



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Licenciamento Industrial

Avaliação do Ambiente Térmico nas instalações da empresa Mobipeople

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industria

Autor

Fábio José Pereira Veríssimo

Orientadores

Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar

Engenheira Paula Cristina Nascimento de Matos

Júri

Presidente Professor Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor José Carlos Miranda Góis
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Mobipeople – Tecnologia e Inovação, Lda

Coimbra, Setembro, 2015

A determinação e a vontade são o combustível dos sonhos,
assim como os sonhos são o combustível da vida.

Agradecimentos

O desenvolvimento não seria possível sem a colaboração de algumas pessoas a quem quero desde já prestar o meu agradecimento:

Quero agradecer à Mobipeople e seus colaboradores pela oportunidade e confiança, pela forma como fui bem recebido.

Um especial agradecimento à Engenheira Paula Matos pela sua incansável disponibilidade e colaboração, por me ter acompanhado, pelo seu apoio durante todo o processo, pelo seu interesse e dedicação ao meu trabalho.

Quero agradecer ao Professor Adélio Gaspar pela sua orientação, pelo tempo que disponibilizou para acompanhar este projecto, pela sua colaboração e supervisão ao longo da realização do trabalho.

Quero agradecer ao Professor Cristóvão Silva, por ter sido determinante na concretização desta oportunidade, pela sua compreensão, pelo seu apoio decisivo em momentos críticos e pela sua colaboração.

Quero agradecer à Dr.^a Ana Coutinho, pela ajuda a enquadrar-me no tema deste trabalho e pela sua colaboração e disponibilidade ao longo de todo o processo.

À Dr.^a Joana Ferreira, por me ter acompanhado ao longo deste processo, pelo empenho, pela motivação, pela paciência e pela sua omnipresença em todas as etapas deste projeto.

Aos meus pais, por me terem permitido chegar até aqui, por me terem estimulado a ir sempre um pouco mais além. E também ao meu irmão e à minha avó, pela sua compreensão, pelo apoio, pela paciência e por zelarem e se preocuparem com meu bem-estar.

Aos meus padrinhos, pelo seu interesse e pela motivação que me foram dando ao longo desta etapa.

Aos meus amigos, pelo apoio, preocupação, interesse e palavras de motivação.

A todas as pessoas que não estão supramencionadas e que de alguma forma, mesmo que com pequenos gestos, contribuíram para que fosse possível realizar esta dissertação.

A todos o meu muito obrigado!

Resumo

Esta dissertação teve como principal objetivo reunir de forma sintetizada toda a informação relativa ao processo de licenciamento industrial. Em complemento, pretendeu-se avaliar as condições de trabalho em termos de ambiente térmico na unidade fabril e serviços administrativos da empresa Mobipeople, adotada como caso de estudo. O tema surge enquadrado com a necessidade da empresa Mobipeople validar as condições de ambiente térmico, no processo de licenciamento industrial.

É feita uma abordagem à importância do licenciamento industrial e é dissecado o atual regime de licenciamento industrial e procedimentos para obtenção deste mesmo licenciamento.

O ambiente térmico, que influencia o conforto térmico, tem demonstrado ser um fator cada vez mais importante do ponto de vista industrial e o conforto térmico é uma das exigências requeridas pela legislação. Como tal, é apresentada uma breve revisão bibliográfica relativamente a esta temática. A legislação portuguesa não prevê valores limite relativamente a parâmetros térmicos, tendo sido utilizadas normas internacionais para proceder à avaliação do ambiente térmico nas instalações.

Com a realização deste trabalho foi possível concluir que existe uma preocupação agilizar o processo de licenciamento industrial, que poderá ser um elemento chave na evolução do setor secundário. Foi ainda possível verificar que os valores de WBGT apresentados nos dias das medições nas instalações da empresa ultrapassaram pontualmente os valores de referência, não existindo no entanto motivos para alarme. Os valores do conforto térmico foram satisfatórios no escritório no rés-do-chão. Por outro lado, os valores registados no escritório do 1º andar foram superiores ao recomendado, pelo que é conveniente tomar medidas de correção.

Palavras-Chave: Licenciamento Industrial; SIR; Ambiente Térmico; Conforto Térmico.

Abstract

This dissertation was written in order to gather all information related to the industrial licensing process in Portugal. It is also intended to evaluate and analyse thermal comfort measurements carried out in the practical work.

The project was developed within the framework of the Mobipeople company's need to validate their conditions of thermal environment in the industrial licensing process.

The importance of industrial licensing is dealt with, analysing the current industrial licensing standards, as well as procedures for licensing.

Thermal environment, which influences thermal comfort, has been demonstrated as a growingly important factor from an industrial point of view, and thermal comfort is a legal requirement. As such, a brief literature review on this topic is presented.

Portuguese legislation does not establish limit values for thermal parameters. International standards have been used to assess the thermal environment.

With this work it was concluded that a greater concern for simplifying the industrial licensing process is being developed. With this work it was also concluded that there is a concern streamline the industrial licensing process, which can be a key element in the evolution of the secondary sector. It was also verified that the WBGT values shown during the measurement days on the company occasionally exceeded the reference values, however there is not critical. The values of thermal comfort were satisfactory in the office on the ground floor. On the other hand, the values recorded in the office of the 1st floor were higher than recommended. It is important to take corrective measures.

Keywords: Industrial Licensing; SIR; Thermal environment; Thermal comfort.

Siglas

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho
APA, I.P. – Agência Portuguesa do Ambiente
ASAE – Autoridade de Segurança Alimentar e Económica
ASHRA – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers
CAE – Classificação Portuguesa das Atividades Económicas
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão de Gases com Efeitos de Estufa
DGAV – Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
DGEG – Direção-Geral da Energia e Geologia
DL – Decreto-Lei
DR – Diário da República
EPI – Equipamento de Proteção Individual
IAPMEI,IP – Agência para a Competitividade e Inovação
IPAC, I. P – Instituto Português de Acreditação
ISO – International Standard Organisation
ISR – Índice de sudação requerida
LUA – Licenciamento Único do Ambiente
PDD – Predicted Percentage of dissatisfied
PME – Pequenas e médias Empresas
PMV – Predicted Mean Vote
REAI – Regulamento do Exercício da Atividade Industrial
REI – Regime das Emissões Industriais
RELAI – Regulamento do Licenciamento da Atividade Industrial
RILEI – Regulamento da Instalação e Laboração de Estabelecimentos Industriais
RJAIA – Regime jurídico de avaliação de impacte ambiental
RJPCIP – Regime jurídico da prevenção e controlo integrado de poluição
RPAG – Regime jurídico de prevenção de acidentes graves
SIR – Sistema da Indústria Responsável
SNC – Sistema Nervoso Central
WBGT – Wet Bulb Globe Temperature
ZER – Zonas Empresariais Responsáveis

Simbologia

- C - Perdas de calor sensível pela pele por convecção (W/m^2);
- clo - Unidade de isolamento do vestuário (Clo)
- C_{res} - Taxa de perda de calor convectivo na respiração (W/m^2);
- E_{dif} - Taxa de calor perdido por difusão do vapor através da pele (W/m^2);
- E_{res} - Taxa de perda de calor evaporativo na respiração (W/m^2).
- E_{rsw} - Taxa de calor perdido por evaporação da transpiração (W/m^2);
- fcl - Factor de superfície do vestuário ($^{\circ}C$)
- hc - Coeficiente convectivo de transferência de calor ($W.m^2/K$)
- hcg - Coeficiente de convecção de globo negro ($W.m^2/K$)
- Hr - Humidade relativa (%)
- lcl - Factor de isolamento térmico do vestuário ($m^2.K/W$)
- K - Troca de calor pela pele por condução (W/m^2)
- M - Taxa metabólica (W/m^2);
- Pvap - Pressão parcial de vapor de água no ar (Pa)
- Q_{res} - Taxa total de calor perdido pela respiração (W/m^2);
- Q_{sk} - Taxa total de calor perdido pela pele (W/m^2);
- R - Perdas de calor sensível pela pele por radiação (W/m^2);
- S - Taxa de calor acumulado no corpo (W/m^2);
- ta – Temperatura seca do ar ($^{\circ}C$)
- tcl - Temperatura à superfície do vestuário ($^{\circ}C$)
- tg - Temperatura de globo ($^{\circ}C$)
- tnw - Temperatura de bolbo húmido natural ($^{\circ}C$)
- Tr - Temperatura média radiante (t_{mr}) ($^{\circ}C$)
- Tw - Temperatura de bolbo húmido ($^{\circ}C$)
- Var - Velocidade do ar (m/s)
- W - Taxa de trabalho mecânico realizado (W/m^2);

Índice

1- Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos e organização da dissertação	2
2- Licenciamento Industrial.....	4
2.1. Introdução	4
2.2. Importância do Licenciamento Industrial e principais objetivos	6
2.3. Caracterização do processo de obtenção de licenças industriais em Portugal	7
2.4. Evolução legislativa do licenciamento industrial	8
2.5. Legislação em vigor sobre Licenciamento Industrial	9
2.6. Classificação das tipologias dos Estabelecimentos Industriais	13
2.7. Procedimentos para obtenção do licenciamento industrial	15
2.8. Entidades Envolvidas no Licenciamento Industrial	20
2.9. Coimas Associadas aos incumprimentos	23
3- Ambiente e Conforto Térmico	25
3.1. Introdução	25
3.2. Enquadramento histórico.....	26
3.3. Termorregulação do organismo humano	27
3.4. Balanço térmico do corpo humano.....	29
3.5. Importância do ambiente térmico na indústria	33
3.6. Classes de ambiente térmico	34
3.7. Índices de conforto térmico e stresse térmico	40
3.8. Legislação portuguesa.....	43
4- Avaliação do Ambiente Térmico	45
4.1. Introdução	45
4.2. Equipamento e métodos.....	45
4.3. Resultados e Discussão	49
4.4. Recomendações	54
5- Conclusão	56
Bibliografia	57
6- Anexos.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Lista de entidades coordenadoras consoante o tipo de estabelecimento e a subclasse CAE a que pertencem ²	22
Tabela 2 - Quadro do nível de metabolismo em função da atividade física desenvolvida	32
Tabela 3 - Quadro da resistência térmicas do vestuário.....	32
Tabela 4 - Quadro resumo dos efeitos das temperaturas baixas e das medidas de prevenção e proteção. Adaptado ^{23,38}	36
Tabela 5 - Quadro resumo dos efeitos da temperatura e das medidas de prevenção e proteção. Adaptado ^{38,41}	37
Tabela 6 - Escala de PMV	41
Tabela 7- Classificação do conforto térmico global por categorias	49
Tabela 8 - Temperaturas Máximas Diurnas nos dias das medições.....	49
Tabela 9 - Valores de atividade metabólica por posto de trabalho de acordo com a classe metabólica	49
Tabela 10 - Valores máximos das medições efectuadas	50
Tabela 11 - Avaliação da conformidade do stresse térmico relativa ao índice WBGT	50
Tabela 12 - Valores utilizados para medições com o equipamento termal confort meter modelo 1212, Brüel & Kjær	51
Tabela 13 - Análise da avaliação do conforto térmico no escritório do rés-do-chão por categorias ...	53
Tabela 14 - Análise da avaliação do conforto térmico no escritório do 1º andar por categorias	54
Tabela 15 - Classes metabólicas de actividades.....	60
Tabela 16 - Valores de referência WBGT para as classes metabólicas	60
Tabela 17 – Determinação das situações e espaços admitidos para as categoria de conforto ⁴⁹	61

Índice de Figuras

Figura 1- Relação entre os índices PPD e PMV ¹⁹	41
Figura 2 - Realização de medições num dos postos de trabalho (interior Minibus).....	47
Figura 3 - Monitor de conforto térmico da Brüel & Kjær, modelo 1212, e sensor MM002	48
Figura 4 -- Comparação dos valores de WBGT com o limite WBGT para as atividades desenvolvidas em cada posto de trabalho	50
Figura 5 - Valores de PPD registados no escritório do rés-do-chão.....	51
Figura 6 - Valores de PMV registados no escritório do 1º andar	52
Figura 7 - Valores de PPD registados no escritório do 1º andar	52
Figura 8 - Valores de PMV registados no escritório do rés-do-chão.....	52

1- Introdução

1.1. Enquadramento

Esta dissertação foi realizada com o intuito de dar a conhecer os procedimentos, as normas, as instituições e todas as informações necessárias para se realizar um pedido de licença industrial em Portugal e, deste modo, se poder desenvolver atividades industriais. Foi ainda intenção realizar uma breve revisão bibliográfica e fazer uma análise prática de stresse e conforto térmico, recorrendo a normas de referência internacionais.

O tema surge enquadrado com a necessidade da empresa Mobipeople - Tecnologia e Inovação Lda., empresa que se localiza atualmente em Souselas, Coimbra, que se dedica essencialmente à produção de veículos automóveis e à manutenção e reparação de veículos automóveis, enquadrando-se respetivamente na Classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE) principal 29100 e CAE secundário 45200. A Mobipeople encontra-se no mercado como uma empresa de transformação, fabrico e manutenção de carroçarias, com soluções de tecnologia inovadora, produzindo autocarros e mini-bus por medida, procurando sempre desenvolver produtos que sejam capazes de responder às necessidades e exigências dos seus clientes.

Apesar de ser uma empresa com alguns anos de existência, recentemente, no ano de 2015, mudou-se para Souselas, onde adquiriu novas instalações. Visto que as novas instalações não se encontravam licenciadas para a área de atividade em que a Mobipeople se enquadra, foi necessário realizar o processo de licenciamento industrial. A empresa já tinha o processo a decorrer, dispondo já do título de instalação e tendo já soluções para fazer cumprir as condições regulamentares aplicáveis indicadas em anexo do título de exploração. No entanto, a empresa necessitava que fossem realizados alguns procedimentos de modo a verificar condições relativas ao conforto térmico, humidade e iluminação dos locais de trabalho. Para isso, possibilitou a realização de uma componente prática para esta dissertação e criou a oportunidade de desenvolver os procedimentos necessários nestas temáticas, enquadradas dentro do tema do licenciamento industrial.

Devido às necessidades e exigências requeridas pela empresa, a dissertação irá abordar de forma mais aprofundada e particular todos os aspectos legais e

regulamentares relacionados com o ambiente térmico, bem como normas de medição e caracterização do ambiente térmico da empresa obtido através da análise das medições efetuadas.

1.2. Objetivos e organização da dissertação

O objetivo do desenvolvimento da dissertação passa por condensar, resumir e dissecar de forma prática e objetiva toda a informação necessária para todo o processo de licenciamento industrial, sendo de especial interesse para novas empresas com atividades industriais que se pretendam instalar em território nacional, bem como para todas as empresas já existentes que pretendam obter licenciamento para novas instalações.

Pretende-se, igualmente, medir parâmetros relacionados com o ambiente térmico do estabelecimento industrial da empresa, de modo a verificar se reúne condições aceitáveis de conforto térmico.

Esta dissertação tem o seu conteúdo principal dividido em 4 capítulos, organizados e dispostos da seguinte forma:

No capítulo 2 é apresentada a temática central deste documento: o licenciamento industrial. É referida a importância da regulamentação no setor industrial e são dadas algumas definições específicas, de modo a enquadrar e familiarizar o leitor com o tema e com a terminologia utilizada. Posteriormente, são dados a perceber os principais objetivos do licenciamento industrial e a sua importância na regulamentação setorial da indústria portuguesa. Em linha com um dos principais objetivos da dissertação, é neste capítulo que se caracteriza o processo de obtenção de licenças industriais, especificando ainda a evolução legislativa e apresentando o quadro legislativo que vigora à data da redação desta dissertação. Para cessar este tópico, são explicados os mecanismos e os procedimentos necessários para obtenção do licenciamento industrial.

Em forma de enquadramento do segundo objetivo desta dissertação, o capítulo 3 incide sobre o tema do ambiente térmico. Neste capítulo é apresentada a evolução histórica dos estudos de ambiente térmico e nas preocupações do Homem em compreender este meio que tanto o influencia. É explicada a influência do meio ambiente nas condições de trabalho na indústria e apresentadas as diferentes classes de ambiente térmico que um indivíduo pode enfrentar: quentes, frios ou neutros. Segue-se uma breve revisão bibliográfica à temática do ambiente térmico. Aqui é referida a importância de estudar este fator, variáveis que o influenciam e a

relação com o corpo humano e os seus mecanismos termorreguladores. São ainda apresentados alguns índices térmicos, a regulamentação industrial portuguesa afeta às questões térmicas e normas internacionais sobre ambientes térmicos.

O capítulo 4 apresenta o trabalho prático realizado na Mobipeople, Lda. São apresentados os resultados das medições relativas ao ambiente térmico, a análise destes resultados e discussão dos mesmos.

O capítulo 5 resume as principais ideias apresentadas ao longo deste trabalho e apresenta as conclusões retiradas no desenvolvimento do mesmo.

2- Licenciamento Industrial

2.1. Introdução

A regulamentação e legislação das atividades industriais são preocupações que têm evoluído em paralelo com a própria indústria. Com a revolução industrial, o desenvolvimento tecnológico e as inovações e melhorias que foram surgindo, a indústria disseminou-se em larga escala tornando-se um pilar importantíssimo no desenvolvimento socioeconómico. No entanto, trouxe também muitos problemas associados, nomeadamente relacionados com as condições de trabalho: aumentaram os acidentes de trabalho e a taxa de mortalidade associada aos mesmos. Começaram a surgir instituições preocupadas com as questões de segurança e condições de funcionamento dos meios laborais. Surgiu, então, a necessidade de criar associações, normas, regulamentos e legislação para regular este setor. Desde então, tem havido uma constante melhoria e adaptação das normas implementadas, de modo a que se enquadrem o mais possível com as mais diversas realidades, e acima de tudo, que protejam bem, pessoas e o meio ambiente.

2.1.1. Definições gerais

O Licenciamento Industrial é um tema de alguma complexidade e com conceitos técnicos próprios. Para um melhor enquadramento sobre o tema será pertinente reter algumas definições que estão directamente relacionadas com esta temática.

Atividade industrial - atividade económica prevista na CAE - rev. 3, aprovada pelo Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro, nos termos definidos no anexo I ao SIR (Sistema da Indústria Responsável).¹

Balcão do empreendedor - balcão único electrónico nacional para a realização de todas as formalidades associadas ao exercício de uma atividade económica, acessível diretamente através do Portal da Empresa ou, por via mediada, através dos balcões presenciais das entidades públicas competentes;¹

Estabelecimento industrial - totalidade da área coberta e não coberta sob responsabilidade do industrial, que inclui as respetivas instalações industriais, onde é exercida atividade industrial¹;

Entidade coordenadora - entidade à qual compete a direção plena dos procedimentos de instalação e exploração de estabelecimentos industriais e de Zonas empresariais responsáveis (ZER)¹;

Gestor do procedimento - técnico designado pela entidade coordenadora para acompanhamento dos procedimentos previstos no SIR, constituindo-se como interlocutor privilegiado do industrial²;

Industrial - pessoa singular ou coletiva que pretende exercer ou exerce atividade em estabelecimento industrial ou em quem tenha sido delegado o exercício de um poder económico determinante sobre o respetivo funcionamento¹;

Licença ou autorização padronizada - licença ou autorização que incorpora condições técnicas padronizadas, por tipo de atividade e ou operação, definidas pelas entidades competentes nas áreas do ambiente, da segurança e saúde no trabalho e da segurança alimentar nas respetivas áreas de atuação¹;

Melhores técnicas disponíveis - fase de desenvolvimento mais eficaz e avançada das atividades e dos seus modos de exploração, que demonstre a aptidão prática de técnicas específicas para constituírem a base dos valores limite de emissão e de outras condições do licenciamento com vista a evitar e, quando tal não seja possível, a reduzir as emissões e o impacto no ambiente no seu todo¹;

Responsável técnico do projeto - pessoa ou entidade designada pelo industrial ou pela entidade gestora da ZER, no caso de instalação de ZER, para efeitos de demonstração de que o projeto se encontra em conformidade com a legislação aplicável e para o relacionamento com a entidade coordenadora e as demais entidades intervenientes nos procedimentos de instalação e exploração de estabelecimento industrial ou de ZER²;

Título de exploração - documento que habilita a exploração de estabelecimentos industriais sujeitos aos procedimentos previstos no SIR²;

Zona empresarial responsável ou ZER - zona territorialmente delimitada, afeta à instalação de atividades industriais, comerciais e de serviços, administrada por uma entidade gestora²;

2.2. Importância do licenciamento industrial e principais objetivos

São vários os riscos associados às diversas atividades industriais e, por esta razão, o licenciamento industrial pretende que haja medidas que visem a prevenção dos riscos e incidentes destes advindos, na tentativa de salvaguardar “a saúde pública e dos trabalhadores, a segurança de pessoas e bens, a higiene e segurança dos locais de trabalho, a qualidade do ambiente e um correto ordenamento do território, num quadro de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade social das empresas”.³

De uma forma genérica, o licenciamento industrial procura:

- Compatibilizar a proteção dos interesses coletivos com os interesses das iniciativas industriais privadas;
- Salvaguardar condições de melhoria de qualidade de vida das populações;
- Criar as melhores condições de desenvolvimento empresarial⁴;
- Prevenir riscos resultantes da exploração industrial tendo por base um quadro de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade social salvaguardando a saúde pública e a dos trabalhadores, a segurança de pessoas e bens, a segurança e saúde nos locais de trabalho, a qualidade do ambiente e o correto ordenamento do território.⁵

O licenciamento industrial tem um papel fundamental no desenvolvimento do setor secundário, visto que exige que sejam cumpridos uma série de requisitos para que seja legalmente permitida a instalação das unidades industriais e a sua entrada no mercado. A obtenção de uma licença de exploração através do licenciamento industrial é obrigatória para a instalação ou alteração de estabelecimentos industriais e posterior exploração, sendo, no entanto, muitas vezes apontado como um entrave ao início da atividade pois, por vezes, existe alguma demora processual que atrasa a sua obtenção e, por sua vez, o início da produção.

O processo de licenciamento industrial está estabelecido na legislação portuguesa segundo regulamentação própria, de modo a que os direitos fundamentais dos cidadãos que possam ter interação com as unidades industriais estejam salvaguardados, tendo como base princípios de qualidade de vida, ordenamento de território e o meio ambiente.⁶

2.3. Caracterização do processo de obtenção de licenças industriais em Portugal

Os industriais e investidores no setor secundário nacional consideram muitas vezes que a obtenção de um título de exploração industrial através do licenciamento industrial é um processo demasiado complexo, sendo um encargo técnico-administrativo excessivo e burocrático, com uma influência no tempo entre a realização do investimento e o início da produção, o que afecta necessariamente o tempo de retorno financeiro.⁶

Por este prisma, o licenciamento industrial é visto como um entrave ao desenvolvimento do setor industrial e à dinamização do mesmo, prejudicando o desenvolvimento económico. O licenciamento industrial é muitas vezes visto como mais um encargo inicial e, por vezes, o seu custo tem um peso preponderante na tomada de decisão de avanço dos projetos de novas unidades industriais.

No entanto, este deve ser visto como uma mais-valia, pois permite que se realize uma avaliação pormenorizada do processo, através da qual podem ser detetadas falhas no planeamento e conceção do mesmo, permitindo reduzir erros (e custos) e introduzir correcções para melhorar as condições de trabalho, o bem-estar e conforto dos colaboradores, aumentando à partida a eficiência dos mesmos, tendo um efeito positivo na produtividade.⁶

No sentido de melhorar o processo de licenciamento e mudar a perspetiva retida pelos interessados no setor industrial relativamente a este, tem sido feito um esforço em agilizar e flexibilizar o processo, tanto ao nível de normas e diretivas europeias, como ao nível da legislação portuguesa. Deste modo, procura-se reduzir os tempos de resposta e diminuir o tempo entre o investimento e o início da laboração, procurando ir ao encontro dos interesses dos investidores e tornando mais acessível e aliciente o investimento dentro deste setor tão importante na estrutura económica do país, nunca descurando o rigor e o impacto externo inerente ao processo, salvaguardando sempre os princípios de qualidade de vida, ordenamento de território e ambientais.

2.4. Evolução legislativa do licenciamento industrial

As primeiras leis que em Portugal regularam o licenciamento industrial são já de longa data. A primeira legislação da República Portuguesa que se debruçou sobre esta temática foi publicada pelo Decreto 8364, de 25 de Agosto de 1922a “IIIPT Industrias Incómodas, Insalubres, Perigosas e Tóxicas”.^{7,8}

Apenas a 28 de Março de 1966, já várias décadas depois, surge o RILEI, Regulamento da Instalação e Laboração de Estabelecimentos Industriais publicado nos Decretos-Lei 46923 e 46924.

Já no culminar do século XX, surge novamente um novo regime de licenciamento industrial designado por Regulamento do Exercício da Atividade Industrial, dado a conhecer através do Decreto-Lei 109/91, de 15 de Março que teve como objetivo tornar-se um instrumento de proteção do interesse coletivo, traduzido tanto na segurança de processos tecnológicos, como na procura das melhores condições de localização e laboração da indústria, introduzindo pela primeira vez o conceito de ordenamento do território. Este foi posteriormente alterado pelo Decreto-Lei 282/93, de 17 de Agosto.^{7,9}

Já no novo século, a 10 de Abril de 2003, surge o RELAI, Regulamento do Licenciamento da Atividade Industrial, no Decreto-Lei 69/2003, posteriormente alterado pelo Decreto-Lei 183/2007 de 9 de Maio. Este introduziu novos conceitos e veio colmatar lacunas legislativas, entre as quais os requisitos relativos ao licenciamento de estabelecimentos em áreas de localização empresarial, introduzindo também atualizações de informação de modo a acompanhar o crescente desenvolvimento industrial, nomeadamente o princípio da abordagem integrada na proteção do ambiente, assente nas melhores técnicas disponíveis e em processos produtivos mais eficientes.^{4,7}

Mais recentemente surgiu o REAI, Regime do Exercício da Atividade Industrial, em diário da república (DR), Decreto-Lei 209/2008, de 29 de Outubro, que veio introduzir a evolução tecnológica, aproximando o licenciamento industrial da era digital. Permitiu a utilização das novas tecnologias de informação, maior transparência e responsabilização dos intervenientes, a simplificação do processo de licenciamento industrial, eliminando os seus principais constrangimentos, reduzindo os custos de contexto e, desse modo, favorecendo a competitividade da economia portuguesa. Para além disso, o decreto revogou toda a legislação anterior,

em Decretos-lei e portarias, fazendo do novo regulamento o único documento em vigor, juntando nele todas as informações necessárias.^{7,10}

Atualmente, o regime de licenciamento industrial em vigor é o SIR, Sistema da Industria Responsável, que foi publicado em Diário da República a 1 de Agosto de 2012 no Decreto-Lei 169/2012, que introduziu o conceito de Licenciamento Zero, que permite um início mais facilitado no arranque de produção das novas empresas, partindo para uma abordagem mais exigente ao nível de mecanismos de controlo posterior ao início da exploração.⁷

2.5. Legislação em vigor sobre licenciamento industrial

A legislação referente ao licenciamento industrial tem sofrido uma evolução contínua e tem sido ao longo dos anos um foco de atenção por parte dos vários governos. A sua atualização e revisão têm sido uma constante, de modo a garantir que se vai mantendo adequada e capaz de corresponder às necessidades e à realidade industrial do país.

A legislação portuguesa que vigora tem uma forte influência do regime anterior, o REAI. O REAI foi apresentado no Decreto-Lei nº 209/2008 de 29 de Outubro e entrou em vigor a 27 de Janeiro de 2009, com o objetivo de eliminar os principais constrangimentos do processo de licenciamento industrial, reduzir os custos de contexto e fomentar a competitividade da economia portuguesa, simplificando assim o processo de licenciamento industrial. Para tal, procedeu-se a uma concentração e reorganização das normas que até então eram dispersas por vários diplomas, e foram eliminadas fases pouco pertinentes do processo e diminuiram-se os prazos de decisão.¹¹

O Regime de Exercício de Atividade Industrial focou-se em assegurar o exercício da atividade industrial num regime de prevenção e controlo, procurando eliminar ou reduzir os efeitos prejudiciais sobre pessoas e bens, garantir as condições de segurança e saúde no trabalho, garantir o cumprimento das normas ambientais, para minimizar as consequências de possíveis acidentes.

Neste ponto de vista, este regime exigiu aos responsáveis industriais, operadores de atividade produtiva local e de atividade produtiva similar que sejam seguidos os seguintes princípios:

- Adoção das melhores técnicas disponíveis e princípios de eco-eficiência;

- Utilização responsável e racional de energia;
- Identificação, análise e avaliação dos riscos das atividades, fazendo uma correta gestão da segurança e saúde no trabalho, seguindo os princípios gerais de prevenção aplicáveis;
- Adoção de medidas de prevenção de riscos de acidentes e limitação dos seus efeitos;
- Implementação de sistemas de gestão ambiental e sistemas de segurança e saúde do trabalho compatíveis com as atividades e riscos a estas associados e elaboração de plano de emergência do estabelecimento, quando aplicável;
- Adoção de um sistema de gestão de segurança alimentar adequado ao tipo de atividade, riscos e perigos inerentes, quando aplicável;
- Promoção de medidas de profilaxia e vigilância da saúde legalmente estabelecidas para o tipo de atividade, de modo a proteger a saúde pública;
- Adoção de medidas necessárias que evitem riscos em matéria de segurança e poluição, para que aquando da desactivação definitiva do estabelecimento industrial, o local da instalação se encontre em estado aceitável.
- Planeamento de medidas para correção de anomalias no funcionamento do estabelecimento industrial e, se necessário, proceder à suspensão da atividade, comunicando à entidade coordenadora.
- Criação de um dossier que deve estar no estabelecimento industrial, organizado e atualizado, com todo o processo do REAI e todas as alterações introduzidas no estabelecimento industrial, mesmo que não tenham sido submetidas a autorização prévia ou a declaração prévia.^{11,12}

O Decreto-Lei n.º 209/2008, de 29 Outubro, aprovou e integrou o REAI no Programa SIMPLEX. Foram introduzidas medidas inovadoras que tiveram como principal objetivo a agilização do processo de licenciamento industrial, assentes em 5 princípios:

- O princípio da proporcionalidade relativamente ao risco;
- O princípio da aglutinação de tipologias;

- O princípio da celeridade procedimental;
- O princípio da desmaterialização procedimental;
- O princípio da normalização administrativa.

Dando seguimento ao que já tinha sido proposto pelo Decreto-Lei n.º 183/2007, os estabelecimentos que se enquadravam na tipologia menos exigente perderam a obrigatoriedade de proceder ao pedido de licença de exploração e de instalação, passando a fazer uma mera declaração prévia, sendo esta uma das medidas que vai ao encontro do princípio da proporcionalidade relativamente ao risco, que enuncia que a complexidade dos procedimentos de licenciamento devem ser proporcional ao risco ao exercício da atividade industrial desenvolvida.

O princípio de aglutinação de tipologias veio reduzir o número de categorias das tipologias de estabelecimentos industriais de quatro para três, permitindo simplificar o processo de licenciamento, reduzir prazos e custos.^a Foram também eliminadas fases do processo que foram consideradas excessivas e desnecessárias.

O princípio da celeridade procedimental foi desenvolvido com o intuito de garantir um melhor cumprimento dos prazos, promovendo a aceitação do pedido apenas quando completo, sob pena de não-aceitação, responsabilizando o industrial sob o seu projeto de licenciamento, diminuindo as interações subseqüentes e permitindo que apenas a entidade coordenadora solicite elementos adicionais ao industrial em tempo determinado.

A desmaterialização processual surge através da utilização de novas tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente a criação de um Simulador *online* que permite ao industrial conhecer antecipadamente todo o procedimento aplicado ao seu caso; uma ferramenta de consulta do processo *online* e um formulário electrónico, único e dinâmico.

Foi ainda previsto no REAI a criação de guias técnicos para dar apoio na preparação dos processos, de modo a normalizar os procedimentos administrativos.

De forma resumida, pode-se afirmar que o REAI reuniu o conjunto de Decretos-Lei, Decretos Regulamentares e Portarias, reorganizando toda a informação anteriormente dispersa, num único diploma, permitindo assim, a

^a Por uma questão de organização e pertinência da informação serão indicados, numa fase posterior, quais os critérios utilizados para enquadrar os estabelecimentos industriais nas diferentes categorias, já de acordo com a legislação atualmente em vigor.

obtenção de informação que exigia a consulta de vários actos normativos numa única consulta.⁶

A 1 de Abril de 2011, o Decreto-Lei n.º 48/2011 criou a iniciativa “Licenciamento zero”, que surgiu com algumas modificações na instalação e modificação de diversos estabelecimentos, eliminando determinadas licenças, autorizações, certificações, vistorias, substituindo o licenciamento por uma mera comunicação prévia, e a criação do “Balcão do empreendedor”, disponível no Portal da Empresa com a finalidade de informatizar e facilitar a consulta, atualização e recolha de informação, preenchimento e entrega de documentos, pagamento das taxas e acompanhamento do estado dos processos.^{13,14}

Quando foi lançado, o SIR surgiu com o intuito de renovar e atualizar alguns princípios, de modo a acompanhar a evolução setorial. Este regime tinha como propósito atrair novos investidores e fomentar a criação de novos projetos para as empresas já estabelecidas, com base no espírito do Licenciamento Zero, reduzir o controlo prévio das instalações industriais, reforçando por sua vez os mecanismos de fiscalização e controlo à posteriori. Veio ainda compilar a legislação relativa ao exercício da atividade industrial e relativa à instalação das novas Zonas Empresariais Responsáveis (ZER), que trouxe o conceito de permissão de localização simplificada célere e com menores custos, e contribuindo para um correto ordenamento do território.⁷

Este regulamento veio ainda dar ênfase à simplificação dos licenciamentos, extinguindo a exigência de licenciamentos nas pequenas indústrias, que ficam sujeitas ao regime de mera comunicação. Veio, ainda, padronizar as técnicas que definem o âmbito e o conteúdo das respetivas licenças ou autorizações, permitindo uma maior transparência e agilizando os processos. Proporcionou ainda que as entidades acreditadas na área do ambiente possam passar a poder avaliar a conformidade dos elementos instrutórios do pedido de autorização.⁷

O SIR foi alterado a 11 de Maio de 2015 através da publicação do Decreto-Lei n.º 73/2015. Verificou-se um reajustamento no regime aplicado aos estabelecimentos industriais cuja instalação e ou exploração está sujeita a procedimentos de maior complexidade, passando a haver estabelecimentos que carecem de vistoria prévia e estabelecimentos que não carecem de vistoria prévia ao início de exploração, um reforço do papel das Câmara Municipal e redução e eliminação de formalidades, aplicando o regime de mera comunicação prévia a um número mais alargado de estabelecimentos. Foi introduzido o título digital, cuja

função é garantir que estão emitidas as licenças, autorizações, pareceres ou outros documentos de permissão ou não permissão, e a realização de todas as comunicações necessárias à instalação e/ou exploração do estabelecimento industrial, tudo isto através da plataforma *online* “Balcão do empreendedor”.¹⁵

Houve atualização no enquadramento legal para o sistema de informação dos estabelecimentos industriais, que tornou o SIR um instrumento efetivo de acompanhamento e monitorização no quadro da aprovação do Regime do Licenciamento único Ambiental (LUA), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 75/2015, de 11 de Maio; são também asseguradas as alterações necessárias à integração do LUA no âmbito dos procedimentos previstos no SIR.

De acordo com o que dispõe o artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 73/2015, de 11 de Maio, o novo SIR entrou em vigor a dia 1 de Junho de 2015.¹⁶

2.6. Classificação das tipologias dos estabelecimentos industriais

A classificação dos estabelecimentos industriais é um parâmetro que tem sido frequentemente reavaliado e modificado ao longo dos vários regulamentos. Uma das principais alterações passa pelos critérios utilizados para enquadrar as respetivas atividades dentro das tipologias. Atualmente, os critérios de enquadramento utilizados baseiam-se no grau de riscos potenciais da atividade explorada para a pessoa humana e para o ambiente, separando os tipos de estabelecimento em três tipos. Como tal, na categoria 1 estão incluídos os estabelecimentos que apresentam maior risco e cujos projetos de instalações industriais se encontrem abrangidos por pelo menos um dos seguintes regimes jurídicos ou circunstâncias:

- “Regime jurídico de avaliação de impacte ambiental (RJAIA);
- Regime jurídico da prevenção e controlo integrado de poluição (RJPCIP), a que se refere o capítulo II do Regime das Emissões Industriais (REI);
- Regime jurídico de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas (RPAG);
- Realização de operação de gestão de resíduos que careça de vistoria prévia ao início da exploração, à luz do regime de prevenção, produção e gestão de resíduos;

- Exploração de atividade agroalimentar que utilize matéria-prima de origem animal não transformada, de atividade que envolva a manipulação de subprodutos de origem animal ou de atividade de fabrico de alimentos para animais que careça de atribuição de número de controlo veterinário ou de número de identificação individual, nos termos da legislação aplicável.

São incluídos no tipo 2 os estabelecimentos industriais não incluídos no tipo 1, desde que abrangidos por pelo menos um dos seguintes regimes jurídicos ou circunstâncias:

- Regime do comércio europeu de licenças de emissão de gases com efeitos de estufa (CELE);
- Necessidade de obtenção de alvará para realização de operação de gestão de resíduos que dispense vistoria prévia, nos termos do regime geral de gestão de resíduos, com exceção dos estabelecimentos identificados pela parte 2-A do anexo I ao SIR, ainda que localizados em edifício cujo alvará admita comércio ou serviços, na condição de realizarem operações de valorização de resíduos não perigosos.

São incluídos no tipo 3 os estabelecimentos industriais não abrangidos pelos tipos 1 e 2.²

Por vezes, verifica-se que no mesmo estabelecimento industrial se desenvolvem atividades que enquadram o estabelecimento em mais de uma tipologia. Nestes casos, o estabelecimento é enquadrado na categoria mais exigente.²

O tecido empresarial Português tem a particularidade de ser, na sua maioria, constituído por Pequenas e Médias Empresas (PME's). Este fator foi tido em conta pela legislação e deve-se dar destaque às medidas que ao longo dos vários regimes contribuíram para a simplificação de processos, nomeadamente em extinguir a exigência de licenciamento nas pequenas indústrias, passando a estar sujeitas a um regime de mera comunicação prévia, podendo iniciar a respetiva exploração imediatamente após tal comunicação.¹

De facto, esta medida tem alguma relevância, visto que facilita o processo de criação de empresas e fomenta o desenvolvimento de pequenas indústrias, que

podem vir a ter um impacto considerável na economia local e no crescimento económico nacional, sendo uma fonte de empregabilidade e gerando riqueza.

2.7. Procedimentos para obtenção do licenciamento industrial

A instalação e a exploração de estabelecimento industrial ficam sujeitas aos seguintes procedimentos:

- Procedimento com vistoria prévia, para os estabelecimentos industriais incluídos no tipo 1;
- Procedimento sem vistoria prévia, para os estabelecimentos industriais incluídos no tipo 2;
- Mera comunicação prévia, para os estabelecimentos industriais incluídos no tipo 3.²

2.7.1. Procedimento de instalação e exploração com realização de vistoria prévia

O procedimento para a instalação e exploração de um estabelecimento industrial de tipo 1 envolve:

- A obtenção das licenças, autorizações, aprovações, registos, pareceres ou outros atos permissivos ou não permissivos de que dependa a instalação ou exploração de estabelecimento industrial de tipo 1;
- A emissão de um título digital de instalação, que titule o direito do requerente a executar o projeto de instalação de estabelecimento industrial de tipo 1;
- A realização de uma vistoria;
- A emissão de um título digital de exploração, que titula o direito a explorar o estabelecimento industrial de tipo 1 nas condições definidas no respetivo título digital de exploração.²

O procedimento inicia-se com o pedido de emissão do título digital de instalação, que é realizado no “Balcão do empreendedor” e acompanhado dos respetivos elementos instrutórios.²

Considera-se que a data do pedido de emissão de título digital de instalação é a data indicada no comprovativo de pagamento da taxa devida. No prazo de 15 dias (25 dias no caso de pedidos de título digital de instalação abrangidos pelo RJAIA, RPAG ou REI) contados da data do pedido, a entidade coordenadora profere ou o despacho de convite ao aperfeiçoamento, com especificação dos elemento em causa e pedidos de esclarecimentos necessários para prosseguir com o procedimento, ou o despacho de indeferimento liminar, com a consequente extinção do procedimento, se surgirem não conformidades que não possam ser suprimidas ou corrigidas.²

Para efeitos de emissão dos despachos, as entidades públicas notificadas do processo, caso verifiquem a existência de omissões ou irregularidades no pedido, solicitam até ao décimo dia (vigésimo dia caso o pedidos de título digital de instalação seja abrangidos pelo RJAIA, RPAG ou REI) à entidade coordenadora que o requerente seja convidado a suprir aquelas omissões ou irregularidades ou pronunciam-se em sentido favorável ao indeferimento liminar do pedido quando considerem que as mesmas não são sanáveis.²

Caso seja ultrapassado o prazo conforme aplicável sem que ocorra convite ao aperfeiçoamento ou indeferimento liminar do pedido, o “Balcão do empreendedor” emite automaticamente o comprovativo eletrónico onde conste a data de apresentação do pedido de emissão de título de instalação e a menção expressa à sua regular instrução, não podendo ser solicitados quaisquer elementos adicionais.

Tendo sido proferido despacho de convite ao aperfeiçoamento, o requerente dispõe de um prazo de 45 dias para corrigir ou completar o pedido, sob pena de indeferimento liminar.²

Após submissão dos elementos pedidos no convite ao aperfeiçoamento, o “Balcão do empreendedor” notifica a entidade coordenadora e as entidades públicas consultadas, que dispõem de um prazo de cinco dias para proferir um despacho de indeferimento liminar, caso ainda verifiquem não conformidades com os condicionamentos legais e regulamentares

Decorrido o prazo sem que seja proferido o despacho de indeferimento liminar, é imitado comprovativo electrónico do título de instalação.²

Quando pretender iniciar a exploração, o requerente deve apresentar no “Balcão do empreendedor” um pedido de emissão de título digital de exploração, acompanhado dos respetivos elementos instrutórios. Considera-se que a data do

pedido de emissão do título digital de exploração é a data indicada no recibo comprovativo de pagamento da taxa devida.²

A vistoria prévia ao início da exploração de um estabelecimento industrial tem que ocorrer numa janela de 30 dias após a data de apresentação do pedido de emissão do título digital de exploração e a sua data de realização é comunicada, com a antecedência mínima de 10 dias, pela entidade coordenadora ao requerente e a todas as entidades consultadas. As entidades procedem então à designação dos seus representantes. A vistoria é agendada pela entidade coordenadora após articulação com as entidades intervenientes.²

Se ultrapassada a janela de tempo prevista para a realização da vistoria sem que esta tenha ocorrido por motivos externos ao requerente, as entidades beneficiárias da taxa relativa ao pedido de emissão de título digital de exploração devolvem ao requerente o valor correspondente. Nesta situação o requerente pode recorrer a entidades acreditadas para proceder à sua realização, devendo ser conduzida por uma ou mais entidades acreditadas nos termos previstos e de acordo com o procedimento a cima indicado. Assim, serão as entidades acreditadas que disponibilizam o resultado da vistoria no “Balcão do empreendedor”, dentro dos cinco dias após à sua realização.

Caso seja determinada a realização de uma vistoria no âmbito do RJUE, o requerente pode solicitar à entidade coordenadora que seja agendada uma única vistoria, para a qual é convocada a câmara municipal à qual o estabelecimento está associado.

No caso da proposta ser indeferida e os seus argumentos se basearem em não-conformidades das instalações com condicionamentos legais e regulamentares ou com as condições fixadas, ainda que por remissão, no título digital de instalação, o autor da vistoria deve indicar as razões pelas quais aquela assume a não emissão do título digital de exploração.²

Se for possível proceder a correcções das não-conformidades em espaços de tempo razoáveis, deve o auto de vistoria propor a emissão de título digital de exploração condicionado à execução das correções. O auto de vistoria é elaborado e assinado pelos intervenientes na vistoria e é submetido pela entidade coordenadora na plataforma *online* até cinco dias após a conclusão da mesma.²

As licenças, autorizações, aprovações, registos, pareceres, atos permissivos ou não permissivos necessários à exploração do estabelecimento industrial devem ser emitidas 10 dias após a realização da vistoria.²

O “Balcão do empreendedor” notifica o requerente, a entidade coordenadora, a Câmara Municipal territorialmente competente, as entidades públicas consultadas e as entidades cuja consulta tenha sido permitida, quando ocorre a emissão de título digital de exploração.²

Após a emissão do título digital de exploração, e depois de ter sido contratado o seguro de responsabilidade civil, a exploração do estabelecimento industrial pode ser iniciada pelo requerente. Contudo, a data de início da exploração deve ser comunicada à entidade coordenadora a com pelo menos cinco dias de antecedência, sendo esta data comunicada a todas as entidades consultadas, bem como às entidades cuja consulta tenha sido dispensada.²

2.7.2. Procedimento de instalação e exploração sem realização de vistoria prévia

A instalação e a exploração dos estabelecimentos industriais do tipo 2 ficam sujeitas aos seguintes procedimentos:

- Obtenção das licenças, autorizações e outros documentos de que dependa a instalação ou exploração de estabelecimento industrial de tipo 2, a consultar em legislação específica consoante a atividade a desenvolver;
- Emissão de um título digital de instalação e exploração, que confere o direito de instalar e explorar um estabelecimento deste tipo, ao seu requerente.

O procedimento inicia-se com o pedido de emissão do título digital de instalação e exploração, que é realizado na plataforma do “Balcão do empreendedor” e acompanhado dos respetivos elementos instrutórios.²

Ao nível de calendarização, este processo é em tudo semelhante à emissão de um título digital para instalações enquadradas no tipo 1, excetuando que tendo sido proferido o despacho de convite ao aperfeiçoamento, o requerente dispõe de um prazo de apenas quinze dias para corrigir ou completar o pedido, sob pena de indeferimento liminar.²

A exploração de estabelecimento industrial de tipo 2 só pode ter início após a emissão do título digital de instalação e exploração sendo emitido imediata e automaticamente Inserção no “Balcão do empreendedor” da última das licenças,

autorizações, aprovações, registos, pareceres, atos permissivos ou não permissivos necessários à instalação e exploração do estabelecimento industrial ou após ser ultrapassado o prazo para a emissão destes mesmos documentos, quando as entidades públicas respetivas não se tenham pronunciado.

Quando não haja lugar a pronúncia da entidade pública competente, o título digital de instalação e exploração é emitido automaticamente na data em que seja emitido o comprovativo de regular instrução, sendo enviado ao requerente, à entidade coordenadora, à câmara municipal territorialmente competente, às entidades públicas consultadas.

Após a emissão do título digital de exploração, e depois de ter sido contratado o seguro de responsabilidade civil, a exploração do estabelecimento industrial pode ser iniciada pelo requerente. Contudo, a data de início da exploração deve ser comunicada à entidade coordenadora com pelo menos cinco dias de antecedência, sendo esta data comunicada a todas as entidades consultadas, bem como às entidades cuja consulta tenha sido dispensada.²

2.7.3. Procedimento de mera comunicação prévia

Os estabelecimentos que se enquadrem na tipologia 3 estão sujeitos ao regime de mera comunicação prévia. No entanto, caso seja do interesse do industrial, pode optar pela submissão ao procedimento aplicável aos estabelecimentos de tipo 2, para obter os títulos necessários à exploração do estabelecimento industrial, e neste caso deve ser referida essa opção, identificando no formulário correspondente as entidades a consultar para efeitos de obtenção dos títulos aplicáveis, na plataforma digital “Balcão do empreendedor”.²

No que diz respeito ao procedimento de mera comunicação prévia propriamente dito, este é o procedimento mais simples de licenciamento e consiste na inserção dos dados necessários à caracterização do estabelecimento industrial e respetiva atividade na plataforma “Balcão do empreendedor”. Devem ainda ser inseridos o título de utilização de recursos hídricos inscrito no Título Único Ambiental, em situações exigidas pela lei, e o termo de responsabilidade do cumprimento das exigências legais aplicáveis à atividade industrial. Posteriormente à submissão destes dados na plataforma *online* é automaticamente emitido o título digital de exploração e a guia para pagamento da taxa devida.²

A data da mera comunicação prévia é considerada como a data indicada no título digital de exploração. Só após emissão do título digital de exploração e o

pagamento da respetiva taxa pode ser dado início à atividade no estabelecimento requerente.

Apesar do licenciamento destas instalações ser um processo simples, convém salvaguardar que a exploração dos mesmos está sujeita a todas as exigências legais em vigor e aplicáveis ao edifício onde é desenvolvida, assim com a todos os trâmites legais e regulamentares aplicáveis à atividade industrial no que diz respeito a cumprimentos de carácter ambiental, segurança e saúde no trabalho, segurança alimentar e segurança contra incêndio em edifícios.²

2.7.4. Procedimento de instalação e exploração do regime de instalação e exploração de ZER

A instalação e exploração das ZER está sujeita ao procedimento com vistoria prévia aplicável aos estabelecimentos de tipo 1, com especificações particulares que podem ser consultadas nas secções II e III do capítulo V do anexo II do Decreto-lei 73/2015, e a coordenação do procedimento relativo a instalação e exploração da ZER compete à Agência para a Competitividade e Inovação, I. P (IAPMEI, I. P.).²

2.8. Entidades envolvidas no licenciamento industrial

Para além dos Industriais, existem vários organismos e entidades que estão envolvidas no Licenciamento Industrial, desempenhando diversas funções essenciais para que o sistema seja funcional.

2.8.1. Entidades acreditadas pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC, I. P.)

As entidades acreditadas pelo IPAC, I. P. podem apresentar relatórios de avaliação da conformidade dos projetos, fazer vistorias, alteração de estabelecimentos industriais e ZER, bem como exercer funções de entidade coordenadora nos procedimentos de instalação, exploração e alteração de estabelecimentos industriais em ZER.²

2.8.2. Entidade responsável pelo sistema de informação dos estabelecimentos industriais

A IAPMEI, I. P. é a entidade responsável pelo tratamento de dados relativos ao sistema de informação dos estabelecimentos industriais.²

2.8.3. Entidades coordenadoras

A entidade coordenadora é a entidade interlocutora do industrial para a realização de todos os contactos que são necessários para a boa instrução e apreciação dos procedimentos previstos no SIR, visando a condução, monitorização e dinamização dos mesmos. A entidade coordenadora é representada na pessoa do gestor de processo, técnico designado responsável pela verificação da instrução dos procedimentos e pelo acompanhamento de todo o processo de licenciamento do estabelecimento.^{2,17}

As competências destas entidades passam pela prestação de informação e apoio técnico ao industrial, monitorizar a tramitação do procedimento que envolva a emissão de títulos, licenças, autorizações, aprovações, registos e pareceres da instalação ou exploração do estabelecimento industrial, zelar pelo cumprimento dos prazos, reportando à IAPMEI, I. P. quando não seja esta a entidade coordenadora, ou à respetiva tutela, as situações de incumprimento que não sejam imputáveis ao industrial, garantir o desenvolvimento do processo em condições normalizadas e optimizadas; promover e acompanhar a realização de vistorias por parte das entidades públicas consultadas, fazer comunicações com as demais entidades intervenientes, elaborar, atualizar e disponibilizar no “Balcão do empreendedor” toda a informação relevante, realizar a inserção no “Balcão do empreendedor” de todos os documentos necessários dos quais a instalação ou exploração da atividade industrial esteja dependente. A identificação da entidade coordenadora está consagrada no anexo III ao IR, e depende da classificação económica da atividade industrial, da classificação do estabelecimento e da área do território onde se localiza, conforme se pode verificar na tabela 1.^{2,17}

Tabela 1 - Lista de entidades coordenadoras consoante o tipo de estabelecimento e a subclasse CAE a que pertencem²

Subclasse CAE DL nº 381/2007	Classificação por tipologia de Estabelecimento	Entidade Coordenadora
05100,05200, 07100, 07210, 07290,08111, 08112, 08113, 08114, 08115, 08121, 08920, 08992, 11071, 19201, 19202, 24410, 24430, 24440, 24450, 24460.	Todos os Tipos	DGEG
8931 10110 a 10412 10510 a 10893 10911 a 10920 11011 a 11013 11021 a 11030 35302 52621 a 56290	Tipo 1 e 2	Direcção Regional Agricultura e Pescas ou entidade gestora de ZER
	Tipo 3	CM territorialmente competente ou entidade gestora de ZER
Outras Subclasses prevista no anexo 1 do DL nº 381/2007	Tipo 1 e 2	IAPMEI, I.P. ou entidade gestora de ZER
	Tipo 3	CM territorialmente competente ou entidade gestora de ZER

2.8.4. Entidades públicas consultadas:

Durante o processo de licenciamento e nomeadamente no decorrer dos procedimentos de instalação e exploração de um estabelecimento industrial, várias entidades podem pronunciar-se nos termos das respetivas atribuições e competências legalmente previstas:

- Agência Portuguesa do Ambiente, I. P. (APA, I. P.);
- Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT);
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) territorialmente competente;
- Direcção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV);

- Direção-Geral da Energia e Geologia (DGEG);
- Instituto Português da Qualidade, I. P. (IPQ, I. P.);
- As autarquias locais competentes;
- Outras entidades públicas cuja intervenção se revele necessária à instalação e exploração do estabelecimento industrial, quando tal se encontre previsto em portaria dos membros do Governo responsáveis pelas áreas da modernização administrativa, da economia e da tutela das entidades em causa.²

2.8.5. Entidades públicas consultadas em ZER

- ACT;
- CCDR territorialmente competente;
- A autoridade de saúde de âmbito regional territorialmente competente;
- Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I. P. (IMT, I. P.);
- APA, I. P.;
- Câmara Municipal territorialmente competente;
- Outras entidades previstas em legislação específica.²

2.8.6. Entidades controladoras e sancionatórias

- Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE);
- Câmara municipal territorialmente competente nos estabelecimentos relativamente aos quais esta última é a entidade coordenadora.²

2.9. Coimas associadas aos incumprimentos

Constitui contraordenação punível com coima € 500 a € 3 500 tratando-se de pessoa singular, ou de € 4 400 a € 44 000, tratando-se de pessoa coletiva, a emissão pelo industrial de uma declaração de cumprimento de condições técnicas padronizadas objecto do pedido ao abrigo da alínea c) do n.º 4 do artigo 8.º que não corresponda à verdade e uma contraordenação punível com coima de € 250 a € 2500, tratando-se de pessoa singular, ou de € 2500 a € 44 000, tratando -se de

pessoa colectiva a maior parte das outras infracções passíveis de ocorrer. A negligência é punível com coimas de valor reduzido a metade.²

3- Ambiente e Conforto Térmico

3.1. Introdução

A Mobipeople iniciou o seu pedido de licenciamento industrial antes do dia 1 de Junho de 2015, como tal, o licenciamento está a ser realizado ao abrigo do Decreto-Lei nº 169/2012, segundo o regulamento SIR, no qual ainda não vigoram as atualizações introduzidas na última revisão, que data de Maio de 2015. Segundo o regulamento pelo qual está a ser tramitado este processo, a Mobipeople é um estabelecimento industrial que se enquadra no tipo 2. Como tal, foi necessário realizar o procedimento de Comunicação Prévia com Prazo, modalidade que já não consta da atual legislação em vigor. Para os efeitos desejados, não é considerado necessária uma explicação alargada dos procedimentos legais. No entanto, para uma melhor compreensão, é pertinente tomar conhecimento de que a entidade coordenadora já proferiu uma decisão final e concedeu o título de instalação e exploração à empresa, no qual apresenta a síntese das diferentes pronúncias das entidades consultadas e estabelece as condições a cumprir no estabelecimento industrial. Para obter este título foi necessário a empresa entregar os respectivos elementos instrutórios que são legalmente exigidos no projeto de instalação, como a utilização de recursos hídricos, de emissão de gases com efeito de estufa, ou de operações de gestão de resíduos.

Nas condições estabelecidas pelo parecer favorável e pelo título de instalação surgem obrigações de cumprimento de condições relativas a matérias legalmente previstas que regulam as condições de trabalho: Sinalização de segurança, ruído e vibrações, resíduos, entre outros. Surgem igualmente condições quanto à temperatura e humidade do ar nos locais de trabalho, indicando que devem ser mantidos de acordo com a legislação em vigor à data da emissão do título de instalação e exploração.

É referido na Portaria n.º 987/93, no artigo 7.º, bem como na Portaria 53/71, artigo 24, que a temperatura e a humidade nos locais de trabalho devem ser adequados para o desenvolvimento das atividades. É ainda referido na Lei n.º 102/2009 no artigo 15.º refere que o empregador deve identificar os riscos previsíveis. É na sequência desta avaliação de riscos que surge a necessidade de realizar uma avaliação de conforto térmico mais profunda e com medições efetivas.

A Mobipeople procedeu então a uma avaliação do ambiente térmico, de modo a comprovar que as condições existentes são aceitáveis e que não representam nenhum risco para os seus trabalhadores.

Para a realização desta avaliação, foi necessário realizar uma aproximação teórica a vários assuntos relacionados com a mesma. Por isso, foi importante realizar uma revisão bibliográfica para enquadramento nesta temática e familiarização com os conceitos específicos de avaliação do ambiente térmico humano.

3.2. Enquadramento histórico

Foram vários os estudos que, ao longo da história, foram realizados sobre a temática do ambiente térmico, sendo de particular interesse os estudos que se centraram no conforto térmico.¹⁸ Em 1835, Michael Faraday fez referência ao facto das condições de conforto de uma casa não serem exclusivamente determinadas pela temperatura do ar, segundo refere Chrenko (1974), citado por Ken Parsons (2003). Ken Parsons menciona ainda que alguns instrumentos com o intuito de medir parâmetros ambientais, tais como a temperatura e velocidade do ar foram desenvolvidos por Heberden e Aitken (1826).¹⁸

Quando a condição de conforto térmico geral foi definida por Scientifics, trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos para definir as condições de conforto locais relacionadas com a velocidade do ar, temperatura e radiação assimétrica. Em 1956, Kerka e Humphreys iniciaram os primeiros estudos sérios sobre conforto térmico local.

Yaglou e Minard (Lopes, 2007) introduziram o conceito de Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) – índice de temperatura húmida e de globo), em 1957.¹⁸

Uma década depois, surgiram então os estudos de um notável investigador na área do conforto térmico. Em 1967, Fanger estudou os processos fisiológicos do corpo humano, para situações de clima próximas da neutralidade, com o objetivo de determinar uma equação que pudesse modelar o conforto real.¹⁹

Em 1970, Ole Fanger publica a sua tese de Doutoramento, um livro intitulado: “Thermal Comfort – Analysis and Applications in Environmental Engineering”, nos quais são referidos métodos e princípios para avaliação e análise dos ambientes térmicos, sendo que também foi o ponto de partida para a elaboração de normas internacionais, nomeadamente da Norma ISO (International Standard Organisation) 7730.¹⁸

Em 1983, Cain et al. estudaram o impacto de temperatura e humidade sobre a percepção da qualidade do ar.¹⁹

Na atualidade, a American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) é a organização de maior relevância nesta área, sendo uma das mais importantes no estudo e no desenvolvimento de normas para regulamentar a construção de equipamentos térmicos e as suas aplicações em edifícios, sendo um ponto de referência para arquitectos e engenheiros.¹⁸ No entanto, a nível europeu as normas ISO têm maior expressão.

Com a crescente importância da temática do ambiente térmico começaram também a surgir estudos com fatores relacionados com o conforto, nomeadamente acerca do vestuário de trabalho, através de Li, F. and Y. Li – *Effect of clothing material on thermal responses of the human body. Modelling and simulation in materials science and engineering.* (2005); a influência sobre a produtividade, por exemplo Mohamed, Sherif/Srinavin, Korb – *Forecasting labour productivity changes in construction using the PMV Index* (2004); Tord Kjellstrom et al. *Workplace heat stress, health and productivity – an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change* (2009).¹⁸

3.3. Termorregulação do organismo humano

Para adequar um ambiente térmico de modo a proporcionar o melhor conforto a um indivíduo, é crucial satisfazer parâmetros humanos físicos e biológicos, que resultam da condição de homeotermia. A homeotermia é a função fisiológica responsável pela manutenção da temperatura corporal interna no nível ótimo de modo a garantir o funcionamento dos órgãos e sistemas, em particular o sistema nervoso central (SNC). Na verdade, o corpo humano pode ser considerado uma máquina térmica que visa manter-se a temperaturas constantes num organismo em estado de plena saúde. A temperatura corporal deve ser mantida numa gama reduzida de valores (entre 36°C e 37,2°C) de modo a evitar o desconforto e evitar o perigo de stress por calor ou frio. A diferença de temperatura da pele comparativamente ao interior do corpo é menor quando o estado de equilíbrio e conforto térmico do corpo é atingido. No entanto, a temperatura da pele é geralmente diferente para diferentes partes do corpo.²⁰⁻²²

A homeotermia impõe o equilíbrio entre o fluxo de calor produzido pela atividade do corpo e o fluxo de calor cedido ao ambiente exterior. Deste modo, o

calor gerado pela atividade do corpo tem que ser cedido ao ambiente para que a temperatura corporal seja constante.²³

A termorregulação é responsável pela regulação da temperatura corporal.²⁴ A sua função primária é manter o interior do corpo num estreito intervalo de temperatura através do hipotálamo, o centro de controlo de temperatura. O hipotálamo pertence ao SNC e ligado a termorreceptores (sensores corporais de temperatura). Este recebe impulsos neuronais a partir dos termorreceptores e, em seguida, envia informação para os diferentes órgãos do corpo. Então são desencadeados vários mecanismos fisiológicos: controlo da taxa de produção de calor metabólico, alteração do fluxo sanguíneo, sudação, contração muscular e tremores.^{20,25}

Perante determinadas condições ambientais (sobretudo de temperatura ambiente e humidade relativa), pelos sensores superficiais e profundos do corpo enviam essa informação de modo diferenciado para o SNC. A informação da sensação corporal é comparada a experiências vividas anteriormente e o seu processamento e memorização motivam comportamentos de modo a garantir o equilíbrio térmico humano. Assim, a termorregulação ocorre através da interação de vários mecanismos fisiológicos e comportamentais, resultando na sensação de conforto ou desconforto e fadiga.^{21,25}

A termorregulação pode constituir um problema a nível da adequação do ambiente térmico visto que depende de fatores variáveis entre os indivíduos, nomeadamente sexo, idade, índice de massa corporal, taxa de gordura corporal, área de superfície, mecanismo de transpiração, diferenças metabólicas (incluindo as hormonais), entre outros.²⁶ Quando a termorregulação não consegue, por si só, controlar de modo eficaz as perdas ou ganhos excessivos de calor, podem ocorrer situações de stresse térmico.²³

A ISO 9886:2004. "Ergonomia – Avaliação da sobrecarga térmica através de medições fisiológicas" é uma norma que descreve métodos de previsão da resposta fisiológica média de indivíduos expostos a um ambiente térmico, através da medição e interpretação de parâmetros humanos fisiológicos, nomeadamente a temperatura central corporal, temperatura superficial corporal, frequência cardíaca e perda de massa corporal devido à transpiração. Também compara diferentes métodos para avaliar o limite de sobrecarga térmica e estabelece os valores de sobrecarga térmica (valores-limite) para os parâmetros humanos fisiológicos referidos.²⁷

3.4. Balanço térmico do corpo humano

Entre o corpo e o meio ambiente existem contínuas trocas de calor regidas pelas leis da física. Esta interação é influenciada por fatores ambientais e individuais, incluindo os mecanismos fisiológicos de adaptação.²⁸

O balanço térmico deve considerar a transferência de energia sob a forma de calor por quatro tipos de mecanismos de troca térmica do corpo humano com o ambiente:^{28,29}

- a) Condução: transferência de calor através de sólidos e líquidos que não se encontrem em movimento.
- b) Convecção: transferência de calor pelo contacto com o ar circundante quando a sua temperatura é inferior à do corpo.
- c) Radiação: um corpo está continuamente a emitir e a receber energia radiante. A definição de corpo arrefecido ou aquecido através de radiação depende, portanto, da diferença entre a energia recebida e a emitida.
- d) Evaporação: Este fenómeno ocorre quando as perdas de calor do corpo por convecção e radiação não são suficientes para regular a sua temperatura interna, pelo que o organismo aumenta a atividade das glândulas sudoríparas e perde calor através da evaporação do suor da pele. Simultaneamente à transpiração ocorre a evaporação do suor.

O corpo obtém energia através do metabolismo (M), fenómeno em que a oxidação dos alimentos ingeridos fornece energia, sendo uma fonte de calor do organismo que contribui para a manutenção da temperatura interna do corpo. Ao mesmo tempo, ocorrem trocas de calor entre o corpo e o ambiente, sendo que o corpo usa os processos de evaporação e de respiração para ceder calor. Através dos mecanismos de radiação, convecção e condução entre o corpo e o ambiente poderá haver ganhos ou perdas de calor do corpo.

Assim, o balanço térmico da produção e das trocas energéticas entre o corpo humano e o meio que o rodeia pode ser representado pela seguinte equação:²⁴

$$\text{Metabolismo} = \text{trocas de calor por (condução + convecção + radiação + evaporação)} \quad (1)$$

A equação 1 mostra que o balanço térmico é atingido quando a taxa de produção de calor pelo corpo humano, através do seu metabolismo, será igual à taxa de calor cedida do mesmo para o ambiente envolvente, através da pele e respiração. Estas transferências de energia ocorrem através de processos de

condução, de convecção e de radiação entre a superfície do corpo exposta e o ar e as superfícies do meio envolvente, e ainda através dos processos de respiração e evaporação.²⁴

De facto, um organismo que, por longo tempo, se encontra exposto a um ambiente térmico constante, tenderá a um equilíbrio térmico com esse ambiente.²⁹

A sensação de conforto térmico está associada a um estado de neutralidade térmica, que implica a existência de um balanço térmico entre o calor produzido pelo corpo e o calor por si perdido.²¹ Se tal não se verificar, haverá desconforto térmico: se o calor perdido for superior ao gerado, a sensação será de frio; se o calor perdido for inferior ao gerado, haverá uma sensação de calor.

Atendendo apenas aos aspetos fisiológicos, a taxa de calor acumulado no corpo poderá ser traduzido pela expressão matemática apresentada na equação 2, proposta por Fanger em 1970:

$$S = (M - W) - (Q_{sk} + Q_{res}) \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (2)$$

Sendo que:

$$Q_{sk} = C + R + E_{rsw} + E_{dif} \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (3)$$

$$Q_{res} = C_{res} + E_{res} \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (4)$$

Legenda:

S - taxa de calor acumulado no corpo (W/m²);

M - taxa metabólica (W/m²);

W - taxa de trabalho mecânico realizado (W/m²);

Q_{sk} - taxa total de calor perdido pela pele (W/m²);

Q_{res} - taxa total de calor perdido pela respiração (W/m²);

C - perdas de calor sensível pela pele por convecção (W/m²);

R - perdas de calor sensível pela pele por radiação (W/m²);

E_{rsw} - taxa de calor perdido por evaporação da transpiração (W/m²);

E_{dif} - taxa de calor perdido por difusão do vapor através da pele (W/m²);

C_{res} - taxa de perda de calor convectivo na respiração (W/m²);

E_{res} - taxa de perda de calor evaporativo na respiração (W/m²).

Da equação 2 compreende-se que a taxa de calor acumulado no corpo é a diferença entre a taxa metabólica (à qual se subtrai o trabalho mecânico) e a taxa total de calor perdido pela pele e pela respiração.

Das equações 3 e 4 sabe-se que a taxa total de calor perdido pela pele corresponde à soma das perdas de calor por convecção, radiação, evaporação e difusão e que a taxa total de calor perdido pela respiração corresponde à perda de calor por convecção e evaporação.

É de salientar que a taxa de calor acumulado no corpo (S) é uma função dependente das variáveis ambientais (temperatura seca do ar, velocidade do ar, humidade relativa do ar e temperatura radiante média) e das variáveis pessoais (metabolismo e isolamento do vestuário). Deste modo, quando há condições que propiciem um valor de $S=0$, verifica-se um estado de equilíbrio térmico do corpo associado à sensação neutra de conforto. Em rigor, estes fluxos não estão constantemente equilibrados porque o controlo da temperatura pelo hipotálamo implica constantemente variações no calor acumulado no corpo.³⁰

O conforto térmico é difícil de definir dado que está dependente da satisfação de determinadas condições fisiológicas quantificáveis, mas igualmente subjugado a fatores subjetivos e pessoais. Existe uma longa lista de fatores que podem afetar a perceção do conforto térmico ao interferirem nos processos de transferência de massa e calor entre o corpo humano e o meio ambiente.

O Conforto Térmico ou o Stresse Térmico são influenciados principalmente por condicionantes ambientais e pessoais:³¹

➤ Ambientais:

- Temperatura seca do ar
- Velocidade do ar (Var)
- Humidade relativa (HR)
- Temperatura média radiante²³

➤ Pessoais, sobretudo:

- Produção de calor metabólico / nível de atividade (met)³²
- Nível de isolamento do vestuário.

Existem ainda referências a outros aspetos, nomeadamente socioculturais.³²

O nível de atividade é um dos aspetos do indivíduo que mais interfere com a sensação de conforto térmico. Mesmo em repouso, o organismo detém atividade metabólica, denominado metabolismo basal. Com a atividade, o metabolismo tende a aumentar dependendo do tipo de esforço desenvolvido, sendo caracterizado como metabolismo de atividade.³²

As taxas de metabolismo adotadas correspondem a valores médios registados por meio de ensaios fisiológicos, e que se encontram disponíveis em muitos textos da especialidade. Na tabela 2 são apresentados os valores associados a algumas atividades típicas.²²

Tabela 2 - Quadro do nível de metabolismo em função da atividade física desenvolvida

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 oficial médio	200 – 300	2,0 – 3,0
Ginástica	300 – 400	3,0 – 4,0
Desporto de competição	400 - 600	4,0 – 6,0

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

O isolamento do vestuário está implícito no fato do vestuário constituir uma barreira entre a superfície da pele e o ambiente, podendo dificultar a dissipação de calor, atuando desta forma sobre as trocas de calor por convecção, radiação e evaporação.²³ A resistência térmica de vestuário corresponde ao somatório da resistência térmica de cada peça é normalmente expressa em clo.³²

A tabela 3 revela as resistências térmicas do vestuário, demonstrando a variação que existe apenas na condição do tipo de vestuário.²²

Tabela 3 - Quadro da resistência térmicas do vestuário

Tipo de Vestuário	Resistência térmica	
	clo*	m ² .°C/W
Nú	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

*1 clo = 0,155 m².°C/W

Existem ainda algumas normas que são utilizadas como métodos auxiliares para cálculos relativos a estes parâmetros, nomeadamente a ISO 8996:2005. “Ergonomia – Determinação da produção de calor metabólico”, que especifica quatro métodos para a determinação da taxa de metabolismo (M) pode ser utilizada para outras aplicações, nomeadamente a verificação da prática de atividades, o custo energético de atividades específicas, bem como o gasto energético total das

actividades;³³ a ISO 9920:2009. “Ergonomia de ambientes térmicos – Estimativa de isolamento térmico e resistência evaporativa das roupas” que estabelece métodos para a estimativa das características térmicas de um conjunto de vestuário (resistência à perda de calor seco e à perda de calor por evaporação), em condições de estado estacionário para um tipo de roupa, baseado em valores de vestuário conhecidos, considerando a influência do movimento do corpo e a penetração do ar no isolamento térmico e resistência à evaporação.³⁴

3.5. Importância do ambiente térmico na indústria

A melhoria das condições de vida das sociedades e o desenvolvimento económico e industrial encontram-se em associação com o incremento das preocupações com o conforto térmico proporcionado pelos ambientes interiores dos edifícios, uma vez que influenciam o bem-estar, a saúde e o nível de produtividade dos indivíduos.^{22,35}

A construção e o planeamento de infraestruturas têm dado cada vez mais importância às exigências funcionais dos edifícios, com especial atenção para o conforto, visto ser um fator de perceção imediata e diretamente sentido pelos utilizadores.

No quotidiano, o tempo despendido pelo ser humano em espaços interiores é bastante significativo. Como tal, é vital conceber esses mesmos espaços de modo a garantir que os níveis de conforto sejam adequados. Os níveis de conforto no interior dos edifícios são influenciados pelo ruído, iluminação, poluição do ar interior e pelo ambiente térmico.³⁶

As empresas devem assegurar o bem-estar e a saúde dos trabalhadores, garantindo melhores condições de trabalho. Como tal, é importante dar constantemente atenção a fatores que possam interferir no conforto e na segurança dos indivíduos para otimizar o seu desempenho e salvaguardar a integridade física dos mesmos. O ambiente térmico tem demonstrado ser um fator cada vez mais preponderante e influente quanto à melhoria das condições de trabalho e da qualidade de vida dos trabalhadores.²³

Para que seja possível determinar a influência dos fatores ambientais em cada indivíduo e no seu bem-estar, é necessária uma perceção global e a compreensão das relações entre os indivíduos, as tarefas que desempenham e o ambiente em que estão inseridos.³⁰

O ambiente térmico é definido como o conjunto de variáveis que influencia as trocas de calor entre o corpo humano e o meio em que este está inserido. Segundo a ASHRAE, ambiente térmico é o conjunto de características do ambiente que afeta a perda de calor de um indivíduo.³⁷ Transpondo esta definição para o meio laboral, estas variáveis ou características referem-se ao ambiente do posto de trabalho, podendo influenciar o organismo do trabalhador tanto a nível da saúde e do bem-estar, como a nível do desempenho e da produtividade.

A melhoria das condições de trabalho exige uma adequação do ambiente térmico aos locais de trabalho. Para alcançar um equilíbrio térmico, é de considerar os fatores que o influenciam: parâmetros ambientais e individuais.³¹

O equilíbrio térmico é um conceito dinâmico, visto que o corpo humano regula a temperatura interna do corpo à medida que as condições externas se alteram, como será referido adiante neste trabalho. Deste modo, pode ser estimada a condição de conforto ou stresse térmico em que o indivíduo se encontra através da sua temperatura corporal. Os fatores que influenciam a temperatura corporal são não só os fluídos e sólidos que circundam o corpo, mas também as transferências de calor que nele ocorrem.²⁹

3.6. Classes de ambiente térmico

3.6.1. Ambientes térmicos frios

Em ambientes frios balanço térmico, obtido na base das trocas convectivas e radiantes, é negativo. Nesta situação, devido a uma temperatura ambiental mais baixa, o corpo humano ativa mecanismos como a diminuição da temperatura e do fluxo sanguíneo cutâneo e aumento do metabolismo.²⁵

A temperatura seca do ar, a velocidade do ar e temperatura radiante são parâmetros ambientais com influência no conforto e stresse térmicos que contribuem para um ambiente térmico frio sendo que a humidade do ar não tem uma influência preponderante neste tipo de ambientes.²³

Em ambientes de baixas temperaturas, o organismo tenta adaptar-se, conduzindo a uma deficiente circulação sanguínea, postura rígida com enregelamento dos membros, redução da destreza, força e da atividade motora, diminuição das capacidades mentais, nomeadamente de raciocínio e julgamento e aumento do risco de acidentes de trabalho.³⁸

O organismo pode sofrer danos relacionados com o tempo de exposição às condições agressivas do meio. Um exemplo de dano grave é o choque térmico, que ocorre quando se verifica um decréscimo brusco da temperatura, manifestado por dores de cabeça, tonturas, confusão, desorientação e eventualmente desmaio.³⁸

Tabela 4 - Quadro resumo dos efeitos das temperaturas baixas e das medidas de prevenção e proteção.
Adaptado^{23,38}

Patologias por diminuição da Temperatura	Medidas de Prevenção / Proteção (individualizadas ou combinadas)
<ul style="list-style-type: none"> - Ulcerações de diversos tipos decorrentes da necrose dos tecidos (vulgo gangrena). - Frieiras - Eritrocianose - Pé das trincheiras - Enregelamento - Tremores corporais - Alucinações e inconsciência - Hipotermia - Choque térmico - Doenças reumáticas 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de Sistemas de aquecimento bem dimensionados e adequados - Implementação do uso de vestuário de trabalho quente - Uso de Equipamentos de Proteção Individual(EPI's) adequados e adaptados às baixas temperaturas - Fomentar a ingestão de alimentos ricos em calorias - Redução do tempo de tarefa - Aumento do tempo e da frequência das pausas para repouso - Rotatividade do pessoal.

A ISO 15743:2009, intitulada “Ergonomia do ambiente térmico – Locais de trabalho com frio; avaliação e gestão de risco” apresenta métodos, ferramentas práticas e questionários para a avaliação do risco e identificação de problemas relacionados com o frio no trabalho, incluindo sintomas respetivos à saúde ocupacional.³⁹

3.6.2. Ambientes térmicos quentes

Em ambientes térmicos quentes o balanço térmico é positivo, calculado na base das trocas de energia sob a forma de calor por radiação e por convecção (a temperatura seca do ar e a temperatura radiante média são superiores à temperatura média cutânea). Nesta situação, o corpo humano ativa mecanismos para manter a homeotermia como o aumento da frequência cardíaca, aumento da temperatura corporal, aumento da sudação. Está provado que ocorre diminuição da agilidade mental e da produtividade e aumento do risco de acidentes de trabalho.^{38,40}

Em ambientes muito quentes, o corpo humano pode sofrer danos importantes. Um exemplo de dano grave neste tipo de ambiente é o “golpe de calor” ou insolação, manifestado por dores de cabeça, tonturas, vômitos, excitação e inconsciência.³⁸

A ISO 7243:1989. “Ambientes térmicos – Nível de desconforto devido ao calor:” Aplica-se para avaliar o nível de desconforto do ambiente, ou seja, o índice de stresse térmico em ambientes severos (WBGT), excluindo situações com temperatura superior a 50°C.⁴³

A ISO 7933:2005. “Ergonomia do ambiente – Determinação analítica e interpretação do stresse térmico através do cálculo da sobrecarga térmica estimada” especifica um método de avaliação do stresse térmico ao qual um individuo pode estar submetido num ambiente quente através da determinação do ISR e do tempo de exposição máximo permitido (que seja aceitável fisiologicamente, sem danos físicos, mas em condições suscetíveis de conduzir a um aumento excessivo da temperatura do núcleo ou a perda de água do sujeito), tendo por base os conhecimentos dos parâmetros que influenciam o conforto térmico.⁴⁶

Tabela 5 - Quadro resumo dos efeitos da temperatura e das medidas de prevenção e proteção.

Adaptado^{38,41}

Patologias por aumento da temperatura	Medidas de Prevenção / Proteção (individualizadas ou combinadas)
<ul style="list-style-type: none"> - Desidratação - Depleção de sal - Hiperpirexia - Golpe de calor/Insolação - Síncope de calor - Câibras musculares - Queimaduras solares - Dermatites térmicas - Cataratas e conjuntivites - Edema de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilação adequada - Vestuário adequado - Reposição hídrica adequada - Ingestão de alimentação rica em sal - Medidas de Proteção Colectiva - EPI's - Redução do tempo das tarefas - Aumentos das pausas para repouso - Rotatividade do pessoal

3.6.3. Ambientes térmicos moderados e conforto térmico

O conforto térmico é a situação desejável, em que o balanço térmico é nulo. Esta condição caracteriza-se por uma produção de calor metabólico equilibrada pela perda de calor sensível, pelas perdas de calor respiratório e pela perspiração insensível, pressupondo que a transferência de calor para o corpo ocorra de um modo agradável.²³ Um ambiente neutro é um ambiente em que os parâmetros fisiológicos da temperatura média cutânea e o débito de sudação apontados por Fanger³¹ (que determinam a sensação de calor) têm um valor ideal.²³ Fora deste ambiente neutro, a homeotermia é assegurada pelo organismo até determinados limites, através de alterações fisiológicas vegetativas e/ou comportamentais, que resultam em sensações de desconforto, toleráveis enquanto se mantiver a homeotermia.³⁸

A aclimatização dos indivíduos ao ambiente local tem bastante influência nas preferências de conforto de cada pessoa.⁴² O conforto térmico é difícil de definir dado que está dependente da satisfação de determinadas condições fisiológicas quantificáveis, mas igualmente subjogado a fatores subjetivos e pessoais.

A faixa de temperatura em que uma pessoa se sente confortável é muito variável. Para além de depender das variáveis ambientais e pessoais já referidas, outros parâmetros importantes são o tempo de permanência em determinado local, frequência de utilização desses espaços e fatores individuais como o género, idade, peso, etnia e estado de saúde.³² A frequência elevada e durante largos períodos de tempo de um dado ambiente térmico podem levar a uma adaptação física do indivíduo a esse ambiente.³²

O conforto térmico do indivíduo é definido como “a *condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico*”³⁷, ou seja, um estado de espírito em que, nas condições em que se encontra, a mente do indivíduo expressa satisfação com o ambiente térmico.^{29,43}

O conforto térmico tem sido objeto de estudos devido à sua importância crescente no setor industrial. Foram desenvolvidas diversas normas e documentos de referência para regular esses estudos, elaborados por diversas entidades, entre as quais a ISO e a ASHRAE.

Os estudos de conforto térmico são importantes para o estabelecimento de um ambiente térmico adequado às atividades humanas. De facto, considera-se que o trabalho realizado num ambiente térmico adequado aumenta o rendimento dos indivíduos devido à maior satisfação face ao ambiente.⁴⁴

Estes estudos têm como principal objetivo analisar e criar critérios para as condições de avaliação e conceção de um ambiente térmico que seja adequado às atividades humanas realizadas num determinado espaço. Estes estudos visam igualmente o desenvolvimento de métodos e princípios científicos que permitam realizar uma análise detalhada do ambiente térmico.

A importância do estudo de conforto térmico está baseada principalmente em 3 fatores:

- O estado de satisfação dos indivíduos, o seu bem-estar relativo ao ambiente térmico;
- A performance dos indivíduos na realização das suas atividades. Alguns estudos apontam para um menor rendimento em situações de desconforto térmico.
- A poupança energética advinda do melhoramento das construções de modo a que, por si só, consigam garantir parâmetros de conforto dos seus ocupantes, evitando gastos energéticos para aquecimento ou arrefecimento artificial.⁴⁴

É comum referir que o conforto térmico existe quando as pessoas não falam acerca do ambiente térmico, visto não se sentem incomodadas com o mesmo. No entanto, devido à variabilidade biológica entre indivíduos, o conforto térmico não é igual para todas as pessoas, sendo impossível que todos se sintam confortáveis termicamente. Ou seja, em determinadas condições de ambiente térmico, sejam elas quais forem, numa amostra com elevado número de pessoas, existirá sempre pessoas que não se sentem confortáveis. Por este motivo, devem ser criadas condições de conforto nas quais a maior percentagem de pessoas se sinta confortável.

De modo a cumprir as normas e a melhorar os níveis de conforto térmico, podem ser aplicadas várias medidas na construção de edifícios para ambientes moderados, como um *design* apropriado, a instalação de aquecimento e ar condicionado e a utilização de vestuário adequado.⁴⁵

A ISO 7730:2005. “Ambientes térmicos moderados – Determinação dos índices de PMV e PPD e especificações das condições de conforto térmico” é uma norma baseada na tese de doutoramento de Fanger com o objetivo de determinar a sensação térmica e o grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados e especificar condições térmicas aceitáveis para o conforto. Propõe a avaliação de conforto térmico fundamentada no conhecimento, na medição dos quatro parâmetros físicos do ambiente e tendo em conta os parâmetros pessoais, permitindo a determinação do PMV e da PPD.³⁷

Para além de todas as normas enunciadas, existe ainda a ISO 7726:2002. “Ambientes térmicos – Instrumentos e métodos usados nas medições dos parâmetros físicos” que define os parâmetros físicos de ambientes térmicos, apresenta métodos de medição desses parâmetros e especifica as características básicas dos instrumentos de medição das variáveis físicas a utilizar em ambientes moderados ou ambientes térmicos extremos.⁴⁴

3.7. Índices de conforto térmico e stresse térmico

A investigação das condições térmicas ideais para determinados locais, ambientes e atividades têm sido alvo de estudos. O conforto térmico pode ser estudado em qualquer tipo de ambiente: interior, exterior e em situações extremas. No entanto, as investigações mais comuns neste âmbito são realizadas para ambientes de trabalho, dado que esta condição influencia a produtividade, fator preponderante na indústria.²⁰

Porém, não é fácil estimar se determinado ambiente de trabalho detém algum risco para os empregados e determinar os parâmetros que necessitam de intervenção visto que existe uma enorme variedade e complexidade de reacções associadas aos parâmetros intervenientes.⁴⁵

Ao longo do tempo, têm-se desenvolvido vários métodos de análise de ambientes térmicos que avaliam geralmente os parâmetros descritos anteriormente.²⁹

Atualmente, existem bastantes índices de conforto e stresse térmico, mas grande parte já caíram em desuso.⁴⁶ Embora de fácil aplicação, os índices são dados estatísticos e apenas fornecem informação de carácter geral.²³ Estudos mais detalhados carecem de uma simulação computacional do sistema térmico corpo humano-vestuário-ambiente.⁴⁵

Apresentam-se em seguida alguns dos índices mais relevantes

3.7.1. Índice PMV - PDD

O índice PMV (*Predicted Mean Vote*, isto é, voto médio estimado) consiste na quantificação da sensibilidade humana ao frio e ao calor e traduz o grau de desconforto de um grupo importante de indivíduos num ambiente com determinadas características ambientais.²³ Tem o objetivo de quantificar o grau de conforto associado a determinada situação e defender uma abordagem o mais racional possível. Se existir conforto térmico, o PMV será zero; se a sensação for de frio será negativo e se de calor será positivo. De notar que quando a sensação térmica é neutra (PMV=0), existem cerca de 5% de pessoas insatisfeitas.³¹

Pode ser determinado através de uma escala de 7 níveis definida por Fanger, apresentada na tabela 6:³¹

Tabela 6 - Escala de PMV

Sensação Térmica	PMV
Quente	+ 3
Tépido	+ 2
Ligeiramente tépido	+ 1
Neutralidade térmica	0
Ligeiramente fresco	- 1
Fresco	- 2
Muito frio	- 3

Admitindo a influência dos parâmetros ambientais e pessoais apresentados anteriormente no conforto térmico, o PMV pode também ser determinado exatamente a partir do metabolismo (valor de M) segundo a equação 5:

$$PMV = (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,028) \cdot S \quad (5)$$

O índice *Predicted Percentage of dissatisfied* (PPD) corresponde à percentagem previsível de indivíduos insatisfeitos com o ambiente interno.³¹ Como mostra a equação 6, este é calculado com base no PMV.

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)} \quad (6)$$

A relação entre os índices PMV e PPD foi representada por Fanger sob a forma gráfica, como se mostra na Figura 1, num estudo baseado numa amostra estatisticamente representativa (1300 indivíduos).³¹

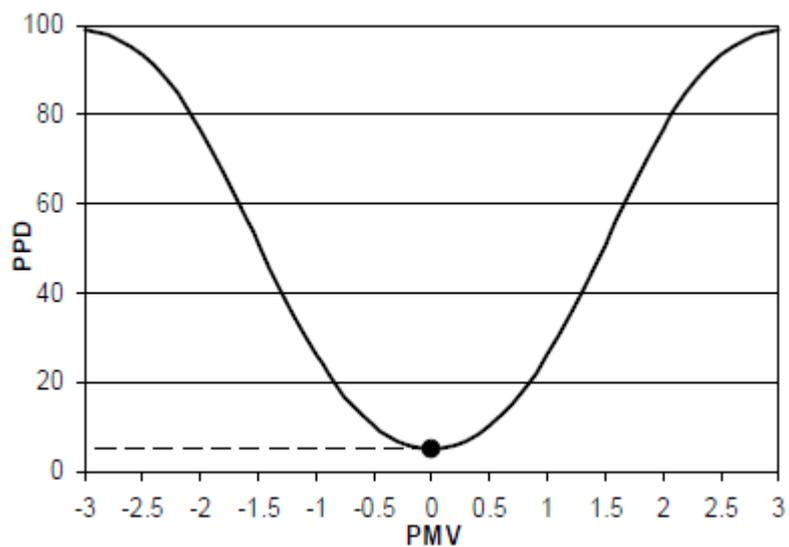


Figura 1- Relação entre os índices PPD e PMV¹⁹

3.7.2. Índice de temperatura húmida e de globo

O índice WBGT (índice de temperatura húmida e de globo) representa o stresse térmico a que um indivíduo está sujeito, durante um período de tempo representativo da atividade que desenvolve, não se aplicando a situações de “stresse térmico” sofridas durante períodos curtos.⁴⁶

Este índice é fácil de determinar num ambiente industrial. Baseia-se na medição da temperatura húmida natural (t_{nw}) e da temperatura de globo (t_g), e por vezes da temperatura seca (t_a), como indicam as equações 7 e 8.^{23,47}

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g, \text{ para zonas interiores (7)}$$

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a, \text{ para zonas interiores (8)}$$

A temperatura de bolbo húmido natural é o valor indicado por um sensor de temperatura envolto numa mecha humedecida, ventilada naturalmente, e que não está protegida contra a radiação. A temperatura de globo negro é a temperatura indicada por um sensor de temperatura que se encontra numa esfera de cobre oca de cor negro-mate (para absorver a radiação infravermelha). Para a medição da temperatura seca do ar, o sensor de temperatura deverá estar protegido da radiação por um dispositivo que impeça a circulação do ar em torno do sensor.^{23,46}

Uma vez determinado o índice WBGT, o seu valor pode ser comparado com os valores limite apresentados na Tabela 16, em anexo, de modo a que sejam adotadas medidas quando necessário.⁴⁶

Em 1982, a International Standard Organisation, utilizou pela primeira vez o índice WBGT para avaliar as condições de trabalho em ambientes térmicos quentes.

A American Conference of Governmental Industrial Hygienists recomendou a adoção de valores-limite para o stress térmico, utilizando o índice WBGT. O National Institute for Occupational Safety and Health indica o WBGT como o índice mais apropriado para utilização industrial.²³

3.7.3. Índice de stress térmico

O índice de stress térmico consiste na carga de sudção resultante de um ambiente térmico quente. De facto, para equilibrar o balanço térmico, o organismo ativa o processo de transpiração, cuja evaporação aumenta à medida que o

desequilíbrio térmico se agrava. A sua determinação pode ser feita através de gráficos ou de equações.²³

É um índice muito conveniente quando se estudam medidas de controlo, pois permite conhecer a contribuição dos diversos fatores do ambiente térmico e a determinação teórica das medidas eventualmente tomadas.²³

3.7.4. Índice de sudação requerida

O índice de sudação requerida (ISR) associa-se ao débito ou velocidade de sudação necessário pelo organismo para manter a homeotermia durante toda a exposição. É um índice complexo e seguramente o mais rigoroso. Através de um programa informático, a sua determinação é relativamente fácil.²³

3.7.5. Temperatura efectiva

A temperatura efetiva é um conceito que pretende definir várias combinações de temperatura seca, movimento do ar e humidade relativa que originem a mesma sensação térmica. Através de vários estudos, foram realizados normogramas que caracterizam ambientes equivalentes, pelos quais é possível determinar a temperatura efetiva.²³

O índice de temperatura efetiva foi o primeiro índice fisiológico de stress estabelecido, tendo sido substituído pelo índice de temperatura efetiva corrigida. Ambos são pouco fidedignos para temperaturas ambientais elevadas.²³

3.8. Legislação portuguesa

Relativamente aos ambientes térmicos de trabalho, as Leis, Decretos-Lei e Portarias que referem as obrigações legais são os seguintes:

- Lei n.º 7/2009. Diário da República (DR) n.º 30, Série I de 2009-02-12: Assembleia da República - Aprovação da revisão do Código do Trabalho;
- Decreto-Lei n.º 352/2007. DR 204 SÉRIE I, de 23 de Outubro: Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social – Aprovação da nova Tabela Nacional de Incapacidades por Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais, revogando o Decreto-Lei n.º 341/93, de 30 de

Setembro, e aprovação da Tabela Indicativa para a Avaliação da Incapacidade em Direito Civil;

- Decreto-Lei nº 50/2005 de 25 de Fevereiro de 2005 - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho
- Lei n.º 99/2003. DR n.º 197, Série I-A de 2003-08-27: Assembleia da República – Aprovação do Código do Trabalho;
- Decreto-Lei n.º 503/99, de 20 de Novembro: Aprovação do novo regime jurídico dos acidentes em serviço e das doenças profissionais no âmbito da Administração Pública;
- Portaria 987/93 de 6 de Outubro: Estabelecimento das prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho;
- Decreto-Lei 347/93 de 1 de Outubro: Aprovação do documento de prescrições mínimas de Segurança e de Saúde do trabalho;
- Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de Agosto: Aprovação do Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de Escritório e Serviços. Este faz referência às obrigações legais relativas às: condições e ambiente de trabalho: deverão proteger a saúde e o bem-estar dos trabalhadores; condições de temperatura e humidade: deverão garantir boas condições termo higrométricas, com temperatura entre os 18°C e os 22°C, se possível; - alterações bruscas de temperatura: pausas no horário de trabalho: deverão ocorrer sempre que os trabalhadores sejam submetidos a temperaturas muito altas.
- Portaria nº 702/80 de 22 de Setembro que alterou a portaria nº 53/71 de 3 de Fevereiro – Aprovação do regulamento geral de Segurança e Higiene no Trabalho nos estabelecimentos industriais.⁴⁶

4- Avaliação do ambiente térmico

4.1. Introdução

A realização da revisão bibliográfica apresentada no capítulo anterior permitiu um melhor enquadramento e uma perceção mais aprofundada sobre os conceitos relacionados com a avaliação de condições ambientais relativas ao ambiente térmico. Este enquadramento serviu de base de conhecimentos para a realização de uma componente prática, utilizando para isso normas que foram estudadas e seleccionadas pelo seu grau de pertinência, tendo em vista igualmente os condicionamentos técnicos ao nível de disponibilidade de equipamentos para a realização desta avaliação.

O objetivo deste capítulo passa por apresentar a avaliação das condições de trabalho em termos de ambiente térmico (stress e conforto térmico) através da análise e tratamento de dados relativos a parâmetros térmicos nas instalações da empresa *Mobipeople*, tecnologia e Inovação Lda.

De acordo com as diretivas europeias, as técnicas e procedimentos de medição para determinar o nível de conforto térmico devem basear-se nas normas ISO que se aplicam nesta área. A avaliação do ambiente térmico na *Mobipeople* baseou-se nas seguintes normas:

- ISO 7726:2002⁴⁸
- ISO 7243:1989⁴⁷
- ISO 7730:2005⁴³

4.2. Equipamento e métodos

4.2.1. Avaliação do stress térmico na produção

Para a realização destas medições foram utilizados equipamentos que cumprem os requisitos exigidos pelas normas europeias aplicáveis. Os equipamentos utilizados para a medição dos parâmetros no pavilhão industrial foram o WBGT – heat stress monitor modelo 1219, Brüel & Kjær; um transdutor MM0030, Brüel & Kjær, com 3 sondas (uma para a temperatura seca do ar, uma para a temperatura de bolbo húmido e uma para a temperatura de globo negro, todas elas

com termo-resistências constituídas de platina (Pt100), garantindo uma sensibilidade e precisão extrema); um *Airmeter Fluck 975* e um termohigrómetro.

O WBGT - *Heat Stress Monitor modelo 1219* pode ser utilizado na medição de vários tipos de indústria nas quais haja potenciais problemas de stresse térmico. Está preparado para medir na gama de temperatura 5 °C a 55 °C, sendo que o transdutor M0030 pode ser usado até 75 °C e pode operar em condições de humidade relativa até aproximadamente 90%. De acordo com a norma ISO 7243, a determinação do índice WBGT permite realizar uma estimativa do stresse térmico a que um trabalhador está sujeito no momento em que as medições são efetuadas. O cálculo deste índice é baseado em parâmetros de medição físicos (temperatura globo, temperatura de bolbo húmido natural e, em algumas situações, temperatura seca do ar). De acordo com as recomendações fornecidas pela referida norma e pelo manual do equipamento, as medições foram realizadas no período em que ocorrem tensões máximas de calor, portanto nos períodos normalmente mais quentes: no Verão e a meio do dia. As medições nos diversos pontos foram realizadas entre os dias 29 de Junho de 2015 e 3 de Julho de 2015, período durante o qual foram registadas temperaturas máximas diurnas entre os 27 °C e os 34 °C.

A ISO 7243 recomenda que o cálculo dos valores médios deve basear-se em períodos superiores a 1 hora, devendo estes serem os mais representativos da exposição à situação de calor. Se não for possível determinar a hora mais representativa para as medições, deve ser registado um período de medição mais longo e o valor médio dos valores máximos por hora. Foi utilizado apenas 1 conjunto de sondas MM0030 que foi colocado a 1,1m, valor médio recomendado pela norma ISO 7726, de modo a recolher o valor de WBGT, simulando os trabalhadores em pé, durante a realização das diversas tarefas.

As medições foram realizadas em 4 pontos na zona de produção, no escritório do rés-do-chão, e num dos escritórios do 1º andar. Foram recolhidos dados durante o período de trabalhos e ao longo de várias horas, de modo a verificar a evolução do ambiente térmico ao longo do turno de trabalho.

É importante referir que, como a zona de produção se encontra toda localizada na mesma nave, existem postos de trabalho cujo ambiente térmico é semelhante. Os postos de trabalho onde foram efectuadas as medições foram os mais heterogéneos. Os valores obtidos na medição realizada na zona da estrutura foram utilizados para efeitos de cálculo também na zona de preparação de pintura,

assim como os valores obtidos no posto de acabamentos foram utilizados para os cálculos do posto das transformações, dada a proximidade entre ambos e não existirem factores de especial diferenciação que possa ter influência no ambiente térmico.



Figura 2 - Realização de medições num dos postos de trabalho (interior Minibus)

Devido à existência de diversas clarabóias, que por vezes permitem a incidência da radiação solar direta sobre as zonas de trabalho, uma das medições foi precisamente realizada sob uma das clarabóias com o intuito de comparar a zona afeta com as restantes zonas da nave. Esta medição ocorreu no posto de trabalho do chapeamento.

No posto de trabalho de pintura não foram efectuadas medições, visto que este posto é uma estufa, na qual os trabalhadores apenas se encontram em períodos de tempo inferiores a uma hora, para além de ser um posto com ambiente térmico controlado.

4.2.2. Avaliação do conforto térmico nos escritórios

Na avaliação do ambiente térmico dos escritórios da empresa foi utilizado o monitor de conforto térmico da Brüel & Kjær (1986), modelo 1212, que segue a norma ISO 7730. Este monitor permite a ligação de um sensor MM0023 cujo tamanho e forma elipsoidal são tais que a relação das perdas de calor por convecção e radiação é semelhante à que se verifica no corpo humano. Foi realizada uma avaliação, de acordo com a norma indicada, para avaliar os valores do isolamento térmico do vestuário, I_{cl} , da atividade, M , e da pressão parcial de

vapor, p_a . O sensor integra a influência da temperatura seca do ar, T_a , da temperatura média radiante, T_r , e da velocidade do ar, v_a , aquecendo a respetiva superfície até à temperatura da superfície do vestuário correspondente a um indivíduo vestido e em conforto.

O monitor de conforto térmico possibilita a medição direta dos índices de PMV e PPD, entre outros parâmetros relacionados com o conforto térmico, como é o caso da temperatura operativa, que consiste na combinação da temperatura ambiente com a temperatura radiante média de forma a que esse valor reflita as mesmas perdas de calor (por convecção e radiação) que a temperatura real.²³



Figura 3 - Monitor de conforto térmico da Brüel & Kjær, modelo 1212, e sensor MM002

Segundo a última atualização da norma ISO 7730:2005, o conforto térmico de um determinado local é avaliado conforme a tabela 7. A tabela 7 apresenta o conforto térmico global dividido por categorias, o que significa que quando os índices de PPD e PMV ultrapassam os valores da categoria C, considera-se que o ambiente térmico já não reúne condições de conforto.

Na EN1525:2007 1 é apresentado um quadro que estabelece a relação entre as categorias de conforto de algumas normas ISO, nomeadamente da ISO 7730:2005, e as situações e tipos de espaço que exigem estar enquadradas nessas mesmas categorias. As categorias A, B e C de conforto térmico correspondem respectivamente correspondentes a I, II e III. Esta classificação é apresentada na tabela 17.⁴⁹

Tabela 7- Classificação do conforto térmico global por categorias

Categoria	Estado térmico corporal	
	PPD %	PMV
A	<6	-0,2 < PMV < + 0,2
B	<10	-0,5 < PMV < + 0,5
C	<15	-0,7 < PMV < + 0,7

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Caracterização dos postos de trabalho

Tabela 8 – Temperatura seca do ar máxima diurna nos dias das medições

Dia	Posto de trabalho	Temperatura seca do ar (°C)
30/06/2015	Estrutura	33
01/07/2015	Acabamento	27
02/07/2015	Chapeamento/ Rês-do-Chão	31
03/07/2015	Interior Mini-bus/ 1º Andar	32

A tabela 8 apresenta as temperaturas máximas diurnas registadas no exterior, para a zona onde se localiza o estabelecimento industrial da Mobipeople.

Na tabela 9 estão os valores médios aproximados da taxa metabólica de cada posto de trabalho, de acordo com a classe metabólica das tarefas desenvolvidas.

Tabela 9 - Valores de atividade metabólica por posto de trabalho de acordo com a classe metabólica

Posto de Trabalho	Classe Metabólica	[W/m ²]	[W]
Estrutura	3	230	415
Preparação da Pintura	1	100	180
Pintura	1	100	180
Chapeamento	2	165	295
Acabamentos	2	165	295
Transformações	1	100	180
Interior Minibus	1	100	180

4.3.2. Avaliação do stresse térmico na produção

Os valores máximos obtidos ao longo do processo de recolha de dados foram os apresentados na Tabela 10 e Tabela 11.

Tabela 10 - Valores máximos das medições efetuadas

Posto de Trabalho	T _{máx} Exterior	WBGT máx.	T _{bhn} máx.	T _{globo} máx.	Tar máx
Estrutura	31	28,6	28,4	29,2	28,8
Preparação da Pintura	31*	28,6*	28,4*	29,2*	28,8*
Pintura	-	-	-	-	-
Chapeamento	33	29,6	28,9	32	28,8
Acabamentos	27	26,1	26	26,3	25,7
Transformações	27*	26,1*	26*	26,3*	25,7*
Interior Minibus	32	28,2	28,1	28,5	28,4

Tabela 11 - Avaliação da conformidade do stresse térmico relativa ao índice WBGT

Posto de Trabalho	[W/m ²]	[W]	Classe Metabólica	WBGT _{máx}	Valor de Referência	Conformidade
Estrutura	230	415	3	28,6	25	Não Conforme
Preparação da Pintura	100	180	1	28,6	30	Conforme
Pintura	100	180	1	-	-	-
Chapeamento	165	295	2	29,6	28	Não Conforme
Acabamentos	165	295	2	26,1	28	Conforme
Transformações	100	180	1	26,1	30	Conforme
Interior Minibus	100	180	1	28,2	30	Conforme

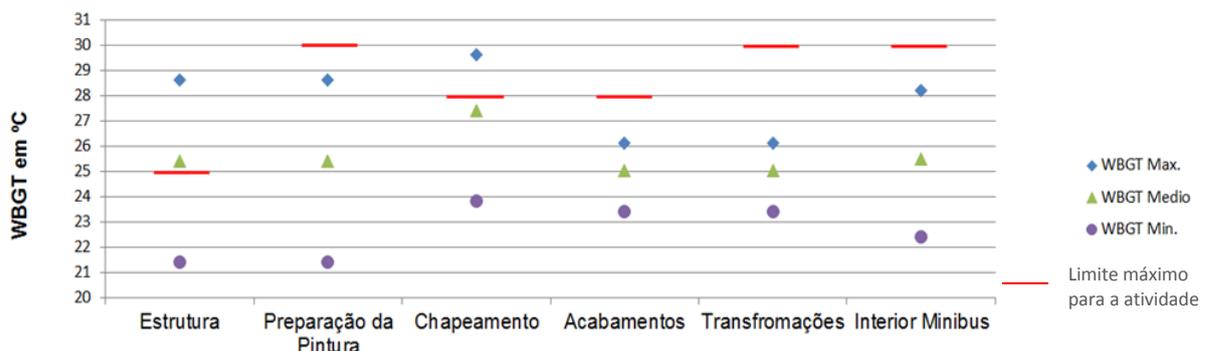


Figura 4 -- Comparação dos valores de WBGT com o limite WBGT para as atividades desenvolvidas em cada posto de trabalho

A figura 4 apresenta a comparação dos valores de WBGT máximos registados em cada ponto, sob as diferentes condições evidenciadas no período da realização das medições em cada posto de trabalho, com os valores de WBGT de referência disponibilizados pelas normas. Podemos verificar que em dois postos de

trabalho, no chapeamento e na estrutura, foram identificadas situações de não conformidade, em que o valor máximo de WBGT registado durante o período de medições é superior ao recomendado pelos valores de referência da norma ISO 7243 (ver Tabela 11).

Através da análise e comparação dos resultados com as recomendações da norma ISO 7243 podemos verificar que as situações de não conformidade são reais em alguns postos de trabalho. Os dias de maior temperatura máxima exterior reflectem-se no aumento dos valores máximos de WBGT. Podemos ainda verificar que no dia em que foram realizadas medições na zona de chapeamento, (sob uma clarabóia), verificou-se o pico máximo de WBGT, pelo que as clarabóias podem ter alguma influência no índice de stresse térmico e correspondente carga térmica a que os trabalhadores estão sujeitos.

4.3.3. Resultados de conforto térmico nos escritórios

A avaliação do conforto térmico foi realizada por medição direta. Para realizar as medições foi necessário calcular três parâmetros que são introduzidos como *inputs* no equipamento: o índice de atividade metabólica, o isolamento térmico do vestuário e pressão de vapor, que são apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Valores utilizados para medições com o equipamento termal confort meter modelo 1212, Brüel & Kjær

Posto de Trabalho	Atividade metabólica (met)	Isolamento térmico do vestuário (clo)	Pressão de Vapor (kPa)
Escritório Rés-do-Chão	1,4	0,6	1,8
Escritório 1º Andar	1,2	0,6	1.5 - 1,8

Para o escritório localizado no rés-do-chão os valores de PPD e PMV registados apresentam-se nas figuras 5 e 6. Os valores de PMV e PPD do 1º andar estão representados nas figuras 7 e 8.

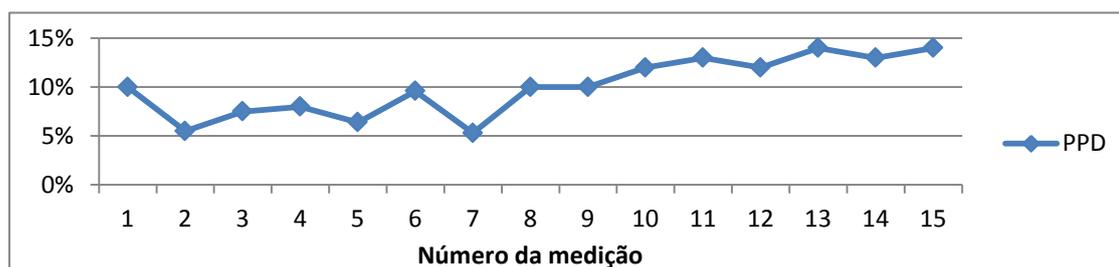


Figura 5 - Valores de PPD registados no escritório do rés-do-chão

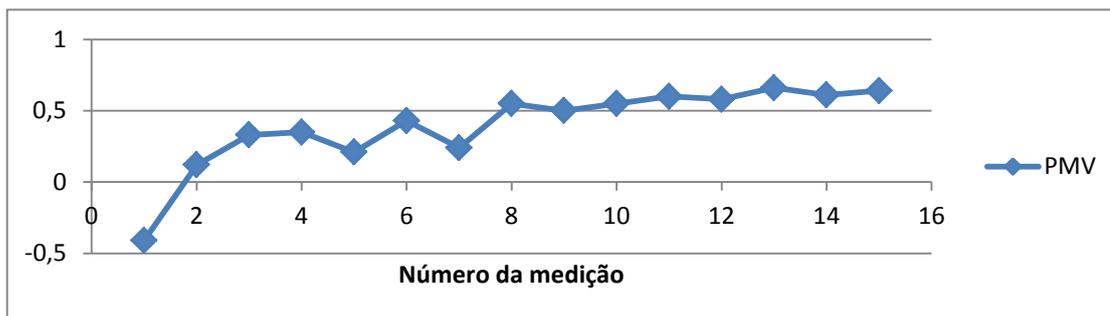


Figura 6 - Valores de PMV registados no escritório do rés-do-chão

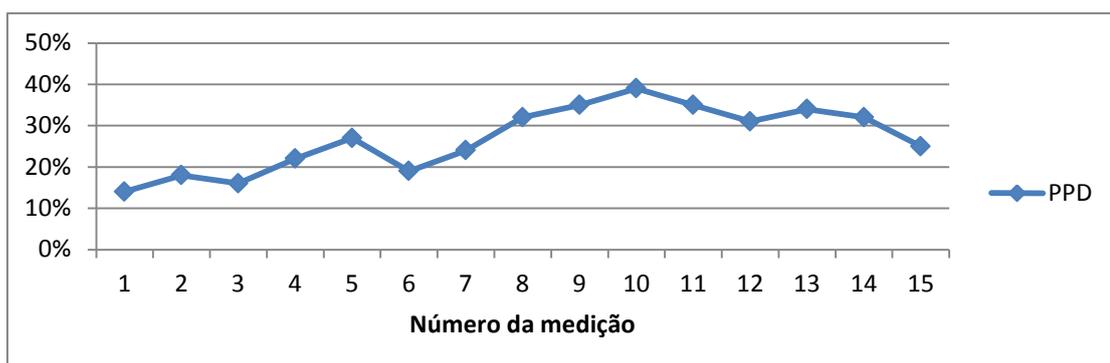


Figura 7 - Valores de PPD registados no escritório do 1º andar

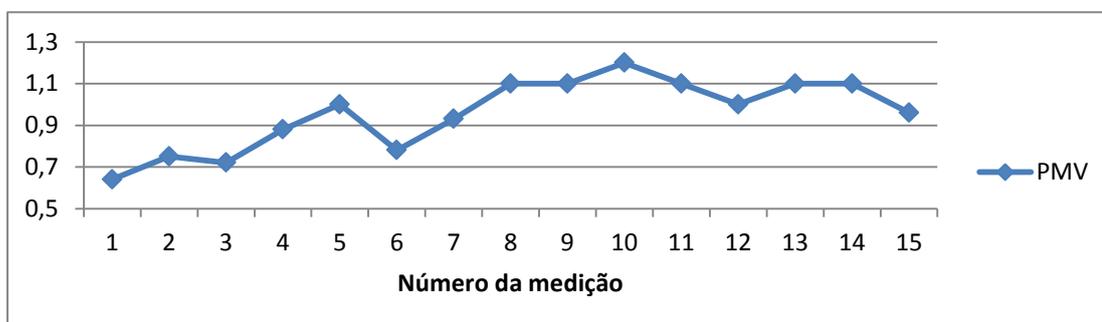


Figura 8 - Valores de PMV registados no escritório do 1º andar

Para analisar estes resultados, podemos verificar a classificação definida nos valores de referência que se encontram na tabela 7 e comparar com os resultados medidos nos escritórios, avaliando as condições de conforto dos mesmos e classificá-las segundas as categorias indicadas pela norma ISO 7730 (2005).

Tendo em conta ainda as considerações dadas pela tabela 17 (em anexo) podemos verificar que no que diz respeito às recomendações mínimas de classificação de conforto para o tipo de espaço podemos verificar que este espaço não exige enquadramento na categoria I e II, sendo por isso aceitável que surjam classificações de nível III, correspondentes a C.

Com a análise da tabela 13, podemos verificar que no escritório do rés-do-chão não existem situações de desconforto consideráveis.

Tabela 13 - Análise da avaliação do conforto térmico no escritório do rés-do-chão por categorias

Medição	Temp. Op. (°C)	Temp. Conf (°C)	Temp. Equiv. (°C)	Dif. Temp	PMV	PPD (%)	Classificação
1	24,8	22,8	21,5	1,5	-0,41	10,0	B
2	25,2	23	23,4	-0,05	0,12	5,5	A
3	25,4	22,8	24	-1,4	0,33	7,5	B
4	25,5	22,6	24,2	-1,6	0,35	8,0	B
5	25,8	22,6	23,6	-0,1	0,21	6,4	B
6	26,6	22,6	24,5	-1,8	0,43	9,6	B
7	26	22,5	23,6	-1	0,24	5,3	A
8	26,3	22,9	25,1	-2,5	0,55	10,0	B
9	26,6	22,9	25,1	-2,2	0,5	10,0	B
10	26,7	22,9	25,3	-2,4	0,55	12,0	C
11	27	22,9	25,4	-2,5	0,6	13,0	C
12	26,8	22,8	25,5	-2,5	0,58	12,0	C
13	27	22,9	25,8	-2,9	0,66	14,0	C
14	27	22,8	25,5	-2,7	0,61	13,0	C
15	26,9	22,8	25,7	-2,8	0,64	14,0	C

Nos escritórios do 1º andar a situação já não é tão favorável. Praticamente em todas as medições os níveis de conforto térmico ultrapassam as recomendações, como podemos constatar na análise da tabela 14. Esta não conformidade verifica-se mesmo em horas de menor temperatura exterior. Este resultado é muito provavelmente devido à proximidade com o telhado, baixo isolamento térmico e maior área de janelas de vidro, que colocam este local em maior exposição às condições térmicas exteriores.

Recorrendo à norma EN 1525:2007, verifica-se a indicação fornecida pela tabela 17, a categoria IV, que diz respeito a valores que ultrapassam a categoria C. Estes valores poderão ser aceitáveis se se verificarem num limitado período de tempo, ao longo do ano. Neste caso, dado que os valores obtidos fogem largamente à margem de valores de PMV e PPD aceitáveis, não será um caso em que se possa aplicar esta exceção.

Tabela 14 - Análise da avaliação do conforto térmico no escritório do 1º andar por categorias

Medição	Temp. Op. (°C)	Temp. Conf (°C)	Temp. Equiv. (°C)	Dif. Temp	PMV	PPD (%)	Classificação
1	26,2	22,9	25,7	-2,9	0,64	14	C
2	26,6	23,7	26,7	-3	0,75	18	Não conforme
3	26,5	24,7	27,1	-2,4	0,7	16	C
4	27,3	24,7	27,7	-3	0,88	22	Não conforme
5	27,7	24,7	28	-3,3	1	27	Não conforme
6	27,4	24,7	27,5	-2,7	0,78	19	Não conforme
7	28	24,7	27,9	-3	0,93	24	Não conforme
8	28,2	24,7	28,4	-3,6	1,1	32	Não conforme
9	28,8	24,7	28,6	-3,7	1,1	35	Não conforme
10	29,1	24,7	29	-4,2	1,2	39	Não conforme
11	28,8	24,7	28,6	-3,6	1,1	35	Não conforme
12	28,7	24,7	28,2	-3,4	1	31	Não conforme
13	28,8	24,7	28,3	-3,5	1,1	34	Não conforme
14	28,5	24,7	28,2	-3,6	1,1	32	Não conforme
15	28,2	24,7	28	-3,3	0,96	25	Não conforme

4.4. Recomendações

Para a resolução das situações de não conformidade registadas na produção poderão ser tidas em conta essencialmente as seguintes abordagens:

- Aumento do número dos extractores existentes;
- Instalação de um sistema de ventilação e exaustão;
- Instalação de um sistema de insuflação de ar nas zonas mais afectadas, ou outros sistemas de refrigeração;
- Melhoramento do isolamento térmico da nave, através de revestimento do telhado e paredes;
- Redução do número de clarabóias, nomeadamente tapar as que incidem mais directamente nas áreas de trabalho, preferencialmente durante a época de verão, visto que poderá ter algum impacto no ambiente térmico e consequentemente na diminuição do stresse térmico.

No que diz respeito ao conforto térmico nos escritórios do rés-do-chão, apesar da ausência de não conformidade durante o período de medição, será recomendável que haja um arejamento mais frequente.

No escritório do 1º andar será de importância elevada instalar um sistema de ar condicionado de modo a controlar o ambiente térmico e melhorar o sombreamento dos envidraçados, através da aquisição de vidros e cortinas que possam refletir de modo mais eficaz a radiação solar.

5- Conclusão

O atual regulamento que permite o desenvolvimento de atividades industriais no nosso país, o SIR, veio trazer benefícios ao processo de licenciamento. Aparentemente, existe uma maior preocupação com a simplificação do processo na última década, que poderá ser um elemento chave na evolução do setor secundário.

A legislação tem evoluído no sentido de ir ao encontro dos interesses do setor industrial, procurando desburocratizar este processo e facilitar a criação de empresas. Tem havido uma maior tendência a condensar a informação e a articular a legislação com outros regulamentos que interfiram na autorização para iniciar a atividade industrial. Podemos, assim, concluir que tem havido uma evolução legislativa no sentido de tornar o processo mais célere e menos oneroso.

Apesar do conforto térmico ser contemplado durante o processo de licenciamento industrial, não existe legislação nacional que defina objetivamente os valores dos parâmetros utilizados na sua avaliação. Como se pôde verificar pela análise da revisão bibliográfica realizada sobre este tópico, o conforto térmico tem uma grande influência no bem-estar e na produtividade dos trabalhadores, sendo do interesse das empresas criar as melhores condições de modo a que o exercício da atividade laboral seja otimizado. Neste contexto, será importante a utilização das normas internacionais, nomeadamente as ISO que foram desenvolvidas no âmbito do ambiente térmico, que são um excelente guia para auxiliar na verificação de condições de ambientais e na avaliação potencial de riscos, visto que determinam de forma concreta e rigorosa, definem parâmetros, estabelecem limites e indicam metodologias para serem colocadas em prática nos estabelecimentos industriais.

Relativamente à avaliação do ambiente térmico, os resultados obtidos foram relativamente satisfatórios, e visto que a sua recolha foi realizada em dias de temperaturas bastante elevadas, representam as condições numa situação próximo de limite, o que implica que não serão necessários procedimentos muito elaborados para garantir o conforto térmico ao longo do ano. No entanto os escritórios do primeiro andar deverão ser alvo de especial atenção, visto que se afastam largamente dos parâmetros desejados.

Bibliografia

1. *Decreto-Lei n.º 169/2012 de 1 de Agosto.*
2. *Decreto-Lei n.º 73/2015 de 11 de Maio.*
3. Guia do Investidor em Portugal - AICEP Portugal Global. (2011).
4. *Decreto-Lei n.º 69/2003, de 10 de Abril.*
5. Lança, P., Araújo, T., Nunes, M. & da Costa, F. SISTEMA DE INDÚSTRIA RESPONSÁVEL. in (Direção Regional da Economia de LVT, 2012).
6. Cerqueira, Patrícia Sofia Santos - Licenciamento industrial: análise do tempo de tramitação dos processos de licenciamento [Em linha]. Lisboa: ISCTE, 2010. Dissertação de mestrado. [Consult. 24 Agosto 2015] Disponível em [www:<http://hdl.handle.net/10071/3](http://hdl.handle.net/10071/3).
7. IAPMEI. SISTEMA DA INDÚSTRIA RESPONSÁVEL - SIR. in (Governo de Portugal - Ministério da Economia, 2012).
8. Especial, N. Exposição Portugal-OIT : Dinâmicas de uma Relação / Portugal-ILO Exhibition : Dynamics of a Relationship – 1919-1933 Colóquio Portugal-O Conference « Portugal-. 6–9 (2011).
9. *Decreto-Lei n.º 109/91 de 15 de Março de 1991.*
10. *Decreto-Lei n.º 209/2008 de 29 de Outubro.*
11. AEP - Associação Empresarial de Portugal. *REAI - Regime de exercício da actividade industrial.* (2010).
12. <http://www.iapmei.pt/iapmei-art-03.php?id=3228> (acedido em 6 Agosto 2015).
13. *Decreto-Lei n.º 48/2011 de 1 de Abril.*
14. <http://www.portugalglobal.pt/PT/InvestirPortugal/Criareinstalar/Paginas/Licenciamento.aspx> (acedido em 6 Agosto 2015).
15. <http://www.iapmei.pt/iapmei-art-03.php?id=2485> (acedido em 6 Agosto 2015).
16. <https://www.portaldocidadao.pt/web/entidade-gestora/novo-sistema-de-industria-responsavel-sir-> (acedido em 6 Agosto 2015).
17. <http://www.dre.min-economia.pt/ms/1/default.aspx?id=5517> (acedido em 6 Agosto 2015).
18. Engenharia, M. E. M., Ocupacionais, S. E. H., Manuel, A. & Martins, Q. Conforto Térmico na Indústria do Papel. (2011).

19. A review of general and local thermal comfort models for controlling indoor ambiances. 309–327 (1967).
20. H. Yoshino, F. Haghghat. - Natural, Mechanical and Hybrid Ventilations - Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
21. Chande, A. Risco de stress térmico em ambiente fabril - Análise comparativa entre a indústria papelreira e vidreira. (2009).
22. Lopes, R. F. Condições de conforto térmico na construção de edifícios. 1–88 (2007) [disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/12161>]
23. Miguel, A. S. *Manual de higiene e segurança do trabalho*. (Porto Editora, 2012).
24. Almeida, H. Análise do conforto térmico dos edifícios utilizando as abordagens analíticas e adaptativa. (2010).
25. Cunha, A. A. Avaliação da percepção da influência do conforto térmico na produtividade. (2013).
26. Falk, B. Effects of thermal stress during rest and exercise in the pediatric population. *Sport. Med.* (1998).
27. ISO 9886:2004. Ergonomia – Avaliação da sobrecarga térmica através de medições fisiológicas.
28. Ruas, Á. *Conforto térmico em ambientes de trabalho*. (1999).
29. Parsons, K. C. *Human Thermal Environments*. (Taylor & Francis., 2002). at <https://books.google.pt/books?hl=pt-BR&lr=&id=WejMAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Human+Thermal+Environments+parsons&ots=hltndQdyE9&sig=bmCb9N4rv560iDaFGkZON0ouc_Y&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>
30. Tecnovisão. - Faro : Escola Superior de Tecnologia- ISSN 0872-752X. - N. 10 (Jul. 2000), p. 12-16 [Disponível em <http://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/52a06>]
31. Fanger, P. Assessment of thermal comfort practice. 313–324 (1973).
32. Rodrigues, M. A. Condições de Trabalho e Conforto em Bibliotecas do Ensino Superior. (2009).
33. ISO 8996:2005. Ergonomia – Determinação da produção de calor metabólico.
34. ISO 9920:2009. Ergonomia de ambientes térmicos – Estimativa de isolamento térmico e resistência evaporativa das roupas.
35. Oliveira, A. Avaliação da Incerteza na Determinação dos Índices de Conforto Térmico PMV e PPD Engenharia Mecânica Júri. (2008).

36. Frota, A. B. & Schiffer, S. R. *Manual do Conforto Térmico*. (Studio Nobel, 1987).
37. *ANSI/ASHRAE Standard 55-2010 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. (2010).
38. Rodrigues, C. *Higiene e Segurança do Trabalho – Manual Técnico do Formando*. (Nufec – Núcleo de Formação, Estudos e Consultoria, 2006).
39. ISO 15743:2009. Ergonomia do ambiente térmico – Locais de trabalho com frio; avaliação e gestão de risco.
40. Talaia, M. Riscos no local de trabalho - ambiente térmico quente Resumo : Abstact :
41. Oliveira, A. *Avaliação de Condições de Trabalho em Sectores de Actividade com Elevada Exposição ao Calor*. 1998
42. Khedari, J., Yamtraipat, N., Pratintong, N. & Hirunlabh, J. Thailand ventilation comfort chart. *Energy Build.* **32**, 245–249 (2000).
43. ISO 7730:2005. *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*.
44. Alexandra, P. & Silva, V. *Estudo do Conforto Térmico numa Lavandaria / Engomadoria*. (2013).
45. Ferreira, M. *Aplicação de um modelo à determinação de índices de conforto térmico*. (2005).
46. Matos, M. *Avaliação do Ambiente Térmico na Cantina do ISEC*. (2011).
47. ISO 7243:1989. *Ambientes térmicos – Nível de desconforto devido ao calor*.
48. ISO 7726:2002. *Ambientes térmicos – Instrumentos e métodos usados nas medições dos parâmetros físicos*.
49. EN 15251 - *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*.(2007)

6- Anexos

Tabela 15 - Classes metabólicas de actividades

Classe	Taxa metabólica média		Valor médio (usado nos cálculos)		Exemplo
	Relativa à unidade de superfície da pele	Relativa à superfície média da pele 1,8m ²	[W/m ²]	[W]	
	[W/m ²]	[W]	[W/m ²]	[W]	
0 (Em descanso)	>55 <70	>100 <125	65	115	Repouso
1 Taxa Metabólica Baixa	> 70 <130	>125 <235	100	180	Sentado: Trabalho manual leve; trabalho de mãos e braços; trabalhos de braços e pernas (conduzir veículos e acionar botões ou pedais); Em pé: operar berbequim, fresadoras, laminadoras, bobinadoras, opear com ferramentas de baixa potência, caminhar (até 2,5 km/h)
2 Taxa Metabólica Moderada	> 130 <200	> 235 <360	165	295	Trabalho contínuo de mãos e braços; trabalho braços e pernas (equipamentos de construção, tractores, camiões; trabalho de braços e tronco; trabalho manual com material moderadamente pesado, apanhar fruta e vegetais, cavar, caminhar entre 2,5 e 5,5 km/h.
3 Taxa Metabólica Elevada	> 200 <260	> 360 <465	230	415	Trabalho intenso de mãos e braços; Carregar material pesado; manusear pás, martelos de forja; trabalhos com madeira dura, ceifa manual, cavar, caminhar entre 5,5 e 7 km/h; Carregar carros de mão; cinzelamento de fundição; colocação de blocos de betão.
4 Taxa Metabólica Muito Elevada	>260	>465	290	520	Actividade muito intensa com um ritmo próximo do máximo. Manusear machado; correr; caminhar a velocidades superiores a 7 km/h.

Tabela 16 - Valores de referência WBGT para as classes metabólicas

Classe Metabólica	Valores de referência para WBGT			
	Indivíduo aclimatado ao calor		Indivíduo não aclimatado ao calor	
0	33		32	
1	30		29	
2	28		26	
3	Movimento do ar impercetível	Movimento do ar perceptível	Movimento do ar impercetível	Movimento do ar perceptível
	25	26	22	23
4	23	25	18	20

Tabela 17 – Determinação das situações e espaços admitidos para as categoria de conforto⁴⁹

Categoria	Explicação
I	Alto nível de expectativa e é recomendada para espaços ocupados por indivíduos muito sensíveis e frágeis, com requisitos especiais tais como deficientes, doentes, crianças e idosos.
II	Nível normal de expectativa e deve ser utilizada em novos edifícios e em edifícios renovados.
III	Ambiente aceitável, nível moderado de expectativa e deve ser usado em edifícios já existentes.
IV	Valores não incluídos nas categorias anteriores. Esta categoria deve ser aceite apenas durante um período do ano limitado.