P. O.(1972) ; *Thermal Comfort*, McGraw-Hill, New York,
- Gomes, Virgínia (2006). *Os Efeitos Extra Auditivos da Exposição ao Ruído na Qualidade de Vida dos Trabalhadores*. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de Mestre. Coimbra. Universidade de Coimbra – Faculdade de Medicina

- Grandjean, E. [et al.] (2005). *Manual de Ergonomia- Adaptando o trabalho ao Homem*. Ed.9. Bookman, Porto Alegre
- Grupo 2 – *Caracterização do ambiente térmico*. Acedido em 07 de Janeiro de 2013 em: <http://grupo2ple.blogspot.pt/2013/01/caracterizacao-do-ambiente-termico.html>
- Grupo 4work – *Factores que influenciam uma iluminação adequada no local de trabalho*. Acedido em 20 de Dezembro de 2012 em: [http://www.4work.pt/cms/index.php?id=98&no_cache=1&tx_ttnews\[backPid\]=97&tx_ttnews\[tt_news\]=121&cHash=04ee582ba43a23ddd1f959304d48dab4](http://www.4work.pt/cms/index.php?id=98&no_cache=1&tx_ttnews[backPid]=97&tx_ttnews[tt_news]=121&cHash=04ee582ba43a23ddd1f959304d48dab4)
- JoName - *Fotografia II*. Acedido em 14 de Dezembro de 2012 em: <http://www.joname.xpg.com.br/apostila-2-UFES.htm>
- Junior, 2012. *Manual de Iluminação Pública*. Copel Distribuição, Paraná.
- Macedo, Ricardo (2006). *Manual do Trabalho na Indústria*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- Marques, P., Modenesi, P. e Bracarense, A. (2007). *Soldagem Fundamentos e Tecnologia*. 2ª Edição, Editora UFMG. Belo Horizonte
- Miguel, Alberto Sérgio S.R. (2006). *Manual de Higiene e Segurança no Trabalho*. Ed.9. Porto Editora, Porto
- Modenesi, P.J. (2007). *Introdução à Física do Arco Elétrico e sua Aplicação na Soldagem de Metais*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte
- Mundo Físico – *De que são feitas as lâmpadas?* Acedido em 09 de Janeiro de 2013 em: <http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=120&idSubSecao=30&idTexto=135>
- Norma NP 1796:2007 - Segurança e Saúde do Trabalhador – Valores limite de exposição profissional e agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho, 3ª Edição, Instituto Português da Qualidade
- Norma EN 12464 -1:2002 (E) – Lighting and Lighting - Lighting of Work Places – Part 1: Indoor Work Places. CEN.
- Norma ISO 8995:2002 (E) – Lighting of indoor work places. 2ª Edição, CIE.

- Norma ISO 7730: 1994 - Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions of thermal comfort, ISO
- Norma ISO Standard 7726:1998 - Ergonomics of the thermal environment Instruments and methods for measuring physical quantities. Geneva International Standards Institution.
- Nunes, Fernando. (2008). Segurança. *Identificação, avaliação e controlo de riscos: procedimento com modelo configurável*. 187:19-24
- Pais, Aida (2011). *Condições de iluminação em ambiente de escritório: influência no conforto visual*. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de Mestre. Lisboa. Universidade técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana.
- Pedro, Ricardo (2006). Tecnometal. *Métodos de Avaliação e Identificação de Riscos nos Locais de Trabalho*. 167
- Pereira, A. (2011). *Notas de apoio à disciplina de Tecnologia dos Processos de Ligação*. U.A., Aveiro
- Portal da Saúde Pública: Educação para a Saúde. Acedido a 13 de Novembro de 2012 em: www.saudepublica.web.pt/05-promocaosaude/051educacao/ruido_decibel_figura.htm
- Portugal. Ministério do Trabalho e da Segurança Social. Decreto-lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro de 2006. Prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. Diário da República, Lisboa, 6 de Setembro.2006. Série I.
- Portugal. Assembleia da República. Lei n.º 102 /2009 de 10 de Setembro de 2009. Regime Jurídico da Promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho. Diário da República, Lisboa, 10 de Setembro de 2009. Série I.
- Portugal. Ministério da Economia, das Corporações e Previdência Social e da Saúde e Assistência. Portaria n.º 53/71 de 3 de Fevereiro de 1971. Regulamento Geral de

Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais. Diário da República, Lisboa, 3 de Fevereiro de 1971, Série I

- Portugal. Ministério do Emprego e da Segurança Social. Portaria n.º 987/93 de 6 de Outubro de 1993. Prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho. Diário da República, Lisboa, 6 de Outubro de 1993, Série I
- Profs.ccems - *O olho humano e defeitos na visão*. Acedido a 03 de Fevereiro de 2013 em: <http://profs.ccems.pt/PaulaFrota/olho.htm>
- Rodrigues, Alice. [et al] (2003). *Exposição a agentes químicos*. IDICT, 2003
- Roxo, Manuel (2006). *Segurança e Saúde no Trabalho: Avaliação e Controlo de riscos*. 2ª Edição. Coimbra, Edições Almedina.
- Osram - *Iluminação: Conceitos e Projetos*. Acedido a 20 de Dezembro de 2012, em: br.osram.info/curso_luminotecnica/luminotecnico.html
- Sacks, R. e Bohmart E. (2005). *Welding: Principles and Practices*. C. A. Bennett Co., Peoria, Ill, NV, USA
- Sá, Ricardo (1999). Tecnometal. *Introdução ao Stress Térmico em ambientes quentes*. 124
- Santos, J. F. [et al] (1998). *Processos de Soldadura*. Edições Técnicas do Instituto de Soldadura e Qualidade, Lisboa
- Santos, Paula. [et al.] (2004). *Ruído: riscos e prevenção*. São Paulo, Hacitec
- Silva, Manuel. *Aplicações computacionais para avaliação do conforto térmico*. Faculdade de Ciências e tecnologia, Polo II, Coimbra
- Silva, Nuno (2011). *Análise da viabilidade de mudança dos sistemas de iluminação de um estabelecimento de ensino superior para outros mais eficientes*. Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre. Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

- Simões, Hélder. (2009) *Ruído nos locais e postos de trabalho – Notas de apoio à disciplina de Higiene Industrial*. Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra, Coimbra.
- Simões, António. (2012) *Ambiente térmico – notas de apoio à disciplina de Higiene ocupacional*. Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
- Sobiologia – *Audição*. Acedido em 04 de Janeiro de 2013 em:
<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Corpo/sentido4.php>

Anexos

Encontram-se em anexo os seguintes documentos:

- Questionário aplicado aos trabalhadores e respetivo consentimento informado;
- Pedido de autorização à empresa onde se realizou o estudo;
- Dados do ruído;
- Dados do ambiente térmico;
- Certificados de calibração dos equipamentos utilizados no estudo.

CONSENTIMENTO INFORMADO

Participação em estudo de investigação científica

Título do Estudo: O presente estudo intitula-se "Avaliação de riscos em Postos de Trabalho de Soldadura."

Investigador: Susana Sofia Martins Simões Lavoura

Instituição: Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Objetivo: O presente estudo tem como objetivo principal a avaliação dos riscos laborais a que os soldadores se encontram expostos nos seus postos de trabalho.

Procedimento: Para a realização do estudo é necessário o preenchimento do questionário que se apresenta. Os dados recolhidos no mesmo, serão analisados pelo investigador e respetivos orientadores, sendo que nenhuma informação capaz de o (a) identificar será incluída na parte escrita deste estudo.

Riscos: Pode sentir algum incómodo relacionado com o tempo envolvido no preenchimento do questionário. Todas as medidas deste estudo não são invasivas e não prejudicam o desempenho no seu trabalho.

Benefícios: O principal benefício do estudo é a consciência e valorização dos riscos a que se encontra exposto (a) no seu local de trabalho, podendo deste modo evitar efeitos adversos na sua saúde. Acresce ainda o benefício de participar num estudo que poderá servir para despertar consciências, criando, deste modo, postos de trabalho aprazíveis de trabalhar.

Alternativas: É-lhe reservado o direito a ocultar qualquer informação que não deseje partilhar e/ou de recusar responder a uma ou mais questões do questionário.

Confidencialidade: A confidencialidade do seu questionário será mantida durante todo o estudo.

Disponibilidade para esclarecimento de dúvidas: Qualquer dúvida ou questão que poderá ter sobre este estudo pode ser colocada a **Susana Lavoura** através do número de *telemóvel* – 919275210.

Coerção ou interrupção da colaboração: A sua decisão de participar ou não no estudo não irá interferir no seu trabalho. Se decidir participar, ainda assim poderá retirar o seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Custos: A sua participação não terá qualquer custo ou retribuição.

Consentimento: A sua assinatura indicará que concordou em participar no estudo, indicando que leu e percebeu a informação que consta neste documento.

Assinatura do Participante

Assinatura do Investigador

Data: ____/____/____

Questionário

O presente inquérito tem como objetivo registar as opiniões dos trabalhadores com vista a avaliar os riscos decorrentes de actividades de soldadura.

Trata-se simplesmente de um trabalho académico e destina-se a fins científicos, daí a garantia de total sigilo e anonimato das opiniões proferidas. O sucesso deste trabalho depende da sua cooperação, por isso agradece-se que responda com sinceridade às perguntas formuladas.

Desde já muito obrigada pela sua colaboração.

A. Identificação

1. Sexo

Masculino

Feminino

2. Idade

Menos de 30

31 a 40

41 a 60

Mais de 60

3. Grau de ensino

Não sabe ler nem escrever

4.º ano de escolaridade

6.º ano de escolaridade

9.º ano de escolaridade

12.º ano de escolaridade

Bacharelato

Licenciatura

Mestrado

Outro. Qual?

B. Situação laboral

1. Atualmente, a sua relação jurídica de emprego é:

Efectivo/permanente

Contrato de trabalho a termo certo

Prestação de serviços

Sem relação jurídica de emprego

Outra. Qual _____

2. Horário de trabalho praticado:

Horário Flexível.

Jornada Contínua.

Trabalho por turnos.

3. Quantas horas trabalha por dia, em média, passa a realizar operações de soldadura ?

Menos de 1 horas diárias

Entre 4 e 8 horas diárias

Entre 1 e 4 horas diárias.

Mais de 8

3. Há quanto tempo é soldador (a)?

Menos de 5 anos

De 5 a 9 anos

De 10 a 14 anos

15 ou mais anos

4. Há quanto tempo trabalha na empresa actual?

Menos de 5 anos

De 5 a 9 anos

De 10 a 14 anos

15 ou mais anos

C. Percepção face ao ambiente de trabalho:

5. Como classifica o seu ambiente de trabalho, relativamente aos seguintes fatores:

Iluminação		Ruído		Condições atmosféricas		Exposição a contaminantes químicos (gases)	
Muito Boa.		Muito Boa.		Muito Boa.		Muito Boa.	
Boa.		Boa.		Boa.		Boa.	
Sem opinião.		Sem opinião.		Sem opinião.		Sem opinião.	
Suficiente.		Suficiente.		Suficiente.		Suficiente.	
Insuficiente.		Insuficiente.		Insuficiente.		Insuficiente.	

6. Os factores referidos (iluminação, ruído, condições atmosféricas e exposição a agentes químicos) exercem repercussões psicológicas e fisiológicas que afetam o seu desempenho no trabalho?

Sim

Não (passar ao ponto 7)

6.1 Se sim, porquê?

Aumenta a tensão/ causa distúrbios do ritmo cardíaco

Agrava o estado de angústia e irritabilidade

Provoca stress e fadiga

Origina decréscimo do rendimento/produktividade

Diminui a satisfação na execução das tarefas

Outro. Qual _____

7. Na sua opinião, no seu local de trabalho, que tipo de risco considera mais significativos?

Ruído

Movimentação de cargas

Iluminação

Trabalho monótono / repetitivo

Stress Térmico

Riscos mecânicos (cortes, etc)

Exposição a Radiações

Outros. Quais? _____

7.1 Como faz para prevenir estes riscos?

Utiliza equipamentos de protecção individual

Utiliza equipamentos de protecção colectiva

Respeita a sinalização existente nas zonas de produção

Diminui o tempo de exposição ao risco

Adquire informação/ formação sobre os riscos potenciais da exposição

Evita bebidas alcoólicas antes e durante o período de trabalho

Procede ao controlo médico (exames periódicos)

Procura ter uma alimentação equilibrada

Outras. Quais?

8 – Até que ponto cada um destes aspetos pode motivá-lo na execução do seu trabalho?

	Não influencia	Influencia Pouco	Influencia	Influencia Muito
O ambiente de trabalho.				
Ergonomia (adaptação das condições trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar-lhes o máximo de conforto, segurança e eficiência no desempenho).				
A existência de condições de Higiene e Segurança.				
As tarefas que executa diariamente.				

D – Responsabilidades

9. De entre os equipamentos de protecção individual mencionados, qual (ais) usa diariamente:

Viseira de Protecção	<input type="checkbox"/>
Óculos de protecção	<input type="checkbox"/>
Botas de protecção	<input type="checkbox"/>
Vestuário adequado	<input type="checkbox"/>
Auriculares / Abafadores	<input type="checkbox"/>
Máscaras/ dispositivos filtrantes	<input type="checkbox"/>
Luvas de protecção	<input type="checkbox"/>
Nenhum	<input type="checkbox"/>
Outros. Quais? _____	<input type="checkbox"/>

Obrigada pela sua colaboração!



Ex.mo Senhores,

[REDACTED]

Eu, Susana Sofia Martins Simões Lavoura, na qualidade de aluna de Mestrado em Saúde Ocupacional na Faculdade de Medicina na Universidade de Coimbra, venho por este meio, solicitar a vossa Exa. autorização para realizar um estudo nas vossas instalações, para o trabalho que se intitula: **“Avaliação de Riscos em Postos de Trabalho de Soldadura”**.

O estudo implica a avaliação quantitativa, nos postos de soldadura, dos seguintes parâmetros: ruído, ambiente térmico, contaminantes químicos e iluminância. Inclui ainda um questionário de resposta rápida, aplicado aos operadores dos postos de trabalho em questão.

A recolha de dados, irá decorrer entre os meses de Novembro de 2012 até Fevereiro de 2013.

Os dados recolhidos serão apenas divulgados no relatório final do estudo, sendo o anonimato dos seus protagonistas salvaguardado, incluindo a identidade do próprio Instituto.

Agradecendo desde já a atenção dispensada por V^a Ex^a, apresento os meus melhores cumprimentos.

Susana Lavoura

cod	sec	nom pre	ta	te	laeq	data	lcpico	b	c	d	e	f	g	h	i	INicio	medica	dtmed
1		S	10,00			82,4 30/01/2013	116,2	77,8	79,5	80	78,1	77,4	74,7	72,8	72,9	08:08:11	M1	30/01/2013
2		S	10,00			83,2 30/01/2013	116,8	77,1	79,6	80,6	78,3	77,7	75,5	74,4	74,8	08:20:21	M2	30/01/2013
3		S	10,00			83,4 30/01/2013	117,2	78,6	79,7	80,1	77,9	77,3	75,6	75,3	76,2	08:30:41	M3	30/01/2013
4		S	10,00			83,1 30/01/2013	114,1	78,9	78,8	79,2	78,1	78,1	76,1	73,8	72,4	08:41:48	M4	30/01/2013
5		S	10,00			81,4 30/01/2013	114	75,2	78,2	78,8	76,9	76,5	74,1	71,8	70,7	08:55:38	M5	30/01/2013
6		S	10,00			83 30/01/2013	113,2	74,7	78,5	79,5	78,6	77,9	75,8	73,5	72,7	09:05:53	M6	30/01/2013
7		S	10,00			81 30/01/2013	116	75,4	77,8	76,5	75,4	75,1	73,3	73,3	73,8	09:18:06	M7	30/01/2013
8		S	10,00			82,3 30/01/2013	120,6	75,9	78,4	78,3	77,4	76,7	74,9	74	73,7	09:29:23	M8	30/01/2013
9		S	10,00			81,8 30/01/2013	117,5	75,8	78,2	78	76,7	75,9	73,8	74	74,5	09:39:38	M9	30/01/2013
10		S	10,00			79,7 30/01/2013	109,1	73,3	77,3	76,8	75,2	75,1	72,4	69,4	68	09:50:54	M10	30/01/2013
11		S	10,00			80,6 30/01/2013	115,4	73,5	77,1	76,1	75	74,9	72,6	72,3	73,9	10:08:30	M11	30/01/2013
12		S	10,00			81,2 30/01/2013	114,1	73,8	77,7	77,4	76,1	75,9	73,9	72,4	72,8	10:30:05	M12	30/01/2013
13		S	10,00			82,3 30/01/2013	111,9	75,2	78,6	78,5	77,9	77,3	75,1	72,7	72,2	15:52:14	M13	30/01/2013
14		S	10,00			82,4 30/01/2013	114,7	75,7	78,7	78,5	77,2	77,2	75,8	73,5	72,1	16:02:30	M14	30/01/2013
15		S	10,00			81,8 30/01/2013	110,8	75,2	78,7	78,3	76,9	76,8	74,6	72,6	72,3	16:12:45	M15	30/01/2013
16		S	10,00			81,7 30/01/2013	117,9	74,3	77,5	77,7	76,8	77	74,5	72,3	71,4	16:23:19	M16	30/01/2013
17		S	10,00			82,5 30/01/2013	115,2	74,7	77,8	78,3	78,4	78	74,9	72,7	72,4	16:36:12	M17	30/01/2013
18		S	10,00			82,6 30/01/2013	116,5	75	77,9	79	78,4	77,7	75,2	72,9	72,7	16:46:26	M18	30/01/2013
19		S	10,00			82,6 30/01/2013	121,3	75,3	78,3	78,3	78	77,8	75	73,3	72,9	16:57:07	M19	30/01/2013
20		S	10,00			81 30/01/2013	111,9	74,8	77,7	76,6	76,5	76,6	73,9	71	69,7	17:07:45	M20	30/01/2013
21		S	10,00			80,9 30/01/2013	113,7	74,9	77,7	76,6	76,1	76,2	73,7	71,6	71,1	17:22:11	M21	30/01/2013
22		S	10,00			82 30/01/2013	113,4	75	77,6	77,1	76,3	76,7	74,8	73,4	74	17:32:33	M22	30/01/2013
23		S	10,00			80,5 30/01/2013	111,3	74,8	77,7	77,1	76,2	75,7	73,1	70,7	70,2	17:45:41	M23	30/01/2013
24		S	10,00			81,2 30/01/2013	116,6	75,1	77,5	77,5	76,3	76,1	74,6	72,3	69,5	17:55:58	M24	30/01/2013
25		S	10,00			80,1 30/01/2013	114,8	74,4	77,1	77,7	75,5	75,1	73	70,6	69,5	21:34:37	M25	30/01/2013
26		S	10,00			79,9 30/01/2013	115,2	74,9	77	77,7	75	74,5	71,5	70,7	72,5	21:44:51	M26	30/01/2013
27		S	10,00			80,1 30/01/2013	118,6	75,4	77	77,5	75	74,9	72,4	70,7	71,9	21:55:05	M27	30/01/2013
28		S	10,00			79,3 30/01/2013	112,5	74,5	76	75,8	74,4	73,9	72	69,6	71,5	22:05:55	M28	30/01/2013
29		S	10,00			79 30/01/2013	113,4	74	76,1	76	74,2	74	71,6	69,1	70,2	22:16:17	M29	30/01/2013
30		S	10,00			78,1 30/01/2013	110,8	74,5	75,9	75,6	73	73,1	70,3	68,1	70	22:26:32	M30	30/01/2013

Medição manhã - exterior

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [07;33;52].hsm
Start: 07:33:52 30-01-2013
End: 07:47:52 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	8.4 °C	10.5 °C	15.0 °C
Tnw	7.5 °C	8.8 °C	12.6 °C
Ta	9.0 °C	11.3 °C	14.6 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		9.3 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		9.4 °C	
Dew Point	5.3 °C	5.9 °C	9.6 °C
RH	60.0%	69.4%	78.7%

Medições manhã Ponto A

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [08;16;40].hsm
Start: 08:16:40 30-01-2013
End: 08:30:40 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	11.6 °C	11.6 °C	11.7 °C
Tnw	10.2 °C	10.4 °C	10.7 °C
Ta	11.6 °C	11.6 °C	11.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		10.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		10.7 °C	
Dew Point	8.8 °C	9.1 °C	9.5 °C
RH	82.9%	84.6%	86.6%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [08;31;48].hsm
Start: 08:31:48 30-01-2013
End: 08:45:48 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	11.6 °C	11.7 °C	11.7 °C
Tnw	10.2 °C	10.3 °C	10.4 °C
Ta	11.6 °C	11.6 °C	11.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		10.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		10.7 °C	
Dew Point	8.8 °C	9.0 °C	9.2 °C
RH	82.9%	83.9%	85.3%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [08;47;08].hsm
Start: 08:47:08 30-01-2013
End: 09:01:08 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	11.7 °C	11.9 °C	12.1 °C
Tnw	10.3 °C	10.4 °C	10.6 °C
Ta	11.6 °C	11.8 °C	11.9 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		10.9 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		10.9 °C	
Dew Point	8.9 °C	9.1 °C	9.2 °C
RH	81.9%	83.5%	84.2%

Medições manhã Ponto B

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [09;02;56].hsm
Start: 09:02:56 30-01-2013
End: 09:17:56 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.0 °C	12.0 °C	12.1 °C
Tnw	10.3 °C	10.4 °C	10.7 °C
Ta	11.9 °C	11.9 °C	12.0 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		10.9 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		10.9 °C	
Dew Point	8.7 °C	8.9 °C	9.6 °C
RH	80.7%	81.7%	85.5%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [09;19;23].hsm
Start: 09:19:23 30-01-2013
End: 09:35:23 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.0 °C	12.1 °C	12.2 °C
Tnw	10.4 °C	10.5 °C	10.6 °C
Ta	12.0 °C	12.1 °C	12.1 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		11.0 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		11.0 °C	
Dew Point	9.0 °C	9.1 °C	9.1 °C
RH	82.0%	82.0%	82.0%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [09;36;25].hsm
Start: 09:36:25 30-01-2013
End: 09:50:25 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.2 °C	12.3 °C	12.5 °C
Tnw	10.6 °C	10.8 °C	11.0 °C
Ta	12.1 °C	12.2 °C	12.4 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		11.2 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		11.2 °C	
Dew Point	9.1 °C	9.4 °C	9.8 °C
RH	82.0%	82.8%	84.5%

Medições manhã Ponto C

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [09;52;29].hsm
Start: 09:52:29 30-01-2013
End: 10:10:29 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.5 °C	12.6 °C	12.7 °C
Tnw	11.0 °C	11.1 °C	11.3 °C
Ta	12.4 °C	12.5 °C	12.6 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		11.6 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		11.5 °C	
Dew Point	9.6 °C	9.8 °C	10.0 °C
RH	82.3%	83.7%	84.6%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [10;12;29].hsm
 Start: 10:12:29 30-01-2013
 End: 10:30:29 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.7 °C	12.8 °C	12.9 °C
Tnw	11.3 °C	11.4 °C	11.5 °C
Ta	12.6 °C	12.7 °C	12.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		11.8 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		11.8 °C	
Dew Point	10.0 °C	10.2 °C	10.4 °C
RH	83.6%	84.7%	85.9%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [10;31;50].hsm
 Start: 10:31:50 30-01-2013
 End: 10:45:50 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.9 °C	13.0 °C	13.2 °C
Tnw	11.5 °C	11.6 °C	11.8 °C
Ta	12.8 °C	12.9 °C	13.1 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		12.1 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		12.1 °C	
Dew Point	10.3 °C	10.4 °C	10.7 °C
RH	83.8%	84.8%	86.0%

Medições manhã Ponto D**WBGT Heat Stress Summary Report**

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [10;47;31].hsm
 Start: 10:47:31 30-01-2013
 End: 11:01:31 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	13.2 °C	13.4 °C	13.5 °C
Tnw	11.8 °C	11.9 °C	12.1 °C
Ta	13.1 °C	13.3 °C	13.4 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		12.3 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		12.3 °C	
Dew Point	10.5 °C	10.7 °C	10.8 °C
RH	83.8%	84.1%	85.0%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [11;02;34].hsm
 Start: 11:02:34 30-01-2013
 End: 11:16:34 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	13.5 °C	13.7 °C	13.9 °C
Tnw	12.1 °C	12.3 °C	12.5 °C
Ta	13.4 °C	13.6 °C	13.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		12.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		12.7 °C	
Dew Point	10.9 °C	11.1 °C	11.3 °C
RH	84.0%	84.9%	85.2%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana Manha\HSM-(2013-01-30) [11;17;38].hsm
 Start: 11:17:38 30-01-2013
 End: 11:31:38 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	13.9 °C	14.1 °C	14.2 °C
Tnw	12.4 °C	12.6 °C	14.4 °C
Ta	13.8 °C	13.9 °C	14.1 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		13.0 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		13.0 °C	
Dew Point	11.3 °C	11.4 °C	11.6 °C
RH	84.2%	84.7%	85.4%

Medição Tarde - exterior**WBGT Heat Stress Summary Report**

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [13;33;42].hsm
 Start: 14:33:42 30-01-2013
 End: 14:47:42 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.6 °C	20.3 °C	21.9 °C
Tnw	14.2 °C	15.1 °C	15.7 °C
Ta	16.5 °C	18.3 °C	19.2 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		16.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		16.5 °C	
Dew Point	12.3 °C	12.6 °C	13.1 °C
RH	65.8%	69.5%	77.7%

Medições Tarde Ponto A**WBGT Heat Stress Summary Report**

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [13;51;05].hsm
 Start: 14:51:05 30-01-2013
 End: 15:05:05 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.9 °C	17.5 °C	19.5 °C
Tnw	14.6 °C	15.0 °C	15.3 °C
Ta	17.1 °C	17.5 °C	17.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.7 °C	
Dew Point	12.8 °C	13.1 °C	13.3 °C
RH	73.5%	75.3%	77.9%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [14;06;10].hsm
 Start: 15:06:10 30-01-2013
 End: 16:20:10 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.6 °C	16.7 °C	16.9 °C
Tnw	14.5 °C	14.8 °C	15.4 °C
Ta	16.7 °C	16.8 °C	17.1 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.3 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	12.9 °C	13.1 °C	13.5 °C
RH	76.8%	78.4%	81.6%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [14;22;00].hsm
 Start: 16:22:00 30-01-2013
 End: 16:36:00 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.4 °C	16.5 °C	16.6 °C
Tnw	14.4 °C	14.5 °C	14.9 °C
Ta	16.4 °C	16.6 °C	16.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.1 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.1 °C	
Dew Point	12.8 °C	13.0 °C	13.4 °C
RH	78.5%	79.2%	80.6%

Medições Tarde Ponto B**WBGT Heat Stress Summary Report**

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [14;37;36].hsm
 Start: 16:37:36 30-01-2013
 End: 16:51:36 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.4 °C	16.4 °C	16.5 °C
Tnw	14.3 °C	14.4 °C	14.5 °C
Ta	16.4 °C	16.4 °C	16.5 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.0 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.0 °C	
Dew Point	12.6 °C	12.9 °C	13.0 °C
RH	78.4%	79.5%	80.4%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [14;52;40].hsm
 Start: 16:52:40 30-01-2013
 End: 16:06:40 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.4 °C	16.5 °C	16.6 °C
Tnw	14.4 °C	14.5 °C	14.7 °C
Ta	16.4 °C	16.5 °C	16.5 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.1 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.1 °C	
Dew Point	12.8 °C	13.0 °C	13.2 °C
RH	78.5%	80.0%	81.4%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [15;07;44].hsm
 Start: 17:07:44 30-01-2013
 End: 17:21:44 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.6 °C	16.6 °C	16.8 °C
Tnw	14.6 °C	14.7 °C	15.9 °C
Ta	16.5 °C	16.6 °C	16.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.3 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.3 °C	
Dew Point	13.1 °C	13.2 °C	14.8 °C
RH	79.5%	80.7%	88.6%

Medições Tarde Ponto C

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [15;23;09].hsm
Start: 17:23:09 30-01-2013
End: 17:37:09 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.7 °C	16.8 °C	16.9 °C
Tnw	14.6 °C	14.8 °C	15.2 °C
Ta	16.7 °C	16.8 °C	16.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.4 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	13.2 °C	13.3 °C	13.6 °C
RH	79.6%	80.1%	81.6%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [15;38;13].hsm
Start: 17:38:13 30-01-2013
End: 17:52:13 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.7 °C	16.7 °C	16.8 °C
Tnw	14.7 °C	14.8 °C	15.0 °C
Ta	16.7 °C	16.7 °C	16.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.4 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	13.2 °C	13.3 °C	13.5 °C
RH	79.6%	80.3%	81.6%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [15;53;17].hsm
Start: 17:53:17 30-01-2013
End: 18:07:17 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.7 °C	16.8 °C	16.8 °C
Tnw	14.8 °C	14.9 °C	15.0 °C
Ta	16.7 °C	16.7 °C	16.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.4 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	13.4 °C	13.5 °C	13.7 °C
RH	80.6%	81.5%	82.6%

Medições Tarde Ponto D

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [16;09;22].hsm
Start: 18:09:22 30-01-2013
End: 18:23:22 30-01-2013
Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.5 °C	16.6 °C	16.8 °C
Tnw	14.7 °C	14.9 °C	15.0 °C
Ta	16.5 °C	16.6 °C	16.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.4 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	13.2 °C	13.6 °C	13.7 °C
RH	79.6%	82.2%	83.4%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [16;24;26].hsm
 Start: 18:24:26 30-01-2013
 End: 18:38:26 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.4 °C	16.4 °C	16.5 °C
Tnw	14.8 °C	14.9 °C	15.0 °C
Ta	16.4 °C	16.5 °C	16.5 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.4 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.4 °C	
Dew Point	13.6 °C	13.8 °C	14.0 °C
RH	83.4%	84.0%	85.4%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\Veneporte susana tarde\HSM-(2013-01-30) [16;39;49].hsm
 Start: 18:39:49 30-01-2013
 End: 18:53:49 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	16.3 °C	16.4 °C	16.5 °C
Tnw	14.8 °C	14.8 °C	15.0 °C
Ta	16.3 °C	16.4 °C	16.5 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		15.3 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		15.3 °C	
Dew Point	13.6 °C	13.7 °C	13.9 °C
RH	83.4%	83.9%	85.4%

Medição Noite – exterior**WBGT Heat Stress Summary Report**

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [21;09;48].hsm
 Start: 21:09:48 30-01-2013
 End: 21:23:48 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	12.4 °C	13.3 °C	15.7 °C
Tnw	11.7 °C	12.2 °C	12.8 °C
Ta	12.8 °C	13.7 °C	15.3 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		12.6 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		12.6 °C	
Dew Point	10.7 °C	11.0 °C	11.1 °C
RH	75.4%	83.5%	88.3%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [21;47;16].hsm
 Start: 21:47:16 30-01-2013
 End: 22:01:16 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.5 °C	14.5 °C	14.7 °C
Tnw	13.3 °C	13.3 °C	13.4 °C
Ta	14.4 °C	14.5 °C	14.5 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		13.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		13.7 °C	
Dew Point	12.3 °C	12.4 °C	12.5 °C
RH	86.7%	87.1%	87.8%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [22;02;21].hsm
 Start: 22:02:21 30-01-2013
 End: 22:16:21 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.5 °C	14.6 °C	14.7 °C
Tnw	13.3 °C	13.4 °C	13.5 °C
Ta	14.5 °C	14.6 °C	14.6 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		13.8 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		13.7 °C	
Dew Point	12.2 °C	12.4 °C	12.7 °C
RH	85.7%	86.8%	88.9%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [22;17;29].hsm
 Start: 22:17:29 30-01-2013
 End: 22:31:29 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.7 °C	14.7 °C	14.8 °C
Tnw	13.3 °C	13.4 °C	13.6 °C
Ta	14.6 °C	14.7 °C	14.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		13.8 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		13.8 °C	
Dew Point	12.1 °C	12.4 °C	12.6 °C
RH	84.6%	86.1%	87.8%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [22:32:52].hsm
 Start: 22:32:52 30-01-2013
 End: 22:46:52 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.7 °C	14.8 °C	14.8 °C
Tnw	13.4 °C	13.5 °C	13.6 °C
Ta	14.7 °C	14.7 °C	14.7 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		13.9 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		13.9 °C	
Dew Point	12.3 °C	12.6 °C	12.7 °C
RH	85.7%	87.3%	87.9%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [22:47:57].hsm
 Start: 22:47:57 30-01-2013
 End: 23:01:57 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.7 °C	14.8 °C	14.8 °C
Tnw	13.6 °C	13.7 °C	13.8 °C
Ta	14.7 °C	14.8 °C	14.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		14.0 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		14.0 °C	
Dew Point	12.8 °C	12.8 °C	12.9 °C
RH	87.9%	88.0%	88.9%

WBGT Heat Stress Summary Report

Report data file: C:\Program Files\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2013-01-30) [23:03:19].hsm
 Start: 23:03:19 30-01-2013
 End: 23:17:19 30-01-2013
 Ventilation: Aspirated (airflow at 1 metre per second or above)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Average</u>	<u>Maximum</u>
Tg	14.8 °C	14.8 °C	14.9 °C
Tnw	13.5 °C	13.7 °C	13.8 °C
Ta	14.7 °C	14.8 °C	14.8 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		14.0 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		14.0 °C	
Dew Point	12.6 °C	12.8 °C	13.0 °C
RH	86.8%	87.7%	89.0%



Instalações de
Oeiras



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

Data de Emissão 2012-10-17 Certificado nº. CACV1308/12 Página 1 de 2

Equipamento **SONÓMETRO IEC 61672-3:2006-10** Classe: 1
 Marca: 01dB Nº série: 61730
 Modelo: Solo Premium Nº id: ---

MICROFONE
 Marca: 01dB Nº série: 101178
 Modelo: MCE 212

PRÉ-AMPLIFICADOR
 Marca: 01dB Nº série: 14984
 Modelo: PRE 21 S

Cliente **Hieme - Higiene e Segurança no Trabalho, Lda.**
 Largo Dr. Costa e Almeida, Edifício S. Gabriel - Sala A/H
 Ap. 206
 3780-216 Anadia

Data de Calibração **2012-10-17**

Condições Ambientais Temperatura: 23,5 °C Humid. rel.: 51,0 % Pressão Atmosf.: 99,8 kPa

Procedimento Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 01, Ed. D tendo por base os documentos de referência Norma IEC 61672-3: 2006-10.

Rastreabilidade Nível de pressão sonora, Brüel & Kjær, Nærum - Denmark
 Tensão alternada, Fluke 5790A, Fluke A40 / A40A, rastreado à Fluke, Kassel - Deutschland

Estado do Equipamento Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
 A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Nota: O sonómetro cumpre com os requisitos da sua classe segundo a norma IEC 61672-3: 2006-10.

Para a confirmação da classe foi verificado que a soma dos módulos do erro com incerteza é menor ou igual que os requisitos da sua classe.

Calibrado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064-2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

Certificado nº. **CACV1308/12**

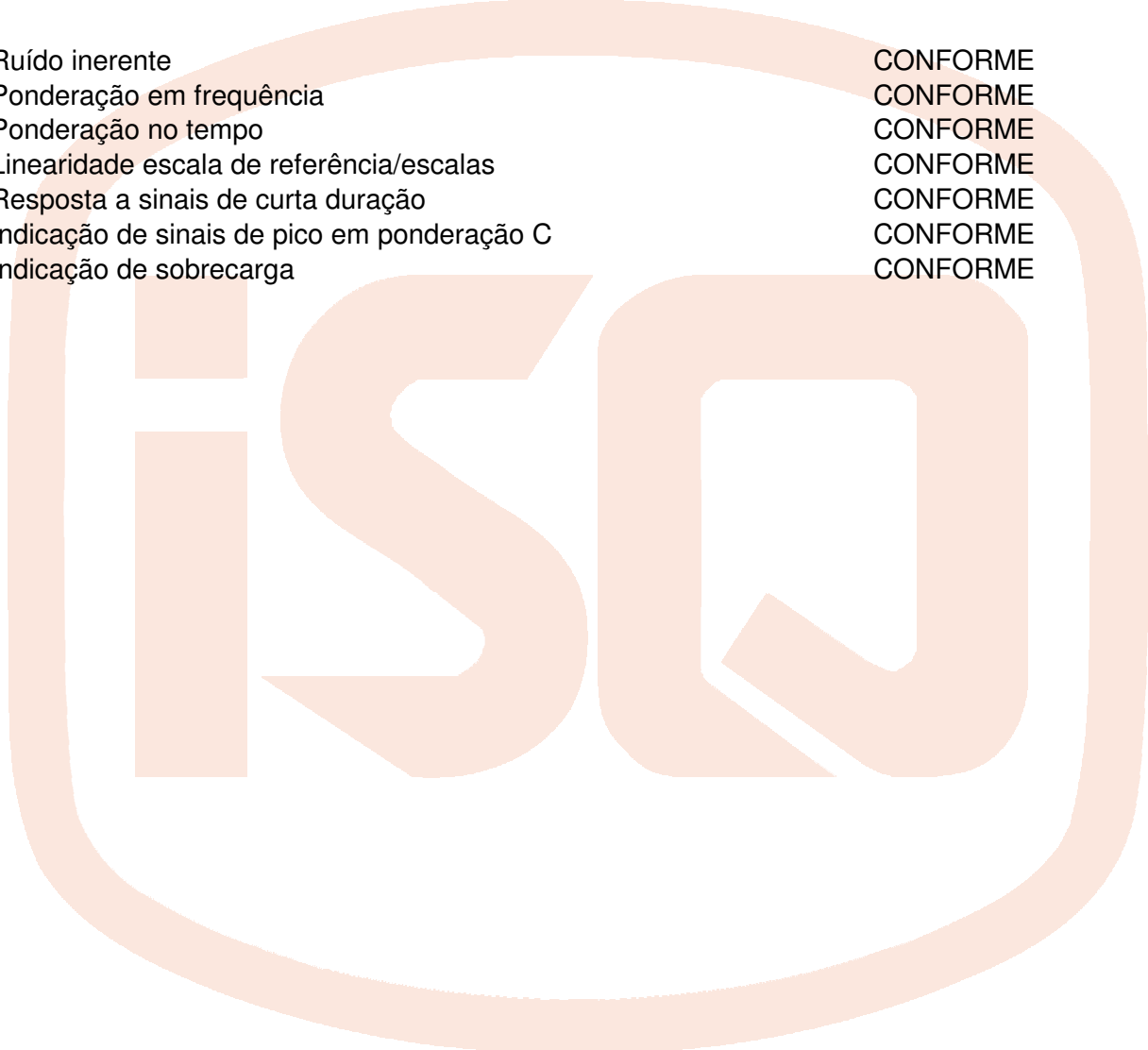
Página 2 de 2

Características Acústicas

Condições de referência	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ruído inerente	CONFORME

Características Eléctricas

Ruído inerente	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ponderação no tempo	CONFORME
Linearidade escala de referência/escalas	CONFORME
Resposta a sinais de curta duração	CONFORME
Indicação de sinais de pico em ponderação C	CONFORME
Indicação de sobrecarga	CONFORME



Calibrado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



CERTIFICADO DE VERIFICAÇÃO

NÚMERO 245.70 / 12.606

PÁGINA 1 de 2

ENTIDADE:

Nome	Hieme - Higiene e Segurança no Trabalho, Lda.
Endereço	Largo Dr. Costa e Almeida, Edifício S. Gabriel - Sala A/H - Ap. 206 - 3780-216 Anadia

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO:

Desp. Aprov. Modelo n.º	245.70.04.3.56	
Sonómetro	Marca / Modelo / Nº de série	01dB / Solo Premium / 61730
Microfone	Marca / Modelo / Nº de série	01dB / MCE 212 / 101178
Pré-amplificador	Marca / Modelo / Nº de série	01dB / PRE 21 S / 14984
Calibrador	Marca / Modelo / Nº de série	Rion / NC-74 / 34104534

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS:

Classe	1
--------	---

OPERAÇÃO EFECTUADA:

Tipo / Data	Verificação Periódica / 17/10/2012
Rastreabilidade	Tensão contínua e alternada - Lab. Metrol. Eléct. ISQ (Portugal) Frequência - IPQ (Portugal) Nível de pressão sonora - Danak (Dinamarca)
Documentos de referência	Portaria 977/09 de 1 de Setembro de 2009 Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 02, Ed. C tendo por base os documentos de referência Norma IEC 61672-3: 2006-10
Condições ambientais	Temp.: 23,5 °C Hum. Rel.: 51,0 % Pressão atmosf.: 99,8 kPa
RESULTADO	Em conformidade com os valores regulamentares O Valor do erro de cada uma das medições efectuadas são inferiores aos valores dos erros máximos admissíveis para a classe do equipamento de medição

Local / Data

Oeiras, 17 de Outubro de 2012

Verificado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O presente Boletim de Verificação só pode ser reproduzido no seu todo e apenas se refere ao(s) item(s) ensaiado(s).

O equipamento é selado como consta no Despacho de aprovação de modelo respectivo.

A operação de controlo metrológico efectuada é evidenciada apenas pela aposição no instrumento do símbolo respectivo como consta dos anexos da Portaria n.º 962/90 de 9 de Setembro

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.



CERTIFICADO DE VERIFICAÇÃO - cont

NÚMERO 245.70 / 12.606

PÁGINA 2 de 2

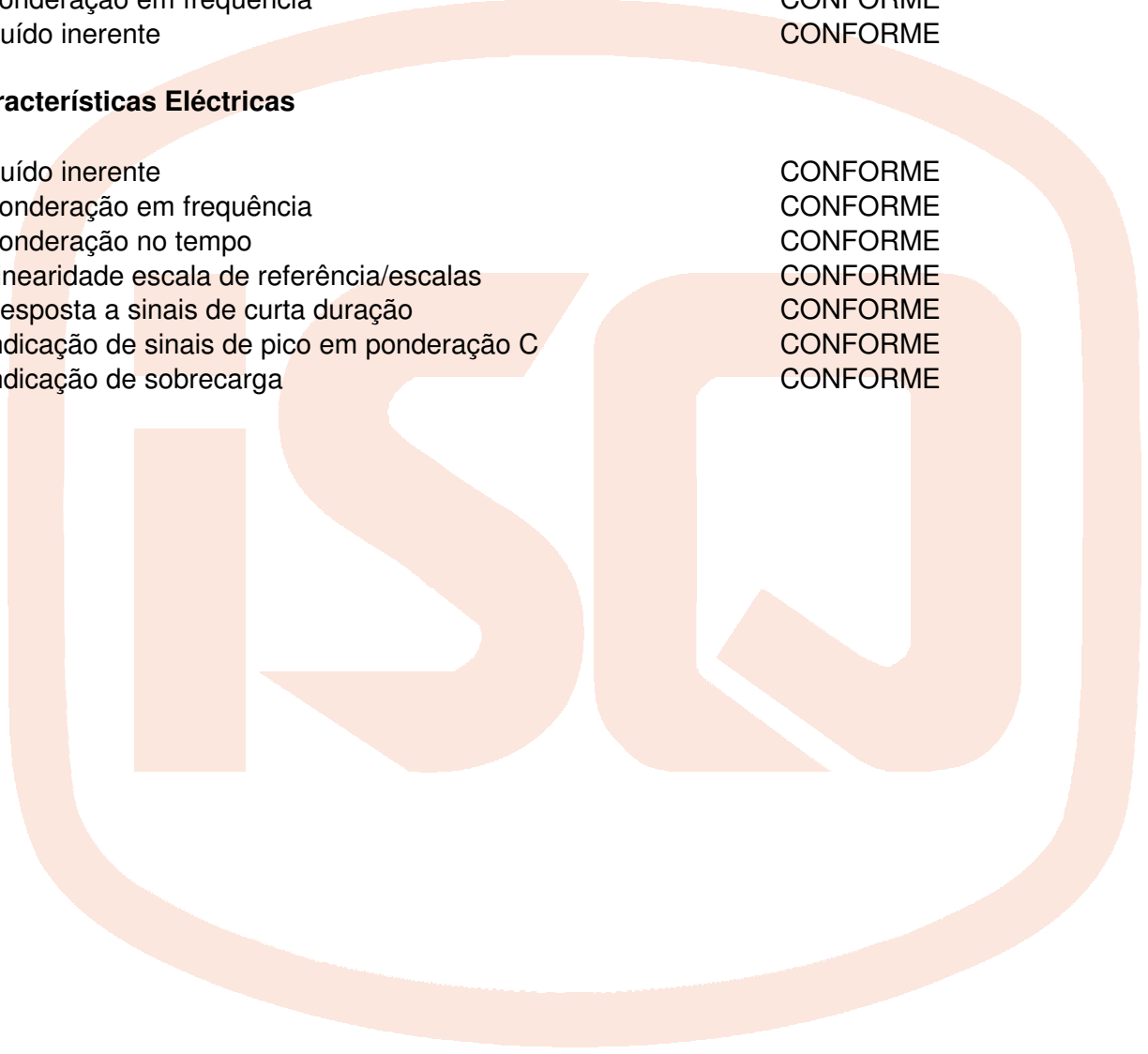
Características Acústicas

Calibrador acústico	CONFORME
Condições de referência	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ruído inerente	CONFORME

Características Eléctricas

Ruído inerente	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ponderação no tempo	CONFORME
Linearidade escala de referência/escalas	CONFORME
Resposta a sinais de curta duração	CONFORME
Indicação de sinais de pico em ponderação C	CONFORME
Indicação de sobrecarga	CONFORME

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.



DM/065.2/07



CARTA DE CONTROLO METROLÓGICO

Data de emissão: 17 / 10 / 2012

Página 1 de 2

EQUIPAMENTO

Tipo: Sonómetro Integrador
 Marca: 01dB
 Modelo: Solo Premium
 Nº Série: 61730

Despacho de aprovação de modelo nº: 245.70.04.3.56
 Classe de exactidão atribuída: 1

ENTIDADE UTILIZADORA

Hieme - Higiene e Segurança no Trabalho, Lda.
 Largo Dr. Costa e Almeida, Edifício S. Gabriel - Sala A/H
 Ap. 206
 3780-216 Anadia

FABRICANTE / IMPORTADOR

MRA - Instrumentação para Medição, Registo e Análises, SA.

OPERAÇÃO EFECTUADA

Data	ANO: 2010	Documentos de referência	Documentos de registo	Resultado
26 / 04 / 2010	<input checked="" type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação	IEC 61672-3	Boletim nº 245.70 / 10.296	CONFORME
Data	ANO: 2011	Documentos de referência	Documentos de registo	Resultado
13 / 09 / 2011	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input checked="" type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação	IEC 61672-3	Boletim nº 245.70 / 11.538	CONFORME
Data	ANO: 2012	Documentos de referência	Documentos de registo	Resultado
17 / 10 / 2012	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input checked="" type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação	IEC 61672-3: 2006-10	Boletim nº 245.70 / 12.606	CONFORME

OBSERVAÇÕES

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

DM/065.2/07



CARTA DE CONTROLO METROLÓGICO

(CONTINUAÇÃO)

Página 2 de 2

OPERAÇÃO EFECTUADA

Data	ANO:	Documentos de referência	Documentos de registo	Resultado
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			
	<input type="checkbox"/> 1ª Verificação <input type="checkbox"/> Verificação Periódica <input type="checkbox"/> Verificação Extraordinária <input type="checkbox"/> Banco de filtros <input type="checkbox"/> Tempo de reverberação			

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

DM/065.2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Física

Certificado de Calibração

Data de emissão: 2011.09.09

Certificado N.º : CGAS790/11

Página 1 de 2

Equipamento: **ANEMÓMETRO**
Marca: TSI Indicação: Digital
Modelo: 8330-M-ES Intervalo de indicação: 2 m/s a 10 m/s
N.º ident.: A.8330-M-ES.HST Resolução: 0,05 m/s
N.º série: 56060494 (do dispositivo afixador)

Cliente: **HIEME HIGIENE E SEGURANÇA LDA**
LARGO DR COSTA E ALMEIDA EDF SÃO GABRIEL SALA A/H
3780-000 ANADIA

Data de
Calibração: 2011.09.09

Condições Ambientais: Temperatura: 20,2 °C Humidade relativa: 59 %hr
Densidade do ar: 1,17 ± 0,002 kg/m³ Pressão Atmosférica: 994,5 mbar

Procedimento: PO.M - DM/GÁS 010.

Local do serviço: Laboratório de Metrologia Gás Oeiras.

Rastreabilidade: Túnel de Vento com Sonda de Velocidade, N.º ID LG078 , rastreado à Testo (DKD Alemanha).

Estado do equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

João Calado

Responsável pela Validação

Alexandra Costa (Responsável Técnico)

Continuação de Certificado

Certificado N.º : CGAS790/11

Página 2 de 2

Ensaio Realizados

Ponto de teste do valor residual de zero do equipamento:

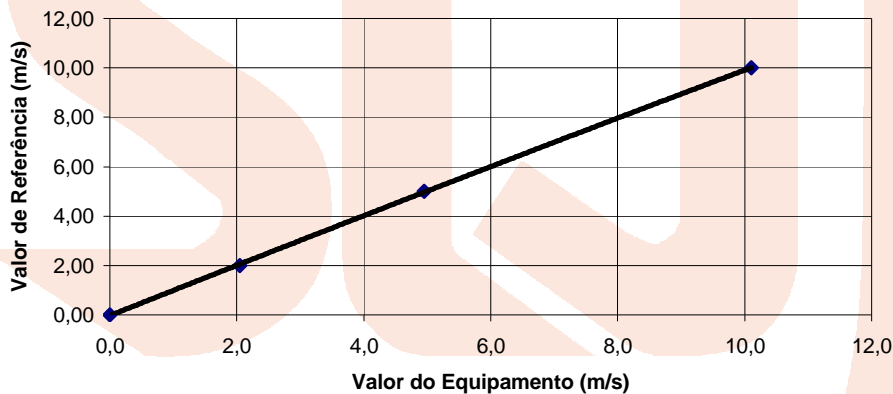
Valor do Equipamento (m/s)	Valor de Referência (m/s)	Erro Absoluto (m/s)	Erro Relativo (%)
0,00	0,00	0,00	0,00

Pontos de calibração do equipamento:

Valor do Equipamento (m/s)	Valor de Referência (m/s)	Valores Lidos Médios (m/s)	Erro Absoluto (m/s)	Erro Relativo (%)	Incerteza Expandida (m/s)	Factor de Expansão k
2,05	2,00	2,05	0,05	2,50	± 0,10	2,01
4,95	5,00	4,95	-0,05	-1,00	± 0,16	2,00
10,10	10,00	10,10	0,10	1,00	± 0,27	2,00

Graficamente:

Resposta do Equipamento



Curva Característica de resposta do equipamento:

$$y = -0,0028 x^2 + 1,0221 x + -0,0265$$

Calibrado por



João Calado

Responsável pela Validação



Alexandra Costa (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Física

Instalações de
Oeiras

Certificado de Calibração

Data 2011-09-15

Certificado nº: CHUM 3877/11

Página 1 de 2

Equipamento

Termohigrómetro

Marca: Casella

Indicação: Digital

Modelo: Microtherm

Intervalo de indicação: ---

Nº ident.: ---

Resolução: 0,1 °C / 0,1 %hr

Nº série: **0462501**

Cliente

HIEME HIGIENE E SEGURANÇA LDA

LARGO DR COSTA E ALMEIDA EDF SÃO GABRIEL SALA A/H
3780-000 ANADIA

Data de
Calibração

2011-09-12

Condições
Ambientais

Temperatura: 20,9 °C

Humidade relativa: 58,6 %hr

Procedimento

LABMETRO PO.M - DM / TEMP 04

Rastreabilidade

Medidor de ponto de orvalho LT174, rastreado ao CETIAT (França)

Termómetro de resistência de platina padrão LT234, rastreado ao IPQ (Portugal)

Ponte de resistência padrão LT112, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal)

Estado do
Equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.

"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=XX$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

Bárbara Marques

Responsável pela Validação

Marcos Ferreira (Técnico)

DM/064.2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Física

Continuação de Certificado

Data 2011-09-15

Certificado nº: CHUM 3877/11

Página 2 de 2

Temperatura (°C)

	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx
Ta	9,88	9,9	0,0	± 0,2	2,00
	34,95	34,9	-0,1	± 0,3	2,00
Tg	9,88	9,9	0,0	± 0,2	2,00
	34,95	34,8	-0,2	± 0,3	2,00
Tnw	9,88	9,9	0,0	± 0,3	2,00
	34,95	34,8	-0,2	± 0,3	2,00

Humidade (%hr)

	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx
(a 20 °C)	50,35	65,4	15,0	± 1,3	2,01
	85,49	89,8	4,3	± 1,8	2,01

Calibrado por

Bárbara Marques

Responsável pela Validação

Marcos Ferreira (Técnico)



Certificado de Calibração

Data de emissão: 2011.01.24

Certificado N.º : CGAS50/11

Página 1 de 2

Equipamento:	Calibrador Primário de Fluxo de Ar	Indicação:	Digital
Marca:	Drycal	Nº ident.:	---
Modelo:	DCL-ML	Nº série:	108074
Intervalo de medição:	50 ml/min a 99,99 ml/min	Resolução:	0,01 ml/min
		(do dispositivo afixador)	
Intervalo de medição:	100 ml/min a 999,9 ml/min	Resolução:	0,1 ml/min
		(do dispositivo afixador)	
Intervalo de medição:	1000 ml/min a 1999 ml/min	Resolução:	1 ml/min
		(do dispositivo afixador)	

Cliente: HIEME HIGIENE E SEGURANÇA LDA
LARGO DR COSTA E ALMEIDA EDF SÃO GABRIEL SALA A/H
3780-000 ANADIA

Data de Calibração: 2011.01.20

Condições Ambientais: Temperatura: (20 ± 0,5) °C Humidade Relativa: 58 %hr

Procedimento: PO.M-DM/GÁS - 001 e 004.

Local de Serviço: Laboratório de Metrologia Gás Oeiras.

Rastreabilidade: Gasómetro 500 dm³ N° ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Estado do Equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

Pedro Pereira

Responsável pela Validação

Rui Couto (Técnico)



Continuação do Certificado

Certificado N.º : CGAS50/11

Página 2 de 2

Registo de dados: (Ensaio realizado com ar)

Valor de Equipamento ml/min	Valor de Referência ml/min	Erro Absoluto ml/min	Erro Relativo %	Incerteza Expandida ml/min	Factor de Expansão k
50,00	49,83	0,17	0,34	± 0,66	2,01
100,0	100,40	-0,40	-0,40	± 0,89	2,21
500,0	500,97	-0,97	-0,19	± 1,22	2,52
1000	1002,33	-2,33	-0,23	± 1,12	2,43
1999	2003,33	-4,33	-0,22	± 1,12	2,43

Calibrado por

Pedro Pereira

Responsável pela Validação

Rui Couto (Técnico)



Certificado de Calibração

Data de emissão: 2011.01.27

Certificado N.º : CGAS78/11

Página 1 de 2

Equipamento:	Bomba de Colheita	Indicação:	Digital
Marca:	SKC	Nº ident.:	---
Modelo:	210-2002	Nº série:	36278
Intervalo de medição:	5 ml/min a 100 ml/min	Resolução:	0,1 ml/min
		(do dispositivo afixador)	

Cliente: HIEME HIGIENE E SEGURANÇA LDA
LARGO DR COSTA E ALMEIDA EDF SÃO GABRIEL SALA A/H
3780-000 ANADIA

Data de Calibração: 2011.01.27

Condições Ambientais: Temperatura: (20 ± 0,5) °C Humidade Relativa: 56 %hr

Procedimento: PO.M-DM/GÁS - 001 e 004.

Local de Serviço: Laboratório de Metrologia Gás Oeiras.

Rastreabilidade: Gasómetro 500 dm³ N° ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Estado do Equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

Pedro Pereira

Responsável pela Validação

Alexandra Costa (Responsável Técnico)



Continuação do Certificado

Certificado N.º : CGAS78/11

Página 2 de 2

Registo de dados: (Ensaio realizado com ar)

Valor de Equipamento ml/min	Valor de Referência ml/min	Erro Absoluto ml/min	Erro Relativo %	Incerteza Expandida ml/min	Factor de Expansão k
5,0	5,5	-0,5	-10,60	± 0,3	2,00
10,0	10,9	-0,9	-8,60	± 0,3	2,00
20,0	20,9	-0,9	-4,45	± 0,3	2,00
40,0	41,1	-1,1	-2,65	± 0,3	2,00
60,0	61,2	-1,2	-2,07	± 0,3	2,00
80,0	81,4	-1,4	-1,69	± 0,3	2,00
100,0	101,6	-1,6	-1,60	± 0,3	2,00

Calibrado por

Pedro Pereira

Responsável pela Validação

Alexandra Costa (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

Data de Emissão 2011-09-14

Certificado nº. COPT467/11

Página 1 de 3

Equipamento:

Luxímetro

Marca: Sper scientific

Nº ident.: ---

Modelo: 840020

Nº série: **043194**

Indicação: Digital

Cliente

HIEME - Higiene e Segurança no Trabalho, Lda.

Largo Dr. Costa e Almeida, Ed. S. Gabriel - Sala A/H

3780-216 Anadia

Data de
Calibração

2011-09-14

Condições
Ambientais

Temperatura: 23,2 °C

Humidade relativa: 54,4 %

Procedimento

PO.M-DM/OPT 01.

Local do Serviço

Laboratório de Calibração em Metrologia Electro-Física, Oeiras

Rastreabilidade

Iluminância, Fonte de Radiação OL 462, Sistema Fotométrico S1000, rastreado ao NPL, Inglaterra.

Estado
do equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.

A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por

N. Morais

Nicolau Morais

Responsável pela Validação

Silva Gomes

Silva Gomes (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º COPT467/11

Página 2 de 3

Método de calibração

A calibração de luxímetros é realizada num banco fotométrico por comparação com um detector de referência, usando uma fonte de radiação com uma lâmpada de incandescência com filamento de tungsténio em atmosfera gasosa com temperatura de cor de 2856K (Iluminante A da CEI), que produz níveis de iluminância, com incidência normal sobre a superfície do detector.

Resultados obtidos

Os resultados obtidos são apresentados na tabela seguinte.

Da tabela resultaram os gráficos representados nas folhas seguintes. Em abcissas apresentam-se os valores correctos de Iluminância (Valor padrão), e em ordenadas, os valores medidos com o Luxímetro. Para uma mais fácil e melhor compreensão destes resultados, representa-se também a recta de resposta ideal (45°).

Os valores correctos obtêm-se multiplicando o factor de calibração pela leitura no equipamento.

Iluminância

Escala de medição	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza Expandida
40 lx	5,72 lx	5,8 lx	1,4 %	± 1,6 %
	15,40 lx	15,6 lx	1,4 %	± 1,5 %
	25,1 lx	25,5 lx	1,4 %	± 1,5 %
	34,2 lx	34,7 lx	1,4 %	± 1,5 %
400 lx	59,5 lx	60 lx	0,8 %	± 1,5 %
	154,1 lx	155 lx	0,8 %	± 1,5 %
	248 lx	250 lx	0,8 %	± 1,5 %
	341 lx	344 lx	0,8 %	± 1,5 %

**SPER
840020**

Plano para efectuar
medições

Calibrado por

N. Morais

Nicolau Morais

Responsável pela Validação

Silva Gomes

Silva Gomes (Responsável Técnico)

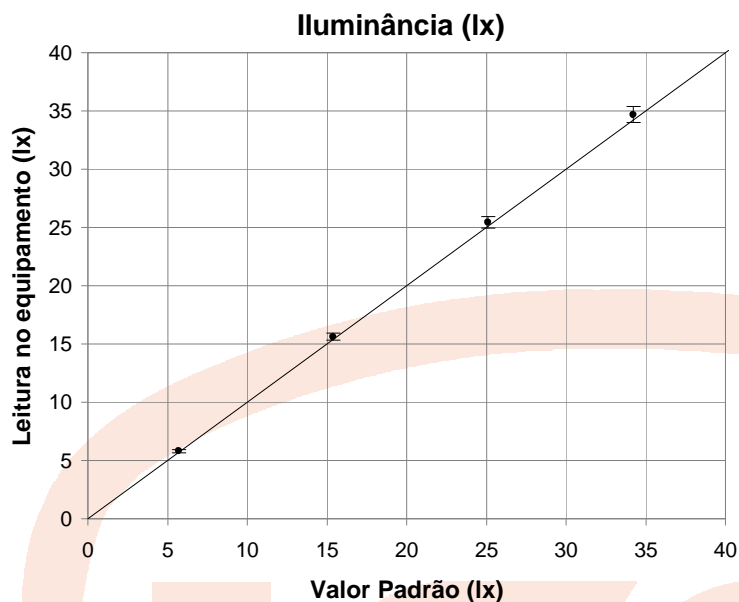


Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

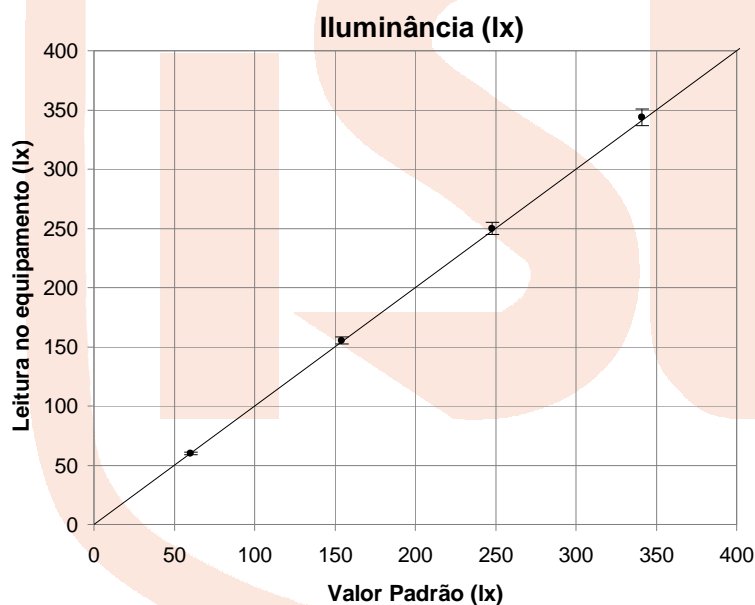
n.º COPT467/11

Página 3 de 3



Calibração da escala de 40 lx

Factor de correcção: 0,9861



Calibração da escala de 400 lx

Factor de correcção: 0,9921

Calibrado por

N. Morais

Nicolau Morais

Responsável pela Validação

Silva Gomes

Silva Gomes (Responsável Técnico)