



Instituto Superior de Línguas e Administração

**Estudo de Ambientes Térmicos Quentes
no Sector da Panificação:
Avaliação das Condições de Trabalho**

Ângela Catarina Duarte Leal

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestrado em
Gestão da Prevenção de Riscos Laborais.

Orientador: Professor Engenheiro Miguel Corticeiro Neves

Leiria

2014

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Professor Engenheiro Miguel Corticeiro Neves, apresentada ao Instituto Superior de Línguas e Administração de Leiria para obtenção do grau de Mestre na especialidade de Gestão da Prevenção de Riscos Laborais, conforme o Despacho n.º 1960/10 da D.G.E.S., publicado na 2.ª série do Diário da República, n.º 217, a 9 de Novembro de 2010.



Instituto Superior de Línguas e Administração

**Estudo de Ambientes Térmicos Quentes no Sector da
Panificação:**

Avaliação das Condições de Trabalho

Ângela Catarina Duarte Leal

Data da Defesa: 22 de Dezembro d 2014

Presidente de júri: Professor Engenheiro Manuel Pedro Fernandes Graça

Arguente: Mestre Hélder José da Silva Simões

Orientador: Professor Engenheiro Miguel Corticeiro Neves

Leiria

2014

Agradecimentos

Uma dissertação, apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas. Desde o início do mestrado, contei com a confiança e o apoio de muitas pessoas e instituições. Sem estes contributos, esta investigação não teria sido possível. Assim, gostaria de expressar os meus agradecimentos pela forma como contribuíram para os resultados.

Ao meu Professor e Orientador Engenheiro Miguel Corticeiro Neves pela orientação, partilha de conhecimentos científicos e precioso apoio prestado ao longo do trabalho.

Ao Professor Mário Talaia do Departamento de Física da Universidade de Aveiro e ao Professor Virgílio de Oliveiro do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Engenharia de Coimbra pela disponibilidade, conhecimento e experiência demonstrados durante a elaboração deste trabalho, muito úteis para alcançar os objectivos pretendidos.

Às empresas de prestação de serviços externos de Segurança e Higiene no Trabalho e ao ISLA, que disponibilizaram os equipamentos para avaliação das condições de ambiente térmico.

Às empresas de panificação que se disponibilizaram a participar neste estudo.

A todos os entrevistados que participaram na preparação e execução das entrevistas e que contribuíram com a sua disponibilidade, saber e experiência para os objectivos deste estudo.

O meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

Resumo

A avaliação do ambiente térmico no local de trabalho envolve o conhecimento e aplicação de conceitos e princípios tanto na averiguação da resposta humana ao ambiente térmico, quanto na utilização de métodos de medição. Como a temperatura do ar, a temperatura radiante, a humidade do ar, a velocidade do ar, o isolamento do vestuário e a taxa metabólica. Estes parâmetros devem ser relacionados e avaliados de forma objectiva e subjectiva, uma vez que, mais do que qualquer outro agente físico, os riscos potenciais à saúde para trabalhos em ambientes quentes dependem de factores fisiológicos que levam a uma variação da susceptibilidade em função do nível de aclimatação. Deste modo, torna-se pertinente investigar se a sensação térmica dos trabalhadores do sector da panificação corresponde aos resultados obtidos, recorrendo à aplicação de modelos matemáticos. Sendo assim, foi estabelecido um modelo de análise que identifica hipóteses a serem testadas. Com o desenvolvimento da investigação, considerou-se, ainda, adequada a verificação dos equipamentos de medição utilizados para avaliar as condições climáticas dos locais de trabalho, uma vez que estes não correspondiam aos requisitos dos instrumentos de avaliação. Da análise dos resultados obtidos foi possível verificar que, quanto aos equipamentos utilizados para a realização de medições, existiu a necessidade de encontrar um factor de correcção de uma temperatura de globo de 50 mm para um globo *standard*. Quanto aos resultados da investigação propriamente dita, foram confirmadas as hipóteses em estudo, os trabalhadores apresentam uma sensação térmica próxima dos valores avaliados, a qual depende dos anos de afectação ao sector. No entanto, foram verificadas algumas discrepâncias nos resultados obtidos, que indicam que para a avaliação do ambiente térmico quente não se deve recorrer apenas à utilização de métodos que avaliam factores físicos e fisiológicos. Devem, também, ser utilizados métodos que avaliam a resposta subjectiva dos trabalhadores, uma vez que estes devem ser actores e não apenas objectos do processo preventivo.

Palavras-chave: Ambiente Térmico, Sensação Térmica, índice WBGT, Panificação

Abstract

Evaluation of the thermal environment in the workplace involves the knowledge and implementation of the concepts and principles to human response to thermal environment and to measurement methods. Such as air temperature, radiant temperature, air humidity, air speed, the isolation of the clothing and the metabolic rate. These parameters must be related and evaluated in an objective and subjective perspective, because more than any other physical agent, potential health risks for work in hot environments depend on physiological factors which lead to variation on susceptibility depending on the level of acclimatization. In this way, it becomes pertinent to investigate whether the thermal sensation of the bakery workers corresponds to the results obtained through the application of mathematical models. So it was established a model of analysis that identifies hypotheses to be tested. With this research it was considered adequate to verify the measuring equipment used to evaluate weather conditions of the workplaces, since these did not correspond to the requirements of the evaluation tools. With the analysis of the obtained results it was possible to verify that the equipment used to perform measurements, need a temperature correction factor of 50 mm to a globe to the standard globe. The results of the investigation itself, confirmed the hypotheses under study, workers' thermal sensation close to the evaluated values, depending on the years of employment in the sector. However, some discrepancies were observed on the results obtained that encourage to hot thermal environment evaluation should not resort only to use methods that evaluate physical and physiological factors. Must also be used methods to assess the subjective response of workers, since these should be actors and not just objects of the preventive process.

Key-words: Thermal Environment, Thermal Sensation, Index WBGT, Bakery

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
Enquadramento geral do tema	1
Ambiente e contexto do estudo	2
Pertinência e actualidade do tema	4
Definição do problema	5
Estrutura e organização da dissertação.....	6
CAPÍTULO 1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO / REVISÃO DA LITERATURA	9
1.1. Sobrecarga térmica e fisiológica.....	9
1.2. Mecanismos reguladores da temperatura	10
1.2.1. Factores físicos:.....	11
1.2.2. Factores fisiológicos:.....	12
1.2.3. Factores psicológicos:	13
1.3. Efeito patogénicos do ambiente térmico.....	13
1.4. Factores que determinam o ambiente térmico.....	15
1.4.1. Factores Ambientais	16
1.4.1.1. Temperaturas	16
1.4.1.2. Humidade do ar	18
1.4.1.3. Velocidade do ar.....	19
1.4.2. Factores Humanos	20
1.4.2.1. Nível de actividade	21
1.4.2.2. Isolamento térmico	23
1.5. Avaliação do ambiente térmico	24
1.5.1. Método Objectivo – Índice WBGT	28
1.5.1.1. Critérios de avaliação do risco	31
1.5.2. Método Subjectivo – Estratégia SOBANE	33
1.5.2.1. Nível 1 – Diagnóstico preliminar	34
1.5.2.2. Nível 2 – Observação	35
1.5.2.3. Nível 3 – Análise	36
1.5.2.4. Nível 4 – Perícia	37

1.6. Sistemas de controlo de actuação frente ao calor.....	37
1.6.1. Actuações sobre as fontes de calor.....	38
1.6.2. Actuações sobre o meio de propagação.....	39
1.6.3. Actuação sobre o indivíduo	41
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO / APLICAÇÃO.....	45
2.1. Introdução.....	45
2.1.1. Tipo de investigação.....	45
2.1.2. Etapas da investigação.....	45
2.2. Instrumentos de investigação.....	49
2.2.1. Método subjectivo	50
2.2.1.1. Nível 1 – Diagnóstico preliminar.....	50
2.2.1.2. Nível 2 – Observação	51
2.2.1.3. Nível 3 – Análise.....	51
2.2.1.4. Nível 4 – Perícia.....	52
2.2.2. Método objectivo	52
2.2.2.1. Índice WBGT.....	53
2.2.2.1.1. Método de Trabalho	54
2.2.2.2. Estudo Comparativo.....	56
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS	59
3.1. Introdução.....	59
3.1.1. Critérios de análise.....	60
3.2. Resultados e Análise de Resultados.....	61
3.2.1. Estudo comparativo	62
3.2.2. Diagnóstico preliminar	66
3.2.3. Observação e Análise	70
3.2.4. Resultados e análises de resultados da investigação	88
CONCLUSÕES	91
Resultado e contributos da investigação	92

Estudo comparativo – Desenvolvimento de um factor de correcção para a determinação da temperatura do globo.....	92
Nível 1 - Diagnóstico preliminar	93
Nível 2 e 3 – Análise e Observação.....	93
Resultados das hipóteses de investigação levantadas	94
Sugestões de investigações futuras	94
BIBLIOGRAFIA	97

ANEXOS

ANEXOS 1 - NÍVEL 1 – DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	I
ANEXOS 2 - NÍVEL 2 – OBSERVAÇÃO	II

ILUSTRAÇÕES

Índice de Figuras

Figura 1 - Mecanismos físicos de troca de calor (Fonte: ITACA, 2006)	12
Figura 2 - Sistemas de exaustão localizados (Fonte: Diaz, 2004)	39
Figura 3 - Estruturas tipo moinho (Diaz, 2004).....	40
Figura 4 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de globo (painel de 28 lâmpadas).....	57
Figura 5 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de globo (painel de 56 lâmpadas).....	57
Figura 6 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de bolbo húmido e temperatura seca	58
Figura 7 - Curva de calibração da diferença entre a T_{gn150} e a T_{gn50} [Temp. máx. 32,3°C].....	63
Figura 8 - Curva de calibração da diferença entre a T_{gn150} e a T_{gn50} [Temp. máx. 48,5°C].....	63
Figura 9 - Curva de calibração da diferença entre a T_{g150} e a T_{g50} [Temp. máx. 47,2°C].....	64
Figura 10 - Representação dos valores de temperatura húmida avaliados	65
Figura 11 - Representação dos valores de temperatura do ar avaliados	65
Figura 12 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a temperatura do ambiente de trabalho	66
Figura 13 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a humidade do ambiente de trabalho	66
Figura 14 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar as correntes de ar no ambiente de trabalho	67
Figura 15 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar as fontes de calor no ambiente de trabalho	67
Figura 16 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a carga de trabalho.....	67
Figura 17 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a ventilação do local de trabalho	67
Figura 18 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar o vestuário de trabalho	67
Figura 19 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar o consumo de bebidas	67
Figura 20 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a sua satisfação com o ambiente de trabalho nos meses mais quentes	69
Figura 21 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a sua satisfação com o ambiente de trabalho nos meses mais frios	69

Figura 22 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a temperatura do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	71
Figura 23 - Resultados da avaliação da temperatura do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.....	72
Figura 24 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a humidade do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	73
Figura 25 - Resultados da avaliação da Humidade do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.....	74
Figura 26 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a radiação térmica do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	75
Figura 27 - Resultados da avaliação da temperatura de globo do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	76
Figura 28 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar as correntes de ar do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	77
Figura 29 - Resultados da avaliação da velocidade da deslocação do ar no ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	78
Figura 30 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a carga de trabalho de cada posto de trabalho.....	79
Figura 31 - Resultados da avaliação da carga de trabalho de cada posto de trabalho.	80
Figura 32 - Resultados da opinião dos trabalhadores e da avaliação do vestuário de trabalho de cada posto de trabalho.....	81
Figura 33 - Resultados da opinião dos trabalhadores para a satisfação geral com o ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.	82
Figura 34 – Índice WBGT da zona de mistura	85
Figura 35 – Índice WBGT da zona de moldagem	85
Figura 36 – Índice WBGT da zona de cozedura.....	85
Figura 37 – Índice WBGT da zona de embalagem.....	86
Figura 38 – Índice WBGT ponderado.....	87
Figura 39 – Análise das hipóteses da P1	88
Figura 40 – Análise das hipóteses da P2 para trabalhadores com mais de 10 anos de afectação ao sector da panificação	89
Figura 41 – Análise das hipóteses da P2 para trabalhadores com menos de 10 anos de afectação ao sector da panificação	89

Índice de Tabelas

Tabela 1. Efeitos patogénicos provocados pelo calor (Fonte: Diaz, 2004, ITACA, 2006 & Díez, 2007)	14
Tabela 2. Intervalos de temperatura do corpo humano com limites superiores de sobrevivência (Fonte: Mondelo, 1995).....	15
Tabela 3. Factores humanos e factores do ambiente térmico (Fonte: Mondelo, 1995).....	15
Tabela 4. Classificação estimada da velocidade absoluta do ar (Fonte: Mondelo, 1995).....	20
Tabela 5. Categorias de taxas metabólicas e taxas metabólicas respectivas, com exemplos de actividades (Fonte: TLVs [®] e BEIs [®] , 2014)	22
Tabela 6. Altura das determinações para ambientes heterogéneos (Fonte: ISO7243:1989)....	30
Tabela 7. Fontes de ajuste de vestuário (Fonte: TLVs [®] e BEIs [®] , 2014)	31
Tabela 8. Critérios de análise simplificada para exposição a sobrecarga térmica (Fonte: TLVs [®] e BEIs [®] , 2014).....	32
Tabela 9. Diferentes formas de actuação frente a riscos de stresse térmico por altas temperaturas. (Fonte: Diaz, 2004)	38
Tabela 10. Redução da sensação térmica produzida por movimentação de ar (Fonte: Díez, 2007).....	40
Tabela 11. Estrutura temática das normas internacionais para ambiente térmico.....	54
Tabela 12. Caracterização da Amostra	59
Tabela 13. Critérios de análise simplificada para exposição a sobrecarga térmica (Fonte: TLVs [®] e BEIs [®] , 2014).....	61

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

ACIP – Associação do Comércio e da Indústria de Panificação, Pastelaria e Similares

ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*

HR – Humidade relativa

ILO – *International Labour Organization*

INSHT – *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*

IPAC – Instituto Português de Acreditação

ISB – *International Society of Biometeorology*

ISO – *International Organization for Standardization*

met – Metabolismo

$P_{s,ta}$ – Pressão saturada do vapor de água

PHS – *Predicted Heat Strain*

T_a – Temperatura seca do ar

t_i – Tempo de permanência

T_g – Temperatura de globo

TLV[®] – *Threshold Limit Values*

T_{nw} – Temperatura de bolbo húmido ventilado naturalmente

TRM – Temperatura média radiante

v_a – Velocidade do ar

VLA – Valor Limite de Acção

WBGT – *Wet Bulb Globe Temperature*

ϵ_g – Emissividade do globo

Introdução

Enquadramento geral do tema¹

O ambiente térmico do local de trabalho deve ser mantido dentro de limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores. Mas, em território nacional e em ambientes industriais, não se encontra definido um intervalo de conforto, apenas que a temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser adequadas ao organismo humano, tendo em conta os métodos de trabalho e os condicionalismos físicos impostos.

A análise do *state-of-the-art*, reflecte uma preocupação técnica e científica com as questões no âmbito da avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho. Os métodos mais utilizados vão ao encontro da avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho, recorrendo a estações climáticas, sendo que o mercado disponibiliza uma vasta gama de equipamentos com características diferentes uns dos outros. Além disso, estas avaliações não recorrem a uma averiguação da sensação sentida pelos trabalhadores que exercem as suas actividades em tais condições (Parsons, 2003). No que se refere a estas estratégias, a averiguação da sensação térmica sentida pelos trabalhadores, defende-se que só se for necessário se deve recorrer a medições mais objectivas (Malchaire, 2005).

Vários autores definem ambiente térmico como um conjunto de variáveis térmicas que influenciam de forma directa ou indirecta o organismo humano, sendo este um factor importante para a saúde e bem-estar dos trabalhadores. No entanto, a igualdade de valores de temperatura, humidade e velocidade do ar apresentam, para cada pessoa, uma resposta distinta, dependendo da susceptibilidade individual e do seu grau de aclimação. A sensação térmica é uma resposta psicológica do indivíduo, sendo influenciada por factores subjectivos (características fisiológicas e psicológicas de cada pessoa) e causas objectivas (condições termo higrométricas do ambiente, roupa e actividade metabólica). Deste modo, torna-se importante a caracterização dos parâmetros que definem o ambiente térmico que rodeia o Homem, pois estes podem ser um factor de agressão ambiental.

¹ O presente relatório de dissertação de mestrado não adopta a ortografia unificada da língua portuguesa, decorrente do Acordo Ortográfico de 1990 (Academia de Ciências de Lisboa, Outubro de 1990), em vigor desde 2010.

Ambiente e contexto do estudo

Para a realização da presente dissertação, foi definido o seguinte objectivo geral do estudo e os respectivos objectivos específicos nos seus diferentes domínios.

➤ Objectivo geral:

A dissertação pretende avaliar as condições de ambiente térmico nos locais de trabalho quentes, obtidas com recurso a uma avaliação subjectiva, baseada na opinião dos trabalhadores expostos a tais condições, e comparar os resultados obtidos com uma avaliação baseada na aplicação de métodos objectivos.

➤ Objectivos específicos de domínio cognitivo:

Aplicar as escalas de avaliação das variáveis climáticas apresentadas pela Estratégia de Avaliação e de Prevenção / Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho no sector da panificação a trabalhadores que desempenham funções na zona de produção de produtos de panificação;

Aplicar o método WBGT (ISO7243:1989) na avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho de trabalhadores que desempenham funções na zona de produção de produtos de panificação;

➤ Objectivos específicos de domínio psicomotor:

Demonstrar a importância da avaliação das condições de conforto térmico dos locais de trabalho, com base na recolha da opinião do trabalhador, a partir da sua comparação com os resultados medidos;

➤ Objectivos específicos de domínio afectivo:

Verificar se a sensação térmica sentida pelos trabalhadores é semelhante às características térmicas medidas nos locais de trabalho;

Contribuir para trabalhos futuros relacionados com a avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho.

De forma a descrever com mais detalhe o contexto em que se enquadra o trabalho, apresentam-se, de seguida, as questões que motivaram tanto a escolha do sector alvo de estudo, quanto à escolha dos instrumentos de avaliação a utilizar.

Sector alvo de estudo:

Em 2009, a ACIP - Associação do Comércio e da Indústria de Panificação, Pastelaria e Similares apresentou um estudo económico deste sector de actividade, o qual, perante a sociedade, é, ao mesmo tempo, valorizado e esquecido. A ACIP refere, ainda, que a mais-valia deste sector pode ser medida pela importância que as pessoas dão aos produtos por ele confeccionados, que são bens de primeira necessidade, não sendo possível imaginar a nossa sociedade sem os mesmos. Em termos gerais, este sector possui cerca de 9.000 empresas de panificação e pastelaria e 2.500 empresas similares, entre sociedades comerciais e empresários em nome individual. Emprega, em média, 8,6 pessoas por estabelecimento, o que gera 77.400 postos de trabalho directos. Adicionando os empregadores, são cerca de 95.400 indivíduos a laborarem directamente nesta área, para uma população nacional de cerca de 10 milhões de habitantes. Por outro lado, cada funcionário de Panificação e Pastelaria produz, em média, 110,00€ brutos por dia (365 dias por ano), ou seja, produzem um volume de negócio de 8.514.000,00€. E, cada empresário, cerca de 175,00€ brutos, traduzindo-se num aumento de horas de trabalho diário por empresário em relação aos funcionários, ou seja, 18.000 empresários produzem um volume de negócio de 3.150.000,00€. O volume de negócios diário, nestes estabelecimentos, situa-se na média de 13.884.000,00€, sendo que o valor anual ronda os 5.067.660.000,00€. Este valor mantém-se, mais ou menos, inalterado nos oito anos anteriores a 2009, e, apesar de se registar uma quebra nas vendas, a inflação mantinha o volume de negócios. A estes valores declarados aplicam-se todos os impostos directos e indirectos, notando-se, aqui, a importância deste sector para a economia do País.

➤ Instrumentos de avaliação:

Para efeitos do estudo, foram seleccionados dois instrumentos de avaliação. A Estratégia de Avaliação e de Prevenção / Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho proposta por Malchaire numa publicação espanhola de 2003 e pela ISO 15265:2004, que constitui uma ferramenta que orienta os trabalhadores na avaliação das condições de conforto térmico a que estão expostos, recorrendo ao apoio de técnico, e um método objectivo, o índice WBGT, que permite uma estimativa do stresse térmico no homem, estando reconhecido pela ISO7243:1989.

Quanto à escolha do método subjectivo, este foi seleccionado por ser o único método subjectivo proposto por uma norma internacional para avaliação subjectiva em situações de

stresse térmico. No que se refere ao método objectivo, foi seleccionado o índice WBGT por ser um método fácil de utilizar, ser o mais amplamente utilizado pela comunidade técnica e alvo de acreditação pelo IPAC. Este índice apesar da sua longa existência fornece ainda um método que permite um rápido diagnóstico e pode ser facilmente utilizado em ambiente industrial para avaliar a exposição ao calor. O método é, ainda, a uma referência internacional para a estimativa do stresse por calor em trabalhadores, estabelecido como TLV[®] pela ACGIH.

Ao verificar o âmbito da acreditação dos ensaios de avaliação das condições de ambientes térmicos dos diversos laboratórios com métodos acreditados pelo IPAC, encontram-se acreditados apenas os métodos ISO7243:1989 e ISO 7730:2005. Deste modo, os resultados obtidos podem não apresentar o resultado mais próximo da realidade, uma vez que não permitem uma análise detalhada em ambientes quentes. Assim, se for levada a cabo uma avaliação de ambiente térmico nos locais de trabalho, um técnico ou a equipa de prevenção não devem assumir o resultado obtido como o mais fidedigno, mas sim como uma aproximação ao que se pretende avaliar, devendo utilizar outros contributos.

Pretende-se assim, reforçar a necessidade de aplicação de métodos que impliquem a colaboração directa dos trabalhadores, uma vez que estes devem ser actores e não apenas objectos do processo preventivo. Esta filosofia é incutida pela Estratégia SOBANE, da qual se utiliza uma pequena parte referente ao ambiente térmico para a realização do estudo. Esta questão pode ainda ser enquadrada no domínio legislativo nacional, uma vez que a Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro (em vigor desde 27 de Fevereiro de 2014), que procede à segunda alteração ao Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho, aprovado pela Lei 102/2009 de 10 de Setembro, que, no seu artigo 18.º, prevê a consulta aos trabalhadores sobre a avaliação de riscos para a saúde no trabalho.

Pertinência e actualidade do tema

A análise do *state-of-the-art*, reflecte uma preocupação técnica e científica com as questões no âmbito da avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho. Em 2005, o Observatório dos Riscos da Agência Europeia publicou a *Fact Sheet* n.º 60, onde apresentou os Riscos Emergentes, à data. Os ambientes de trabalho susceptíveis de originar desconforto térmico são também incluídos e apontados como um dos casos que carece de avaliações fundamentadas, sendo ainda referenciados, com um alerta, os aspectos relacionados com o trabalho em ambientes térmicos frios e quentes, assim como a observação de riscos de stresse

térmico no sector da panificação. Além disso, o sector da panificação é abrangido por outras exigências, nomeadamente as questões de qualidade e de salubridade do produto, assim como as exigências por parte dos consumidores de produtos com um gosto mais “tradicional”, desenvolvido essencialmente em pequenas unidades de fabrico. Estes aspectos contribuem para a motivação de realizar este estudo. No entanto, os métodos mais utilizados recorrem a avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho sem recorrer a averiguação da sensação sentida pelos trabalhadores que exercem as suas actividades em tais condições. O recurso a estes métodos depende da disponibilidade de equipamentos para efectuar medições, cujo mercado disponibiliza uma vasta gama de equipamentos com características diferentes. No que se refere às estratégias para averiguação da sensação térmica sentida pelos trabalhadores, estas defendem que só se for necessário se deve recorrer a medições mais objectivas. No entanto, se os trabalhadores não forem sensibilizados para a importância do seu papel no processo preventivo, estes podem desvalorizar os métodos existentes, assim como a resposta a inquéritos pode induzir a interpretações erróneas. Deste modo, considera-se pertinente que a averiguação das condições de conforto térmico dos trabalhadores e a avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho devam ser realizadas em simultâneo, recorrendo a métodos subjectivos e métodos objectivos.

Definição do problema

A questão do conforto térmico está definida na legislação vigente que enquadra o sector em estudo, a Portaria n.º 53/71 de 3 de Fevereiro, alterada pela Portaria 702/80 de 22 Setembro, que define o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais. No seu artigo n.º 24.º, refere que “... as condições de temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser mantidas dentro de limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores...”. Deste modo, é necessário conhecer estes limites, mas apenas para o sector do comércio e serviços são apresentados intervalos de referência com carácter legislativo, de modo a garantir que o corpo humano se encontra perante condições ambientais que não prejudicam a sua saúde. O princípio vigente na legislação geral é o de que “... a temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser adequadas ao organismo humano, levados em conta os métodos de trabalho e os condicionalismos físicos impostos aos trabalhadores...”, de acordo com o artigo 7.º da Portaria n.º 987/1993, de 6 de Outubro. Porém, não se encontram definidos limites de tolerância pela legislação nacional, apenas existem valores limites de tolerância do corpo humano ao calor, estabelecidos como TLV®

pela ACGIH. Estes valores recorrem à aplicação de modelos matemáticos de diagnóstico, o índice WBGT fornecido pela ISO7243:1989, que é uma referência internacional para a estimativa do stress por calor em trabalhadores. Quando se fala de ambientes industriais ou muito quentes, diversos autores referem os fenómenos de aclimação ao calor. Em 2011 o *Department of Labor and Industry da Occupational Safety and Health Division* nos Estados Unidos publicou um guia que refere que a adaptação fisiológica ocorre com a exposição repetida aos ambientes quentes, sendo que a capacidade de aclimação varia entre os trabalhadores. Assim, a avaliação das condições de conforto térmico e das condições de ambiente térmico dos locais de trabalho deve ter em conta que cada situação pode ser diferente entre si, não só pela diversidade das características arquitectónicas de cada local de trabalho, também pela razão que em cada posto de trabalho são encontrados diferentes trabalhadores, com características físicas diferentes e que podem apresentar uma resposta térmica diferente. Esta resposta varia de trabalhador para trabalhador e até no mesmo indivíduo, dependendo do seu estado de saúde, estado psicológico e do grau de aclimação ao ambiente a que está exposto. Assim, é necessário definir limites objectivos e subjectivos convenientes para as condições de temperatura e humidade dos locais de trabalho, para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores.

No que se refere ao sector da panificação, este é caracterizado com o risco de exposição de trabalhadores a ambientes térmicos frios e quentes, devido às exigências dos processos produtivos. Deste modo, existe uma necessidade de caracterização do sector, em termos de condições ambientais, uma vez que se encontram disponíveis estudos deste âmbito no sector da panificação e afins em Portugal.

Estrutura e organização da dissertação

O presente trabalho de dissertação encontra-se estruturado da seguinte forma:

Introdução

Capítulo 1 – Enquadramento teórico / Revisão da literatura

Capítulo 2 – Desenvolvimento / Aplicação

Capítulo 3 – Resultados e Análise de resultados

Conclusões

Esta dissertação está organizada em três capítulos que apresentam subcapítulos, onde se descreve de forma estruturada as acções desenvolvidas no âmbito do trabalho de investigação, assim:

Nesta primeira parte do trabalho, é realizada a apresentação do trabalho através do enquadramento geral e do contexto do tema em estudo, onde são apresentados os objectivos do trabalho, a população alvo e os instrumentos de avaliação a serem utilizados, assim como a motivação deste estudo, com a ilustração da pertinência e actualidade do tema, materializado na definição do problema.

No Capítulo 1, apresenta-se a revisão bibliográfica levada a cabo para a realização do estudo, sendo realizado o enquadramento teórico e apresentado a temática do ambiente térmico no local de trabalho.

No Capítulo 2, de acordo com o tipo de investigação utilizada, é apresentada a metodologia de estudo, são definidos os critérios de constituição da amostra e justificada a selecção dos instrumentos de investigação utilizados para recolha de dados (avaliação objectiva e subjectiva das condições de ambiente térmico).

No Capítulo 3, são apresentados os resultados obtidos com os instrumentos de avaliação utilizados, e é feita a análise e discussão dos resultados do estudo, nomeadamente, a resposta às questões formuladas, através da verificação das hipóteses.

Na última parte do trabalho, são apresentadas as conclusões, onde é dada importância aos aspectos retirados do estudo considerados mais relevantes, e são, ainda, sugeridas algumas propostas de prolongamento do estudo.

No final do corpo da dissertação, é apresentada a bibliografia utilizada e consultada, bem como os anexos, os quais apresentam os instrumentos utilizados para a avaliação subjectiva que se pretende realizar.

Capítulo 1 – Enquadramento Teórico / Revisão Da Literatura

A norma ASHRAE Standard 55 caracteriza o conforto térmico como uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Diaz (2004) define ambiente térmico como um conjunto de variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam, de forma directa ou indirecta, o organismo do trabalhador, sendo este um factor importante para a sua saúde e bem-estar. Entende-se que a igualdade de valores de temperatura, humidade e velocidade do ar, apresentam para cada pessoa uma resposta distinta, dependendo da susceptibilidade individual e do seu grau de aclimação. De acordo com ITACA (2006), isto explica-se pelo facto da sensação térmica, ser uma resposta psicológica do indivíduo, influenciada por factores subjectivos (características fisiológicas e psicológicas de cada pessoa) e causas objectivas (condições termo higrométricas do ambiente, roupa e actividade).

1.1. Sobrecarga térmica e fisiológica

Quando o ambiente térmico provoca tensões no organismo, obriga-o a activar os seus mecanismos de defesa naturais para manter a temperatura interna do corpo dentro do seu intervalo normal, constituindo, assim, uma sobrecarga. Estas sobrecargas térmicas (por calor ou por frio) provocam no indivíduo tensões térmicas (por calor ou por frio). Interessa apenas definir para este trabalho que a sobrecarga calorífica (stresse térmico) é a causa que provoca no indivíduo um efeito psicofisiológico denominado tensão provocada por calor (Mondelo, 1995). De acordo com as indicações da ACGIH (TLVs[®] e BEIs[®], 2014) a avaliação da sobrecarga térmica e fisiológica por calor pode ser usada para dimensionar o risco para a saúde e segurança do trabalhador. A sobrecarga térmica é a carga de calor a que o trabalhador pode estar exposto. Resulta da combinação das contribuições do calor metabólico, dos factores ambientais (temperatura do ar, humidade, velocidade do ar e calor radiante) e das vestimentas exigidas para o trabalho. Uma sobrecarga térmica leve ou moderada pode causar desconforto e afectar negativamente o desempenho e a segurança do trabalhador, mas não é prejudicial à saúde. Conforme a sobrecarga térmica se aproxima dos limites de tolerância humanos, aumenta o risco de danos à saúde relacionados com o calor. No que se refere à sobrecarga fisiológica, esta é a resposta fisiológica global resultante da sobrecarga térmica. As respostas fisiológicas destinam-se a dissipar o excesso de calor ao corpo.

Para efeitos práticos deste trabalho, segundo Mondelo (1995), considera-se que o ambiente térmico pode ser de três tipos:

Bem-estar e Conforto: As condições de bem-estar e conforto são ótimas, se o indivíduo se encontra satisfeito e a sua temperatura interna se mantém dentro dos limites fisiológicos normais, sem ter que fazer ajustes para que possa se adaptar a um meio mais ou menos hostil.

Aceitável: As condições aceitáveis, embora o organismo tenha de alcançar um equilíbrio térmico, obrigando-o a determinados ajustes fisiológicos para conservar a sua temperatura interna dentro de limites normais, provocam uma tensão térmica mais ou menos severa, pela sobrecarga térmica existente, a roupa, a actividade e as características individuais. Estes ajustes causam apenas um desconforto psicológico, não existindo danos fisiológicos.

Crítico por Calor: Nas condições críticas por calor, não se alcança um equilíbrio térmico entre o ambiente e o indivíduo. Num ambiente crítico por calor, a temperatura corporal aumenta continuamente até um resultado fatal, se o indivíduo permanece exposto durante um tempo suficiente.

1.2. Mecanismos reguladores da temperatura

O organismo tem um sistema de regulação de temperatura, em que o hipotálamo é o principal centro de regulação. Este centro integra os impulsos térmicos provenientes da superfície cutânea e dos tecidos profundos do corpo. Quando o impulso integrado excede ou fica abaixo do linear de temperatura, ocorrem respostas termorreguladoras que mantêm, com uma variação de cerca de 1,5°C, a temperatura da pele a 35°C e a temperatura interna a 36,8°C. Esta temperatura mantém-se praticamente constante devido ao balanço entre a produção interna de calor e sua eliminação para o meio ambiente, existindo muitos factores externos/internos que influenciam o grau de agressão da temperatura a que se está exposto. Mediante uma actividade física, o ser humano gera calor, dependendo da intensidade desta, a magnitude deste calor será maior ou menor. Para evitar a acumulação de calor produzido pelo corpo existem mecanismos físicos e fisiológicos destinados a dissipar para o ambiente o excesso de calor (ITACA, 2006; Díez, 2007; Moraes, 2010).

Para avaliar o ambiente térmico de um local de trabalho a ISO11399:1995 propõe que a avaliação passe pela aplicação de métodos de avaliação de factores físicos, factores fisiológicos e também factores psicológicos em simultâneo.

1.2.1. Factores físicos

Os mecanismos fisiológicos determinam a troca de calor do corpo humano com o meio ambiente. Quando o trabalhador está exposto junto a uma ou várias fontes de calor, ocorrem trocas térmicas entre o ambiente e o organismo, que podem provocar uma sobrecarga térmica no trabalhador.

Radiação: Troca térmica entre os objectos a diferentes temperaturas. O ganho ou perda de radiação por calor por radiação depende da temperatura dos mesmos. Segundo Díez (2007), a radiação é a transmissão de energia através do espaço por meio de ondas electromagnéticas compreendidas entre os 700nm e 1mm. Todos os corpos emitem e recebem radiação no campo das radiações electromagnéticas correspondentes a infra-vermelhos, em função do seu coeficiente de emissão e absorção. A radiação que é absorvida transforma-se em calor. O corpo humano pode ser considerado um corpo negro, que absorve praticamente 100% das radiações que recebe.

Condução: Troca térmica entre os objectos em contacto. O ganho ou perda de radiação por calor por condução depende da temperatura dos mesmos. Segundo Díez (2007), a troca de calor por condução é insignificante, uma vez que as superfícies em contacto com o corpo humano, regra geral, são muito pouco condutoras e com pequenas superfícies de contacto.

Convecção: Troca térmica entre a pele e o ar circundante. O ganho ou perda de radiação por calor por convecção depende, segundo Díez (2007), da diferença de temperatura entre a pele e o ar, da velocidade do ar, uma vez que as correntes de ar junto da pele favorecem a troca de calor, assim como depende da qualidade da roupa e da parte do corpo coberta, pois, como são isolantes, impedem a trocar de calor.

Evaporação: É o único dos mecanismos que implica perda de calor. Esta perda depende da humidade e da velocidade do ar. Segundo Díez (2007), o suor produzido e depositado sobre a pele no estado líquido evapora-se, arrefecendo a pele, sendo por este mecanismo que o corpo

perde calor. As perdas de calor por evaporação realizam-se ao nível das vias respiratórias e da pele. Quando as condições ambientais são muito agressivas, embora não se produza suor, procede-se ao fenómeno de evaporação sobre a pele que se mantém húmida pela transpiração. Se se equilibrar a equação de balanço térmico para a evaporação do trato respiratório e evaporação, consequência da transpiração da pele, diz-se que se está perante uma situação de conforto térmico. Neste processo interfere a humidade da pele, transpiração e suor, sobre o qual se procede a evaporação, a superfície da pele que está em contacto com o ar, a permeabilidade dos tecidos ao vapor de água e à superfície corporal coberta, além da capacidade do ar circundante de admitir vapor de água.

Os mecanismos físicos de troca de calor podem ser ilustrados através da figura 1.

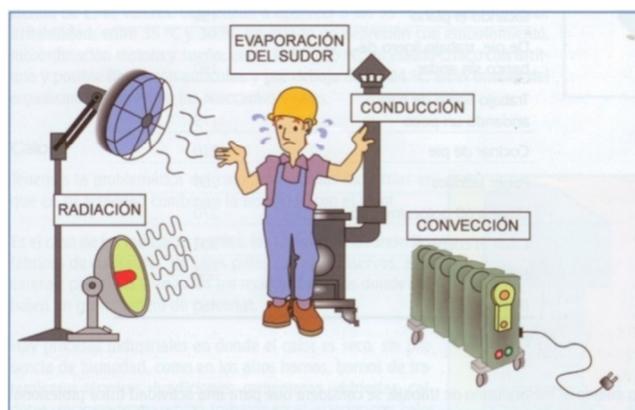


Figura 1 - Mecanismos físicos de troca de calor (Fonte: ITACA, 2006)

1.2.2. Factores fisiológicos

Estes factores referem-se às alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica.

O aumento da temperatura ambiente ou da carga de trabalho provoca um aumento da temperatura corporal das pessoas expostas ao mesmo. Este aumento de temperatura no corpo acciona os mecanismos de sudação e o aumento da irrigação sanguínea para facilitar a perda de calor por convecção através da pele (Diaz, 2004), sendo a capacidade máxima de sudação de cerca de 600Kcal/h, ou seja 1L de suor por hora (ITACA, 2006).

Mais do que para qualquer outro agente físico, os riscos potenciais à saúde para trabalhos em ambientes quentes são extremamente dependentes dos factores fisiológicos que levam a uma variação de susceptibilidade em função do nível de aclimatação. A aclimatação é uma adaptação fisiológica gradual, que aumenta a capacidade individual de suportar a sobrecarga

térmica. A aclimação requer a realização de actividade física em condições de sobrecarga térmica similares àquelas previstas para o trabalho. Um trabalhador pode ser considerado aclimatado para fins do TLV[®] quanto tiver um histórico recente de exposição à sobrecarga térmica de, no mínimo, duas horas seguidas (por exemplo, cinco dos últimos 7 a 10 dias dos últimos 14 dias). A perda de aclimação começa quando a actividade em condições de sobrecarga térmica é descontinuada, ocorrendo uma perda considerável após três ou quatro semanas. Como ela está relacionada com o nível de sobrecarga térmica da exposição, uma pessoa poderá não estar totalmente aclimatada para um nível superior de rendimento, tal como uma onda de calor (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

Desta forma o julgamento dos profissionais mostra-se especialmente importante na avaliação do nível de sobrecarga térmica e de sobrecarga fisiológica por calor, a fim de fornecer uma orientação adequada para a protecção da maioria dos trabalhadores saudáveis, levando em conta os factores individuais e o tipo de trabalho (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

1.2.3. Factores psicológicos

Relacionam as diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo. Diaz (2004) refere que a reacção de uma pessoa perante um ambiente térmico não apresenta uma resposta homogénea, pois em todos os estudos existem sempre uns que mostram apenas um simples desconforto e outros que manifestam características concretas de stresse térmico.

1.3. Efeitos patogénicos do ambiente térmico

De acordo com ITACA (2006), existe uma progressão que vai do estado de conforto até ao desconforto térmico, chegando a situações de stresse térmico que podem provocar lesão ou até a morte. Quando o calor afecta o Homem, a primeira sensação que se obtém é um mau estar que aumenta à medida que os sistemas termorreguladores funcionam para resistir à agressão térmica exercida sobre o corpo. Entretanto, baixa o rendimento de trabalho, as doenças que eventualmente o Homem seja portador apresentam uma tendência a agravar-se, aumenta a probabilidade de acidentes e as mudanças de comportamento são evidentes (Macedo, 2006).

Os efeitos patogénicos provocados pelo calor podem ser divididos em acidentes ou transtornos produzidos por problemas de termorregulação, como se representa na tabela 1.

Tabela 1. Efeitos patogénicos provocados pelo calor (Fonte: Diaz, 2004, ITACA, 2006 & Díez, 2007)

Acidentes	Transtornos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Queimaduras (primeiro, segundo e terceiro grau) ▪ Golpes de calor (quando a temperatura do corpo é igual ou superior a 38°C), sede, agitação, fraqueza, confusão mental, dores de cabeça, taquicardia, sufocamento, dores de estômago e vômitos) _ consequência de trabalho com esforço físico em ambiente quente e húmido. ▪ Hiperpirexia (febre elevada) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instabilidade circulatória (síncope térmico) _ baixa de tensão provocada pela vasodilatação que pode dar lugar a que a irrigação sanguínea não seja suficiente nos órgãos vitais do corpo como o cérebro, provocando desmaios. ▪ Défice salino (dores de cabeça, fadiga, náuseas, vômitos, vertigens, câibras por contração muscular) _ perda de sódio e potássio, etc. ▪ Transtornos cutâneos (vermelhidão, vesiculares, necrose dos tecidos) ▪ Desidratação_ ocorre quando o corpo humano não tem água suficiente para realizar suas funções normais. ▪ Anidrose_ doença da pele em que há redução ou ausência da secreção de suor. ▪ Esgotamento pelo calor _ colapso vascular periférico com palidez e sudção intensa, hipotensão, dores de cabeça, fadiga e confusão mental. ▪ Estado febril _ quando a temperatura do corpo está entre 37,1-37,9°C ▪ Transtornos psiconeuróticos (fadiga térmica)

Quando a temperatura interna do corpo humano assume determinados valores, estes reflectem-se em consequências para a saúde dos indivíduos, de acordo com o definido na tabela 2.

Tabela 2. Intervalos de temperatura do corpo humano com limites superiores de sobrevivência (Fonte: Mondelo, 1995)

Temperatura Corporal (°C)	Consequências
44	Golpes de Calor: Convulsões, coma Pele quente e seca
41	
40	Hiperpirexia
38	Intervalo aproximado de temperatura corporal
36	

1.4. Factores que determinam o ambiente térmico

Para o estudo do ambiente térmico, é necessário analisar os parâmetros térmicos propícios, o corpo humano, os factores do ambiente térmicos e outros factores como a roupa, pois todos eles intervêm em maior ou menor grau para a troca térmica.

Estes factores determinam o ambiente térmico e, como consequência são os responsáveis do conforto ou desconforto do mesmo. Segundo Diaz (2004), podem ser denominados como factores humanos ou factores subjectivos e factores do ambiente térmico ou causas objectivas representados na tabela 3 (ITACA, 2006; Mondelo, 1995).

Tabela 3. Factores humanos e factores do ambiente térmico (Fonte: Mondelo, 1995)

Factores Humanos	Factores do Ambientais
Temperatura do corpo (°C): Interna ou corporal Esofágica Rectal Sublingual, oral ou bocal Timpânica Da pele ou cutânea	Temperaturas (°C): Do ar ou seca ou de bolbo seco (T_a) Húmida ou de bolbo húmido (T_{nw}) Do globo (T_g) Radiante Média (TRM) Temperatura operativa (T_o)
Calor metabólico (M), em joules (J) ou met ($58,15W/m^2$)	Humidade do ar Humidade relativa (HR) em % Pressão parcial de vapor de água (pa)
Força (F) em Newton (N)	

Tabela 3. (Cont.) Factores humanos e factores do ambiente térmico (Fonte: Mondelo, 1995)

Factores Humanos	Factores do Ambientais
Trabalho (W) ou Joules (J) = em newton (N) x metro (m)	Velocidade do ar (m/s)
Nível de actividade, potência (P), watt $W = J/s$ ou em met ($58,15W/m^2$)	
Isolamento térmico da roupa ($1clo = 0,155^{\circ}C m^2/W$)	

1.4.1. Factores Ambientais

Cada um dos factores do ambiente térmico deve ser medido para poder avaliar o ambiente térmico, uma vez que estes factores influenciam as trocas térmicas. No entanto, serão apenas referidos os factores que irão ser integrados nas determinações para avaliação do ambiente térmico ou que serão necessários para a contextualização do tema em estudo.

1.4.1.1. Temperaturas

Diaz (2004) refere que a temperatura seca do ar (T_a) mede-se, normalmente, em termómetros vulgares. É necessário que haja um gradiente de temperatura que possibilite os mecanismos de trocas térmicas: condução, convecção e radiação. Assim, o sentido de transmissão de calor dependerá do desfasamento positivo ou negativo entre a temperatura do ar e a temperatura da pele. Se a temperatura do ar for maior que a da pele, o organismo ganha calor por condução-convecção, se a temperatura do ar for menor que a da pele, o organismo perderá calor por condução-convecção. A quantidade de calor absorvido ou perdido é directamente proporcional ao desfasamento entre temperaturas (Saliba, 2013).

A temperatura húmida do ar (T_{nw}) representa a quantidade de humidade que o ar consegue evaporar, sendo determinada com um termómetro de bolbo húmido que está coberto por um tecido de algodão, cujo bolbo deve estar embebido em água destilada. Quanto mais seco está o ar, mais arrefece o bolbo, indicando uma temperatura húmida menor e, se a humidade é baixa, a temperatura húmida será inferior à temperatura seca (Saliba, 2013; ITACA, 2006).

A temperatura radiante determina-se com um termómetro de globo. Uma esfera de cobre oca de 0,05 a 0,2 mm de espessura, de 15 cm de diâmetro, pintada exterior e interiormente de preto sem brilho e em cujo centro se aloja um termómetro vulgar. A superfície exterior do globo negro deve absorver a radiação total proveniente das paredes e fontes de calor de um espaço por isso deve comportar-se como um corpo negro e a sua emissividade deve ser próxima da unidade ($\epsilon_g = 0,95$). O globo negro aquece devido à radiação que deriva das diferentes fontes de calor do local, incluindo as pessoas. Quando colocado num determinado espaço na posição onde se deseja conhecer a temperatura de globo, decorrido o seu tempo de estabilização, atinge o estado de equilíbrio térmico. É à temperatura indicada pelo sensor neste equilíbrio térmico que se denomina temperatura de globo (T_g). Esta temperatura é o valor médio verificado entre a superfície interior do globo (de espessura fina) e a temperatura do ar interior do globo (espaço fechado), que se admite ser praticamente igual à temperatura média exterior do globo. A temperatura de globo traduz o balanço das trocas de calor por radiação entre o globo e as diferentes fontes de calor radiante e por convecção com o ar. Assim, pelo desenvolvimento analítico deste balanço térmico, é possível estimar a temperatura média radiante (Oliveira, 1998). A temperatura medida desta forma, temperatura de globo (T_g), é função da temperatura radiante média (TRM), da temperatura ambiente e da velocidade do ar (v_a). Esta esfera permite verificar os intercâmbios por radiação com o ambiente real, uma vez que os intercâmbios por radiação com o corpo humano são iguais. (Diaz, 2004; ITACA, 2006) Segundo Díez (2007), esta temperatura intervém nas trocas de calor, além das temperaturas radiantes, o tipo de roupa e a superfície corporal por esta coberta são factores importantes.

Segundo Mondelo (1995), uma determinação incorrecta da temperatura média radiante pode conduzir a erros importantes do balanço térmico. No caso de radiação homogénea, basta posicionar o globo no lugar que normalmente é ocupado pelo trabalhador durante a realização da sua tarefa à altura do peito. No caso de a radiação ser heterogénea, a radiação a considerar no balanço térmico é a média ponderada das radiações recebidas pelas diferentes partes do corpo, sendo conveniente determinar a temperatura de globo a diferentes níveis e ponderar em potências de quatro as temperaturas equivalentes de radiação correspondentes por percentagem de superfície corporal situadas ao mesmo nível do globo.

De acordo com a ISO 7726:2001, a temperatura radiante média pode ser calculada a partir das equações, para convecção natural com $v_a < 0,15$ m/s (1) ou para convecção forçada com $v_a > 0,15$ m/s (2) quando não são utilizados termómetros de globo standard (D é o diâmetro do globo em metros), sendo os valores de velocidade do ar estabelecidos por ITACA (2006).

$$TRM = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{0,25 \times 10^8}{\varepsilon_g} \times \left(\frac{|T_g - T_a|}{D} \right)^{1/4} \times (T_g - T_a) \right]^{1/4} - 273 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (1)$$

$$TRM = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times Va^{0,6}}{\varepsilon_g \times D^{0,4}} \times (T_g - T_a) \right]^{1/4} - 273 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (2)$$

Para obter a temperatura radiante média, deve-se ponderar as temperaturas radiantes médias calculadas para cada um dos níveis a partir da equação (3), segundo ITACA (2006).

$$TRM = \left[0,1 \times TRM_{cabeça}^4 + 0,5 \times TRM_{abdomen}^4 + 0,4 \times TRM_{tornozelo}^4 \right]^{0,25} \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (3)$$

É mencionado por Moraes (2010), que a exposição de trabalhadores a fontes de calor que emitem radiação infravermelha, ou seja, calor radiante, faz com que o organismo humano ganhe calor pelo mecanismo de radiação. Esta exposição contribui significativamente para o aumento da sobrecarga térmica, devido à existência de equipamento com produção de calor, luminárias e pessoas.

1.4.1.2. Humidade do ar

Segundo Mondelo (1995) a humidade relativa (HR) encontra-se directamente relacionada com a temperatura do ar. A humidade relativa indica a quantidade de vapor de água existente no ar que é capaz, ao aquecer, de absorver maior quantidade de água em forma de vapor. A sua determinação é realizada recorrendo a um psicrómetro, pois este dispõe de um termómetro de temperatura de ar e um bolbo húmido que indica a temperatura húmida. O termómetro de temperatura húmida deve estar coberto por uma manga de algodão imerso em água destilada (10 a 15 minutos antes da exposição ao ambiente em avaliação), uma vez que o arrefecimento do bolbo será maior quanto mais seco for o ar. Recomenda-se a utilização de água destilada para humedecer a manga de algodão, dado que a pressão do vapor de água de soluções salinas é mais baixa que a da água pura. Quando a temperatura húmida for inferior à temperatura seca (o que ocorre quando a humidade é muito baixa), a água a utilizar deve-se encontrar a uma temperatura próxima à da temperatura húmida, sendo, para isso, necessário um tempo de estabilização de cerca de 30 minutos (Saliba, 2013).

Com as temperaturas de ar e húmida, é possível conhecer a humidade relativa (%) e a pressão parcial de vapor de água (mmHg ou hPa), através da utilização de cartas psicrométricas. A

maioria dos equipamentos comercializados hoje em dia correlaciona os parâmetros em causa automaticamente.

Deste modo, conforme Moraes (2010), quando se pretende aumentar ou diminuir a humidade relativa, aumenta-se ou diminui-se a quantidade de vapor de água no ar do ambiente em causa. Esta humidade apresenta uma grande influência na remoção de calor por evaporação, na medida em que a diminuição da humidade relativa permite ao ar relativamente seco absorver rapidamente a humidade da pele.

A humidade relativa, equação (4), é a relação entre a pressão parcial de vapor de água no ar (p_a) e a pressão de saturação do vapor de água a uma dada temperatura do ar ($P_{s,ta}$); esta pressão saturada deve ser calculada recorrendo à equação (5).

$$HR = \frac{p_a}{P_{s,ta}} \times 100 (\%) \quad (4)$$

$$P_{s,ta} = 0,651 \frac{17,27 \times T_a}{T_a + 273} (Pa) \quad (5)$$

A humidade relativa deve estar entre os 40% e os 60%, uma vez que, se forem ultrapassados os 70%, ter-se-á um efeito de estufa no ambiente de trabalho. Se os valores forem inferiores a 30%, podem provocar problemas de alterações nas mucosas e vias respiratórias, com mencionado por Mondelo (1995). Também de acordo com as referências de 1998 da ILO, o intervalo referido encontra-se entre os 30% e 70% para valores de humidade relativa nos locais de trabalho.

1.4.1.3. Velocidade do ar

Mondelo (1995) refere que a determinação da velocidade do ar em locais fechados deve ser medida recorrendo a termoanemómetros, dado que se trata de medir a velocidade do ar em locais geralmente com valores pequenos e variáveis. Este equipamento baseia-se no princípio de que é necessário medir o tempo decorrido para a perda de uma quantidade de calor, medindo, assim, a perda de calor por unidade de tempo. Ou seja, é utilizado um dispositivo quente que perde calor, principalmente por convecção. Depois de conhecidos os dados de aquecimento do aparelho e as temperaturas do dispositivo e do ar, é calculado o coeficiente de convecção de calor por convecção e, com este, a velocidade do ar.

A velocidade do ar pode interferir na troca térmica por condução e convecção, em que o aumento da velocidade do ar acelera a troca de temperaturas entre o corpo e as camadas de ar próximas do corpo, aumentando o fluxo de calor entre o corpo e o ambiente. Na troca térmica por evaporação o aumento da movimentação de ar perto da superfície do corpo implica uma remoção da camada de ar próxima da pele que se encontra com um elevado teor de vapor de água. Deste modo, o aumento da velocidade do ar facilita a perda de calor por evaporação (Moraes, 2010).

Segundo Mondelo (1995), o movimento do ar torna-se perceptível para valores de velocidade absoluta do ar (v_a) superiores a 0,25 m/s, sendo possível estimar uma classificação para o seu tipo de movimento, de acordo com o apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Classificação estimada da velocidade absoluta do ar (Fonte: Mondelo, 1995)

Tipo de Movimento	v_a (m/s)
Movimento imperceptível	$v_a < 0,25$
Ligeira Brisa	$0,25 < v_a < 0,50$
Brisa (capaz de sacudir cabelo e roupa)	$0,50 < v_a < 1,50$

Mondelo (1995) recomenda que os valores de velocidade do ar para locais de trabalho fechados se encontrem compreendidos entre 0,15 a 0,25 m/s. Velocidades inferiores a 0,1m/s produzem uma sensação de desconforto por estabilidade do ar, velocidades superiores a 0,5m/s começa a ser perceptível e desagradável para as pessoas que realizam um trabalho sedentário. No entanto, a ISO 7726, que fixa a precisão de medida da velocidade do ar em 5%, estabelece um intervalo de conforto entre 0,05 a 1m/s.

Deste acordo com os valores estabelecidos por ITACA (2006), serão consideradas como convecção de ar forçada valores de velocidade de ar superiores a 0,15 m/s.

1.4.2. Factores Humanos

A aliar a estes factores ambientais, deve-se ter em conta as condições físicas da pessoa e o tipo de trabalho que se vai realizar, segundo ITACA (2006).

Relativamente aos factores humanos, serão apenas referidos os que irão integrar as determinações para avaliação do ambiente térmico.

Relativamente ao tipo de trabalho que se vai realizar, as actividades mais intensas fazem com que o organismo produza calor através do metabolismo. Deste modo, o calor decorrente da actividade física constitui parte do calor total ganho pelo organismo, conforme Moraes (2010).

Sendo o Homem uma máquina de baixo rendimento, a sua eficácia é inferior a 20%, logo é um valor insignificante para ser considerado nas determinações que se seguem. Este valor deve ser considerado no caso de actividades físicas muito dinâmicas e pesadas, mas, no geral, é possível ignorar a quantidade de energia que é convertida em trabalho e calor externo dentro do corpo.

1.4.2.1. Nível de actividade

De acordo com o referido por ITACA (2006), o consumo metabólico é a energia que o organismo necessita para realizar trabalho e obtém-se através da digestão dos alimentos que são ingeridos. Com o corpo em repouso, ou seja, sem realizar trabalho físico, o organismo também requer de um mínimo de energia para manter as suas funções vitais (respiração, circulação, etc.), a que se denomina metabolismo basal.

Segundo Charles (2003), o nível de actividade é medido em termos da taxa metabólica, ou "met". O método mais preciso para o determinar é por meio de estudos laboratoriais, onde o calor ou a produção de oxigénio são medidos para a realização de actividades específicas em participantes. Alternativamente, a taxa cardíaca do participante pode ser medida e comparada com tabelas, previamente desenvolvidas, da frequência cardíaca para actividades específicas. No entanto, estes métodos são demorados e invasivos, e, geralmente, não são práticos para a determinação de conforto térmico. Em vez disso, são utilizadas estimativas, baseadas em tabelas de taxas metabólicas.

A taxa metabólica é a uma conversão química entre energia mecânica e térmica, em que, medido o custo energético da carga muscular obtém-se um índice numérico de actividade. A taxa metabólica é um parâmetro muito importante para a determinação do conforto ou da tensão resultante da exposição a um ambiente térmico, em particular em ambientes quentes, em que os altos níveis de produção de calor metabólico associados ao trabalho muscular agravam o stresse térmico, uma vez que grandes quantidades de calor precisam ser dissipadas, principalmente por evaporação do suor (ISO8996:2004).

Para a determinação da taxa metabólica a ISO8996:2004 apresenta diferentes métodos. No entanto, apenas serão referidos os métodos de nível 1 e 2, pois são métodos mais simples, que utilizam estimativas baseadas em tabelas de taxas metabólicas.

O nível 1 apresenta dois métodos simples e fáceis de usar. São usados para caracterizar, de forma rápida, a carga de trabalho significativa para uma determinada profissão ou uma dada actividade. A este nível, não é necessário uma inspecção do local de trabalho. O método 1A classifica a taxa metabólica de acordo com a profissão, enquanto que o método 1B classifica a taxa metabólica de acordo com a actividade. Ambos os métodos fornecem apenas uma estimativa aproximada, sendo o risco de erro muito grande, o que limita consideravelmente a sua precisão (ISO8996:2004). Segundo a ISO7243:1989, a determinação da taxa metabólica é dada pela aplicação do método 1B. Este método é também indicado pela ACGIH como referência para a determinação do TLV[®] estipulado para avaliação do stresse e sobrecarga fisiológica por calor, de acordo com a tabela 5.

Tabela 5. Categorias de taxas metabólicas e taxas metabólicas respectivas, com exemplos de actividades (Fonte: TLVs[®] e BEIs[®], 2014)

Categorias	Taxas metabólicas (W) *	Exemplos de actividades
Descanso	115	Sentado
Leve	180	Sentado com trabalho manual leve com as mãos ou mãos e braços, e conduzir. Em pé, com algum trabalho leve com os braços e movimentação ocasional.
Moderado	300	Trabalho contínuo moderado com mãos e braços, trabalho moderado de braços e pernas, trabalho moderado de braços e tronco, ou trabalho leve de levantar ou empurrar. Andar a passo normal.
Pesado	415	Trabalho intenso de traços e tronco, trabalho com pá, carregar, serrar manualmente, levantar ou empurrar cargas pesadas, andar a passo rápido.
Muito pesado	520	Actividade muito intensa em ritmo que vai do mais rápido ao mais rápido possível.

* O efeito do peso do corpo na taxa de metabolismo estimada pode ser calculado multiplicando-se a taxa metabólica estimada pelo resultado do peso dividido por 70Kg.

O nível 2 apresenta dois métodos para quando se tem pleno conhecimento das condições de trabalho para caracterizar, em média, situações de trabalho num momento específico. No método 2A a taxa metabólica é determinada pela intervenção da taxa metabólica basal, a taxa metabólica de postura corporal, a taxa metabólica para o tipo de trabalho e a taxa de metabólica de movimento do corpo relacionadas com o trabalho de velocidade. No método 2B, a taxa metabólica é determinada por meio dos valores tabulados para várias actividades (ISO8996:2004).

1.4.2.2. Isolamento térmico

Em condições ideais, a livre movimentação de ar fresco e seco sobre a superfície da pele maximiza a eliminação de calor por evaporação ou convecção. O mecanismo predominante da remoção de calor é a evaporação do suor. Roupas impermeáveis ao vapor de água ou ao ar, vestuário de isolamento ao calor, bem como vestuário encapsulado ou roupas sobrepostas, restringem a remoção de calor. Quando as vestimentas utilizadas impedem essa remoção, o calor metabólico pode, em geral, sofrer uma sobrecarga fisiológica excessiva, mesmo que as condições ambientais sejam consideradas amenas (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

A unidade de isolamento térmico da roupa (I_{clo}) no sistema internacional é $m^2 \cdot ^\circ C/W$, sendo vulgarmente utilizado o clo ($1clo = 0,155m^2 \cdot ^\circ C/W$). Uma vez que o processo que determina as propriedades isolantes da roupa é demorado e detalhado, sendo, normalmente, realizado em ensaios laboratoriais com esta finalidade, a maioria dos estudos de conforto térmico estimam estes valores usando tabelas que foram desenvolvidas a partir de estudos de isolamento de vestuário. Para este estudo, serão utilizados os valores referidos pela ISO 9920:2007 (Mondelo, 1995).

Segundo Charles (2003), em estudos mais detalhados, deve ser solicitado aos participantes para completar uma lista de verificação de vestuário, que pode, então, ser usados para seleccionar um valor mais apropriado para um grupo, ou valores separados para cada participante.

Existe ainda a necessidade de ter em conta que os valores propostos para o isolamento térmico do vestuário de acordo com a ISO 9920:2007 são valores de referência para o isolamento térmico de uma determinada vestimenta de trabalho que podem não corresponder às características técnicas do tecido. Oliveira (2006) desenvolveu um estudo em que averiguou o isolamento térmico proporcionado pelo vestuário da população portuguesa existente na altura.

Pelo facto de que, se for pretendida uma avaliação mais detalhada do isolamento do vestuário, a aplicação da ISO 9920:2007 pode levar a interpretações erróneas, uma vez que as características técnicas dos tecidos podem variar de região para região.

1.5. Avaliação do ambiente térmico

Existem diversos métodos para determinar as características do ambiente térmico e conhecer o risco a que os trabalhadores estão expostos. De acordo com Diaz (2004), estes métodos podem ser fisiológicos, instrumentais ou de balanço térmico. Os métodos não se remetem apenas a normas internacionais. Na 6ª Comissão ISB referiu-se, em 2009, que, no total, já foram desenvolvidos mais de cem procedimentos diferentes com vários graus de sofisticação. Apenas nos últimos trinta anos foi verificada uma grande evolução, devido ao desenvolvimento de modelos globais de estimativa de calor que têm em conta todos os mecanismos de troca de calor significativa. A Comissão refere ainda que a partir das comparações entre os resultados de alguns dos modelos mais avançados, verifica-se que estes apenas apresentam pequenas diferenças dos modelos de base. Os autores a seguir mencionados constituem a base para a interpretação das condições térmicas nos locais de trabalho, de acordo com os instrumentos de avaliação seleccionados.

Em 1956, David Minard e Constantine Yaglou desenvolveram, para a Marinha Americana, o método WBGT. O método encontra-se reconhecido na ISO7243:1989 como critério internacional para a estimativa do stresse térmico no homem, com base no índice WBGT, tendo em conta a aclimação do trabalhador ao calor. Este método aplica-se para determinar o stresse térmico por calor em exposições contínuas, sendo uma primeira aproximação à determinação de stresse térmico ambiental, devendo ser complementado com outros métodos (Parsons, 2003). Ao analisar a diversa bibliografia, constata-se que este é o método mais enunciado pelos diversos autores, assim como um dos mais requisitados no mercado no que toca à determinação das condições térmicas dos locais de trabalho. De acordo com diversos autores, isto deve-se ao facto de o método ser de simples e de fácil aplicação. No entanto, o método apresenta limitações, não só pelo facto de ser um método de diagnóstico do índice de stresse térmico, mas também pela razão apresentada por Parsons (2003), entre outros autores. Mondelo (2006) não recomenda a sua utilização em ambientes muito secos (humidades relativas inferiores a 30%), uma vez que não considera a excessiva perda de água por sudação, assim como não é aconselhado para situações de stresse próximas do conforto. Diaz (2004)

refere que este método permite valorar a exposição ao calor durante longos períodos de trabalho a partir do índice WBGT, cujos valores foram adoptados pela ACGIH como TLV[®] para o stresse térmico, pela sua rapidez e simplicidade, por não precisar dos valores da velocidade do ar.

Desde 1976 que Jacques Malchaire desenvolve estudos no âmbito da avaliação das condições de conforto térmico nos locais de trabalho e das condições térmicas desses locais. Estes estudos deram lugar, em 2004, à revisão da ISO 7933, à ISO 15265 e à ISO 9886. Segundo o website da ISO, a norma ISO 7933:2004 descreve um método para a avaliação analítica e interpretação do stresse térmico num ambiente quente. No entanto não prevê a resposta fisiológica dos indivíduos, apenas considera trabalhadores padrão, de boa saúde e apto para o trabalho que executam. Destina-se a ser usado com o objectivo de avaliar as condições de trabalho e não as condições de conforto térmico inerentes a cada trabalhador. O website deparisnet.be contém todos os documentos dos quais o Professor Jacques Malchaire é autor. Pela sua abordagem, verifica-se que não são recomendadas avaliações que comparam as medições e os pareceres pontuais das pessoas expostas. Devem ser realizados estudos que contemplem a melhoria das condições de trabalho, implicando as pessoas directamente expostas a tais ambientes, e, apenas se necessário, recorrer a métodos mais detalhados. A premissa fundamental aqui definida é a de que o trabalhador deve ser considerado o actor principal do processo preventivo, devendo intervir activamente na avaliação das condições de trabalho e não ser um mero objecto de estudo. De todos os autores, acredita-se que este é o autor mais importante em matéria de avaliação das condições de conforto térmico e das condições ambientais nos locais de trabalho, uma vez que a sua linha de investigação se fixa no contributo dos trabalhadores como intervenientes activos no processo preventivo.

Desde 1987 que Ken Parsons se tem dedicado ao estudo dos ambientes térmicos, tendo como principais interesses de investigação a modelagem de respostas fisiológicas e comportamentais ao calor e ao frio pelo Homem, as respostas à radiação solar, as propriedades térmicas da roupa, os índices térmicos em *outdoor*, as diferenças individuais, incluindo pessoas com deficiência, o conforto, aclimatação e o desempenho do indivíduo, assim como o estudo das normas internacionais neste âmbito. O autor refere que, embora os princípios fundamentais sejam aceites e, o conhecimento tenha aumentado nos últimos anos, são utilizados vários métodos, no entanto, alguns são controversos. Os métodos partem de uma base de pesquisa militar, sendo reconhecida a importância do assunto em todos os

aspectos da vida em todo o mundo. Este autor reconhece seis parâmetros básicos (variáveis) como um ponto de partida essencial.

A revisão bibliográfica sobre o estado da arte no âmbito da avaliação das condições de ambiente térmico nos locais de trabalho, não teve a pretensão de esgotar a relação de todas as referências no contexto. Existem diversos estudos desenvolvidos no âmbito do ambiente térmico que apresentam aplicação directa ou indirecta nos locais de trabalho. A avaliação das condições de ambiente térmico é um tema muito vasto, principalmente devido ao facto de que, para se efectuar uma avaliação de ambiente térmico, são admitidas diversas variáveis. Deste modo, pretende-se dar a conhecer os estudos e publicações que se consideraram mais pertinentes para ser possível dar seguimento a uma avaliação com o objectivo de caracterizar as condições de ambiente térmico quentes em locais de trabalho.

Em 1998, Avelino de Oliveira, na Universidade de Coimbra, desenvolveu um estudo “Avaliação de condições de trabalho em sectores de actividade com elevada exposição ao calor.”. Este estudo foi desenvolvido devido à inexistência de dados a nível nacional que visam a caracterização das condições de ambiente térmico quente, tendo sido analisados os seguintes sectores com exposição ao calor em ambientes interiores cerâmica, vidro, fundição, têxtil, confecção e panificação. Nos ambientes exteriores, foram analisados os sectores da agricultura, construção civil e obras públicas, tendo em conta o tipo de pavimento dos locais de trabalho (cimento, terra e betume asfáltico). Este trabalho apresenta uma consideração sobre os efeitos do calor na saúde humana, assim como são analisados os meios de protecção contra o calor. O autor desenvolveu uma avaliação com base nos índices de stresse térmico SR (Sudação Requerida) e WBGT. Com o trabalho desenvolvido foi publicado o artigo “Desenvolvimento de um termómetro de globo para a avaliação de ambientes térmicos variáveis”. A forma mais usual de avaliar a temperatura radiante apoia-se na medição da temperatura de globo negro que, de acordo com a ISO 7726, deve ser medida por uma esfera em cobre de 150mm de diâmetro e a superfície pintada de negro mate. Este termómetro de globo negro *standard*, em virtude da sua inércia considerável (o seu tempo de resposta varia entre os 20 e 30 minutos, dependendo das condições ambientais), não pode ser usado na avaliação de situações transitórias, como sejam ambientes rapidamente variáveis ou, na perspectiva individual, na monitorização de postos de trabalho que englobam tarefas em ambientes com cargas térmicas diferentes. O trabalho apresenta os resultados de ensaios de avaliação dos tempos de resposta de um termómetro de globo negro *standard* e de dois

sensores construídos a partir de bolas de ténis de mesa com 38mm de diâmetro, um pintado de negro mate e outro de cinzento. Considera-se que este trabalho é bastante pertinente para efeitos do estudo, não só devido à diversidade de equipamentos disponibilizados no mercado, mas principalmente pelo facto de se ter concluído, com os resultados obtidos, que um sensor de dimensões reduzidas constitui uma alternativa ao globo *standard*, uma vez que o seu tempo de resposta é significativamente inferior.

Em 1999, Jacques Malchaire publicou na revista *Annals of Occupational Hygiene* o artigo “Estratégia para avaliação e prevenção de risco, devido ao trabalho em ambientes térmicos”, esta estratégia encontra-se dividido em quatro etapas sucessivas, tendo como objectivo a prevenção e controle de problemas térmicos no local de trabalho. Assim, permite-se que esses problemas sejam abordados e resolvidos progressivamente nas pequenas ou grandes empresas. O método baseia-se, sucessivamente e quando necessário, sobre as competências complementares dos próprios trabalhadores e numa assistência técnica de especialistas de saúde ocupacional e peritos. Como referido anteriormente, o trabalhador apresenta um papel activo, contribuindo para uma avaliação mais realista, tendo em conta as características individuais dos trabalhadores.

Em 2005, Jacques Malchaire publicou a brochura “Ambiente térmico de trabalho”, com base em pesquisas anteriores e em regulamentos europeus relacionados com o ambiente térmico de trabalho que exige que cada empresa procure evitar ou pelo menos reduzir exposição do trabalhador a este factor de risco. O objectivo do trabalho foi apresentar ferramentas mais detalhadas que orientam os trabalhadores, recorrendo ao apoio de técnico e conselheiros de prevenção, assim como a todos os factores técnicos, organizacionais e humanos que determinam as condições de exposição.

Em 2009, Adnilo Chande, na Universidade de Coimbra, desenvolveu um estudo “Risco de stress térmico em ambiente fabril. Análise comparativa entre a indústria papelreira e vidreira.” Neste estudo pretendeu-se explorar as variáveis ambientais que contribuem para o stress térmico devido ao calor em locais de trabalho, nos sectores de produção de vidro e papel. Foram utilizadas várias normas internacionais que regularizam e prevêm este tipo de situações, nomeadamente a norma ISO7243:1989 (índice WBGT) e a ISO7933:1989 (Índice de Sudação Requerida). Este estudo constituiu a base para a escolha dos métodos de avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho, assim como deixa em aberto vários aspectos para desenvolvimentos futuros, como a relação entre o stress térmico e o trabalho por turnos. Outro aspecto deixado em aberto consiste em procurar estabelecer relações entre factores como a idade e os hábitos individuais, ao nível da alimentação e da preparação física, e a sua

relação com os riscos associados à exposição a ambientes térmicos quentes. No entanto, esta última proposta deve ser seguida por profissionais na área da saúde ocupacional, uma vez que constitui uma forma de avaliação muito invasiva.

Em 2009, o INSHT publicou um documento que apresenta um método simples, denominado EVALTER-OBS, para avaliar os riscos e desconforto sem fazer medições térmicas. O método é baseado na observação directa das condições de trabalho, proposto pelo Professor J. Malchaire em SOBANE - Gestão de Riscos Estratégia de Negócios. O âmbito de aplicação são locais de trabalho fechados ou semi-fechados e serve para identificar os riscos e desconforto térmico durante o trabalho em empresas de qualquer tamanho. Em empresas com ferramentas adequadas para medições, este método pode servir como um método preliminar para indicar, ou não, a aplicação de métodos de avaliação que requerem medidas mais complexas. Este método permite avaliações simples e básicas dos riscos e desconforto, geralmente de ambientes quentes, a que os trabalhadores estão expostos a partir da mera observação de suas condições de trabalho, sendo fácil planejar acções preventivas, se necessário, ou pode-se saber se é necessário utilizar métodos de avaliação mais precisos que exigem a implementação de medições ambientais.

Em 2010, na Universidade Federal do Panamá, Jaqueline Pinheiro desenvolveu o estudo “Análise ergonómica aplicada aos processos industriais relacionada a trabalho em ambientes a altas temperaturas”. Apenas uma parte das empresas de electromecânica avaliadas apresentavam um ambiente de trabalho ergonomicamente adaptado ao homem. No caso das empresas metalúrgicas, as condições são desfavoráveis devidos a vários factores, exposição de altas temperaturas, ausência de climatização, visto que geraria uma condição completamente inoportuna para o ser humano, tais como choque térmico, fadiga e outras. O objectivo do trabalho foi descrever a preservação da saúde física e mental do trabalhador no ambiente laboral, através da ergonomia. De um modo geral, constatou-se que o trabalho em ambientes de altas temperaturas é tratado de forma incipiente e, em alguns casos, sendo até mesmo ignorado pelas empresas.

1.5.1. Método Objectivo – Índice WBGT

Segundo Mondelo (1995), este método aplica-se para determinar o stresse térmico por calor em exposições contínuas, sendo uma primeira aproximação à determinação de stresse térmico ambiental, devendo ser complementado com outros métodos. Não se recomenda a sua utilização para ambientes muito secos (humidades relativas inferiores a 30%), uma vez que

não considera a excessiva perda de água por sudorese. Não é aconselhado também para situações de stress próximas do conforto.

Este método de avaliação está incluído nos métodos instrumentais, foi desenvolvido por David Minard e Constantine Yaglou para a Marinha Americana, em 1956. Permite valorar a exposição ao calor durante largos períodos da jornada de trabalho, a partir do índice WBGT, cujos valores foram adoptados pela ACGIH como TLV[®] para o stress térmico, pela sua rapidez e simplicidade, por não precisar dos valores da velocidade do ar para o seu cálculo (Diaz, 2004). O método encontra-se reconhecido na ISO 7243 como critério internacional para a estimativa do stress térmico no homem com base no índice WBGT. No entanto, conforme ITACA (2006), este método é utilizado para uma primeira aproximação ao problema, devendo ser contemplado com outros métodos por ser muito incompleto. O índice WBGT é um índice primário, útil para a determinação da contribuição ambiental à sobrecarga térmica. Por ser uma aproximação, não leva em consideração integralmente todas as interações de uma pessoa com o ambiente aquecido por fontes de microondas / radiofrequência (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

Para a sua determinação, Diaz (2004) indica que se usa um equipamento composto por:

- Termómetro seco, para determinar a temperatura seca (T_a);
- Termómetro húmido, para determinar a temperatura húmida (T_{nw});
- Termómetro de globo, para determinar a temperatura do globo (T_g);

A partir destes valores, calcula-se o valor de WBGT, utilizando as seguintes expressões, segundo se trate de ambientes exteriores e interiores sem carga solar (6) e ambientes exteriores com carga solar (7): (ISO7243:1989)

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,3T_g \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (6)$$

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,2T_g + 0,1T_a \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (7)$$

No caso de ambientes heterogéneos, Díez (2007) refere que, quando o trabalhador recebe radiações distintas ao nível da cabeça, abdómen e tornozelos, é necessário determinar o valor da radiação às alturas indicadas na tabela 6.

Tabela 6. Altura das determinações para ambientes heterogêneos (Fonte: ISO7243:1989)

Referencia	Altura da determinação (m)	
	De pé	Sentado
Cabeça	1,7	1,1
Abdómen	1,1	0,6
Tornozelos	0,1	0,1

O valor médio para o cálculo do índice WBGT determina-se mediante a equação (8): (ISO7243:1989)

$$WBGT = \frac{WBGT_{cabeça} + 2 \times WBGT_{abdómen} + WBGT_{tornozelos}}{4} \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (8)$$

De acordo com a ISO 7243:1989, se durante a jornada de trabalho, o trabalhador se encontrar exposto a diferentes condições ambientais, o valor de WBGT média ponderada calcula-se segundo a expressão (9). Caso os trabalhadores desenvolvam actividades com diferentes exigências metabólicas, é também necessário encontrar a taxa metabólica média ponderado no tempo, de acordo com a expressão (10).

$$WBGT_{m\acute{e}dia \text{ ponderada}} = \frac{\sum_{i=1}^n WBGT_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (9)$$

$$met_{m\acute{e}dio} = \frac{\sum_{i=1}^n met_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (10)$$

Sendo t_i o tempo de permanência a cada índice calculado de $WBGT_i$.

Ainda no que se refere à questão da taxa metabólica, é necessário ter em conta que os valores de dispêndio energético apresentados pelas normas se baseiam nas dimensões de um indivíduo padrão cujos parâmetros antropométricos são para um homem de 1,75m de altura e um peso de 70 kg e para uma mulher de 1,7m de altura e um peso de 60 kg. No entanto, é possível obter um resultado adequado ao trabalhador em questão, se for utilizada a equação (11) de acordo com as indicações da ACGIH (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

$$Taxa\ Metabólica_{corrigida} = Taxa\ Metabólica_{estimada} \times \frac{Peso\ (Kg)}{70\ (Kg)}\ (W) \quad (11)$$

A equação 11 corrige a taxa metabólica estimada quando se está perante trabalhadores homens. Caso sejam mulheres, o peso real do trabalhador deve ser dividido por 60. Deste modo, se estivermos por exemplo perante uma actividade com uma taxa metabólica moderada os trabalhadores homens poderão apresentar um peso até 96 Kg e as mulheres até 83Kg para que o trabalho continue a ser considerado como moderado.

Existe ainda a necessidade de ter em conta o contributo que as vestimentas de trabalho podem fornecer. É necessário requerer uma decisão sobre a roupa e sobre a forma como a qual pode interferir na perda de calor. A avaliação da exposição ao calor baseada no índice WBGT foi desenvolvida para uniformes tradicionais de calças e camisa de mangas comprida. Caso a roupa utilizada se enquadre num dos tipos de vestuário apresentados na tabela 7, o valor do índice WBGT deve ser corrigido (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

Tabela 7. Fontes de ajuste de vestuário (Fonte: TLVs[®] e BEIs[®], 2014)

Tipo de roupa	Adição ao WBGT (°C)
Macacão de polipropileno SMS	0.5
Macacão de poliolefina	1
Macacão forrado (tecido duplo)	3
Macacão de uso limitado permeável ao vapor	11

1.5.1.1. Critérios de avaliação do risco

Os critérios para valorar o risco higiénico de stresse térmico são os TLV[®] estabelecidos pela ACGIH na aplicação do índice WBGT. A tabela 8 apresenta um critério de WBGT para o TLV[®] e para o Limite de Acção, com base na categoria da taxa metabólica do trabalho e na proporção aproximada de trabalho/descanso no período de uma hora. Se o WBGT média ponderada no tempo, ajustado para a roupa utilizada, é menor que o valor apresentado na tabela para Limite de Acção, o risco de exposições excessivas à sobrecarga térmica é pequeno. No entanto, se as condições estão acima do Limite de Acção, mas abaixo do TLV[®], devem ser tomadas medidas de prevenção com vista à diminuição da exposição. Quando há relatos de sintoma de danos à saúde relacionados ao calor, tais como fadiga, náuseas, vertigem

e tontura, esta análise deve ser considerada. Se o WBGT das condições de trabalho está acima do valor do TLV[®] estabelecido nos critérios da tabela 8, torna-se necessário outra análise (TLVs[®] e BEIs[®], 2014).

Tabela 8. Critérios de análise simplificada para exposição a sobrecarga térmica (Fonte: TLVs[®] e BEIs[®], 2014)

Distribuição do trabalho: Ciclo de trabalho / recuperação	TLV [®] (valores WBGT em °C)			
	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
75% a 100%	31,0	28,0	–	–
50% a 75%	31,0	29,0	27,5	–
25% a 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0% a 25%	32,5	31,5	30,5	30,0
Limite de acção (valores WBGT em °C)				
75% a 100%	28,0	25,0	–	–
50% a 75%	28,5	26,0	24,4	–
25% a 50%	29,5	27,0	25,5	24,5
0% a 25%	30,0	29,0	28,0	27,0

Os valores apresentados expressam os níveis de stresse térmico abaixo do qual se considera que os trabalhadores, na sua maioria, podem ser expostos repetidamente sem sofrer efeitos adversos para a saúde. De acordo com o referido por Diaz (2004), estes valores baseiam-se nas hipóteses de que a maioria dos trabalhadores aclimatados, adequadamente vestidos e com uma ingestão adequada de água e sal, são capazes de realizar com eficácia as suas funções nas condições ambientais dadas sem que a temperatura interna do seu corpo exceda os 38°C. No entanto, podem surgir situações de desconforto, detectadas pela percentagem de trabalhadores insatisfeitos com o resultado do calor.

Diaz (2004) também refere que as exposições mais intensas do que as indicadas na tabela anterior são admissíveis a trabalhadores submetidos a um exame médico e se é comprovado que toleram o trabalho a condições ambientais quentes melhor que um trabalhador médio.

1.5.2. Método Subjectivo – Estratégia SOBANE

A estratégia SOBANE pode ser consultada na página Web deparisnet.be, o autor dos documentos aqui apresentados é o Professor Jaques Malchaire, sendo que todas as referências a esta estratégia são reportadas a este autor. A estratégia assenta numa prevenção dos riscos em quatro níveis, com o objectivo de abordar progressivamente as situações de trabalho em pequenas, assim como nas grandes empresas, de coordenar a colaboração entre trabalhadores, chefias, médicos do trabalho e técnicos de segurança e higiene no trabalho, levando a realização de uma prevenção mais rápida, mais eficaz e menos custosa. Estes níveis são aplicados individualmente a 18 temas, passando pela questão do ambiente térmico no local de trabalho através da aplicação da Estratégia de Avaliação e de Prevenção / Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho reconhecida pela ISO15265:2004. No entanto, a norma não apresenta todos os níveis da estratégia, sendo iniciada no nível 2. Esta questão vai ao encontro da filosofia da estratégia SOBANE, uma vez que apenas os problemas não resolvidos no nível anterior são alvo de avaliação contínua para os níveis seguintes. Deste modo, caso não seja identificada uma exposição dos trabalhadores a ambientes térmicos com riscos de desconforto/stresse térmico, não será necessário a continuidade da avaliação para os níveis seguintes, resultante da não aplicação da norma em questão.

A ISO 15265: 2004 descreve uma estratégia para avaliar e interpretar o risco de limitações fisiológicas, ou de desconforto, enquanto trabalhava em um determinado ambiente climático. É aplicável em qualquer situação de trabalho com condições estáveis ou variáveis do clima, a taxa metabólica ou roupas. A norma não descreve um processo único, mas uma estratégia em três etapas, que podem ser utilizados sucessivamente para obter uma visão mais profunda das condições de trabalho, uma vez que é necessário para tirar as conclusões mais adequadas sobre os riscos envolvidos e identificar o melhor controlo e medidas de prevenção. Está orientada para a prevenção e / ou controlo de tais problemas de trabalho em calor ou frio. O risco de calor ou frio desordens e / ou desconforto, por conseguinte, é avaliado apenas na medida em que for necessário para atingir este objectivo.

A seguir são descritos os quatro níveis da estratégia SOBANE:

Nível 1 - Diagnóstico preliminar (Déparis - Diagnóstico participativo dos riscos), onde os factores de risco são detectados (reconhecimento) e as soluções evidentes são colocadas em prática.

Nível 2 - Observação, onde os problemas restantes (que não puderam ser resolvidos) são aprofundados, para cada factor de risco separadamente, e as causas e as soluções são discutidas de maneira detalhada.

Nível 3 - Análise, onde, quando necessário, se recorre a um especialista para realizar as (quantificações) medições indispensáveis e desenvolver soluções específicas.

Nível 4 - Perícia, em casos raros onde um especialista se torna indispensável para estudar e resolver um problema específico.

1.5.2.1. Nível 1 – Diagnóstico preliminar

O método de diagnóstico participativo dos riscos constitui o nível 1: Diagnóstico preliminar. A situação de trabalho é sistematicamente verificada e todos os aspectos que condicionam a facilidade, a eficácia e a satisfação no trabalho são discutidos, no intuito de pesquisar medidas concretas de prevenção. Os pontos a aprofundar, que necessitem de recorrer a especialistas ou peritos, são identificados. A abordagem é efectuada através de uma reunião com trabalhadores chave e os responsáveis técnicos. Ela deve ser simples, económica em tempo e meios, tendo um papel significativo no desenvolvimento de um plano dinâmico de gestão de riscos e de uma cultura de conformidade na empresa.

Objectivo: Trata-se aqui somente de identificar os problemas principais e de melhorá-los, erros flagrantes, tais como buracos no piso, recipientes contendo solventes deixados abandonados, visor de computador virado na direcção das janelas.

Actores: Esta identificação deve ser realizada internamente pelas pessoas da empresa que conhecem perfeitamente as situações de trabalho, mesmo não possuindo formação ou com uma formação rudimentar com relação aos problemas de segurança, fisiologia, ergonomia.

São os próprios trabalhadores, seus supervisores técnicos imediatos, monitores, o próprio empregador em pequenas empresas, um técnico interno com os trabalhadores em empresas médias e grandes.

Método: É preciso uma ferramenta simples e rápida, tal como uma lista de controlo estabelecida para o sector de actividade. Neste estágio seria inútil o uso rigoroso de termos tais como risco, dano, probabilidade de aparecimento. Fala-se em problemas dentro da aceção geral da linguagem comum. O método no nível 1, Diagnóstico preliminar, deve ir ao encontro da identificação das situações de trabalho com problemas em todas as circunstâncias, durante o dia ou o ano e não apenas em um dado instante. O método Déparis, serve para ajudar nestes critérios. No nível 1, os problemas poderão já ser resolvidos. Outros serão identificados e objecto de estudo do nível 2, Observação. Quando se trata das questões relacionadas com o ambiente térmico do local de trabalho na aplicação do nível 1 da estratégia SOBANE são utilizadas as questões identificadas no anexo 1.

1.5.2.2. Nível 2 – Observação

O método de observação, constitui o nível 2: Observação, é um método simples de entender e de usar, ligeiramente mais longo e mais caro que o nível 1. É adequado para estudar o risco qualitativamente, para ser utilizado pelos trabalhadores do local a avaliar, na mesma óptica do nível anterior.

Objectivo: Os problemas não resolvidos no nível 1, Diagnóstico preliminar, devem ser aprofundados.

Método: O método deve permanecer simples de ser assimilado e de utilizar, rápido e pouco dispendioso, de maneira a poder ser utilizado o mais sistematicamente possível pelos trabalhadores e seus supervisores com a colaboração de eventuais técnicos internos.

O essencial é, novamente, levar as pessoas a reflectir sobre os diferentes aspectos da situação de trabalho e a identificar o mais rápido possível as soluções de prevenção.

Quando se trata das questões relacionadas com o ambiente térmico do local de trabalho, na aplicação do nível 2 da estratégia SOBANE são utilizadas as questões identificadas no anexo 2.

As conclusões a que se devem chegar são:

Quais factores parecem constituir um risco importante e devem ser tratados prioritariamente?

Quais factores são *a priori* satisfatórios e podem permanecer como estão?

Atores: Este nível 2, Observação, requer um conhecimento íntimo da situação de trabalho sob diferentes aspectos, suas variações, o funcionamento normal e anormal. A profundidade do estudo neste nível 2, Observação, será variável em função do factor de risco abordado e em função da empresa e da competência dos participantes.

Numa pequena empresa de menos de 20 pessoas, o próprio empregador deverá poder identificar os principais factores de risco através do método Déparis, nível 1, Diagnóstico preliminar, mas para o nível 2, Observação, é geralmente necessário um técnico externo.

Numa empresa média, uma parte mais importante do trabalho deverá ser efectuada pela própria empresa. A empresa deverá dispor de um técnico interno, com uma certa sensibilização para os factores de risco e um determinado conhecimento da abordagem ergonómica. Esta participação permitirá que a Observação possa ser conduzida com maior profundidade e um serviço externo só irá intervir no nível seguinte, a Análise, para efectuar estudos mais detalhados e mais específicos e /ou para dar opiniões mais especializadas sobre os meios de prevenção e de protecção.

Em uma grande empresa, em princípio, toda a gestão terá a tendência e o interesse de se fazer internamente.

Podem ser realizadas medições se o avaliador o desejar e se o mesmo possuir competência e meios. Entretanto, a metodologia não exige nenhuma quantificação e, portanto, nenhuma medição, a fim de ser aplicável mesmo quando estas competências e técnicas não estejam disponíveis.

1.5.2.3. Nível 3 – Análise

Objectivo: Quando os níveis: Diagnóstico preliminar e Observação não permitirem a redução do risco a níveis aceitáveis ou subsistirem dúvidas, é preciso ir mais fundo e realizar a Análise destes componentes e a pesquisa de soluções.

Actores: Este aprofundamento deve ser realizado com a assistência de técnicos que possuam a competência exigida e que disponham de ferramentas e técnicas. Estas pessoas são, em geral, técnicos externos à empresa, intervindo em estreita colaboração com os técnicos internos (e não no lugar dos mesmos), para lhes aportar as competências e meios necessários.

Metodologia: A metodologia requer maior rigor no uso dos termos dano, exposição, risco. Ela vai envolver situações específicas de trabalho que foram determinadas no nível 2, Observação. Poderá ser exigida a realização de medições simples, com aparelhos comuns,

sendo que estas medições terão os objectivos explicitamente definidos de comprovação dos problemas, de pesquisa das causas, de subsidiar o equacionamento das medidas de prevenção, de optimização de soluções...

1.5.2.4. Nível 4 – Perícia

O estudo no nível 4, Perícia especializada, deve ser realizado pelas mesmas pessoas da empresa e o técnico, com a assistência suplementar de um perito especialista. Será efectuada para situações particularmente complexas e que requeiram eventualmente medições especiais

1.6. Sistemas de controlo de actuação frente ao calor

A exposição a condições ambientais nos locais de trabalho não deve assumir um risco para a segurança e saúde do trabalhador. Deste modo, de acordo com ITACA (2006), na medida do possível, as condições ambientais dos locais de trabalho não devem constituir uma fonte de incomodidade para os trabalhadores. Por isso, devem ser evitadas temperaturas e humidades extremas, súbitas mudanças de temperaturas, correntes de ar desagradáveis, irradiação excessiva e, em particular, a radiação solar que passa através das janelas, luzes ou divisórias de vidro.

O sistema de ventilação utilizado, em particular, a distribuição das entradas de ar limpo e saídas de ar viciado devem assegurar uma efectiva renovação de ar do local de trabalho, segundo ITACA (2006).

ITACA (2006), refere ainda que se deve ter em conta as limitações ou condicionantes que podem existir em cada caso, as características particulares do próprio posto de trabalho, dos processos e operações que se desenrolam e do clima da região em que a actividade está localizada.

Em qualquer caso, o isolamento térmico dos locais fechados deve adequar-se às condições climáticas próprias do local.

Esta referência menciona que as condições ambientais dos locais de descanso, as instalações sanitárias, os refeitórios e os locais de primeiros socorros devem corresponder ao uso pretendido e ajustar-se ao disposto para os locais de trabalho fechados, no que se refere à temperatura, humidade e velocidade do ar.

Sem se ter em conta que as contribuições térmicas do ambiente que podem vir do exterior (calor solar) ou do meio da fábrica, ou local de onde provém algumas fontes de calor inserida no processo produtivo, compreende-se que os sistemas de correcção e controlo do ambiente devem incidir em primeiro lugar na fonte de calor, para continuar com estudos de condicionamento de ar e acções sobre o indivíduo, recorrendo, em último lugar, se não se pode alcançar um ambiente térmico admissível, a meios de protecção individual, de acordo com o apresentado na tabela 9, conforme mencionado por Diaz (2004).

Tabela 9. Diferentes formas de actuação frente a riscos de stresse térmico por altas temperaturas.

(Fonte: Diaz, 2004)

Actuação sobre as fontes de calor	Protecção contra as fontes de calor exteriores.	Divisórias opacas Divisórias de vidro
	Protecção contra as fontes de calor interiores.	Convectivas: exaustores ou estudo de edifícios Radiactivas: Telas
Actuação sobre o meio de propagação	Ventilação dos locais Ar condicionado	
Actuação sobre o indivíduo	Redução da produção de calor metabólico Limitação da duração de exposição Criação de um micro-clima no posto de trabalho Vigilância médica Protecção individual	

1.6.1. Actuações sobre as fontes de calor

É possível actuar sobre as fontes de calor, recorrendo ao isolamento das superfícies quentes, à automatização dos processos e à extracção localizada, de acordo com o que se descreve seguidamente.

- Isolamento

Díez (2007) recomenda que o isolamento de superfícies quentes pode ser atingido mediante materiais absorventes de calor que impedem a saída de calor para o ambiente, sendo fundamental evitar as fugas de vapor, que são uma fonte considerável de calor húmido.

- Automatização de processos

A automatização de processos, segundo Díez (2007), é realizada com o objectivo dos operários estarem o menor tempo possível expostos aos efeitos do ambiente quente.

- Extracções localizadas

Colocação de exaustores que actuam directamente sobre o foco emissor de calor, de forma que o ar quente saia para o exterior, por ventilação forçada ou natural, como, por exemplo, o apresentado na figura 2, de acordo com Díez (2007).

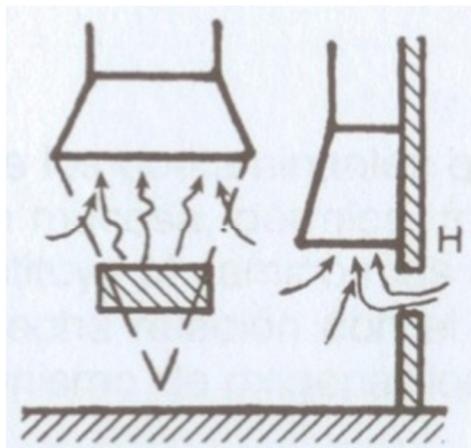


Figura 2 - Sistemas de exaustão localizados (Fonte: Diaz, 2004)

1.6.2. Actuações sobre o meio de propagação

- Movimento do ar

Díez (2007) refere que o movimento do ar sobre a pele descoberta provoca uma sensação de frescura, embora o ar apresente a mesma temperatura que parado, ou seja, melhora a evaporação. Foram realizados diversos estudos, submetendo pessoas a correntes de ar, e determinou-se a redução da sensação térmica produzida pelas correntes de ar sobre as pessoas (tabela 10). Nos ensaios utilizaram-se pequenas velocidades de ar com temperaturas de 20°C e pessoas normalmente vestidas. Para o caso de velocidades elevadas, o ensaio realiza-se com temperaturas elevadas, um nível elevado de esforço e homens em tronco descoberto.

Tabela 10. Redução da sensação térmica produzida por movimentação de ar (Fonte: Díez, 2007)

Velocidade (m/s)	Diminuição (°C)	Velocidade (m/s)	Diminuição (°C)
0,1	0	2,2	5
0,3	1	3,0	6
0,7	2	4,5	7
1,0	3	6,5	8
1,6	4		

- Ventilação geral. Natural ou forçada

De acordo com Díez (2004) e (2007), pode-se controlar o calor produzido em operações industriais, quando este é transmitido por convecção, mediante aberturas ou buracos dispostos na parte superior do edifício, para facilitar a saída de ar quente e aberturas inferiores para facilitar a entrada de ar fresco (figura 3), ou através de sistemas de ares condicionados.

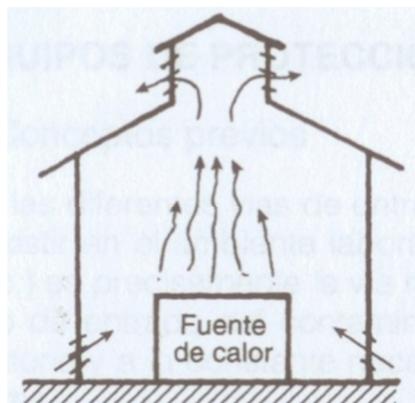


Figura 3 - Estruturas tipo moinho (Diaz, 2004)

- Protecção contra a radiação

Tem como objectivo proteger os trabalhadores, ao invés de minimizar as fugas de calor do corpo quente, sendo usado escudos segundo Díez (2007):

- a) Protecção reflectora em alumínio, podendo reduzir as radiações cerca de 60% a 70%;
- b) Protecções absorventes, placas de aço com câmara-de-ar ventilada;
- c) Protecções de materiais isolantes, a temperatura radiante no lado protegido será mais baixa do que na superfície quente;
- d) Telas absorventes de parede dupla com circulação de água de refrigeração no interior;

- e) Superfícies pintadas de cores claras, suaves e brilhantes que apresentam pouca absorção;
- f) Protecções transparentes. Usam-se quando não se pode interferir na visibilidade do operário, como vidros especiais reflectores de calor para as janelas de observação.

1.6.3. Actuação sobre o indivíduo

- Díez (2007) recomenda a criação de um micro-clima no posto de trabalho:

Pode utilizar-se uma cabine de ar condicionado para manter comodamente o trabalhador dentro de uma atmosfera exclusiva para este.

Nos casos em que não é viável a construção de uma cabine, também se pode recorrer à projecção de uma corrente de ar sobre o operário. Esta corrente de ar pode ser da ordem dos 2m/s, com um máximo de 2,5m/s, já que velocidades superiores incómodas.

- Limitação da duração de exposição:

ITACA (2006) recomenda que devem ser implementados sistemas adequados de pausas e estudar a possibilidade de rotatividade de pessoal, de modo a diminuir o tempo de exposição ao calor. Díez (2007) recomenda ainda que os ciclos que formam a alternância dos períodos de exposição não devem ser superiores a uma hora.

Segundo Díez (2007), o tempo mínimo de recuperação define-se como o tempo de descanso necessário para um trabalhador que tenha terminado o seu tempo de exposição até eliminar normalmente o excesso de calor que o seu corpo armazenou no percurso da exposição anterior.

O repouso deve ter lugar num ambiente onde as condições ambientais sejam confortáveis e não podem causar desordens fisiológicas. Díez (2007) admite uma diferença máxima de temperaturas entre o local de exposição e o local de descanso de cerca de 15°C.

- Vigilância médica:

ITACA (2006) recomenda a selecção de trabalhadores mediante um exame médico, preferencialmente pessoas jovens, não obesas, sem doenças cardiovasculares, renais ou dérmicas e excluir mulheres em estado de gestação ou lactantes. Deve-se estabelecer programas de vigilância da saúde, através de controlo médico periódico dos trabalhadores.

Deve ser disponibilizada água fresca ao alcance dos trabalhadores, de maneira a que se sintam estimulados a beber frequentemente. Díez (2007) recomenda que a temperatura da água deve ser de cerca de 10 °C a 15°C.

Deve-se informar sobre os riscos, os problemas, as consequências da exposição ao calor, assim como as medidas preventivas adequadas e específicas, tendo em conta as características e as tarefas do posto de trabalho. (ITACA, 2006)

- Aclimação ao calor:

Segundo Moraes (2010), a aclimação é a capacidade fisiológica do organismo em se adaptar ao ambiente com calor, desde que não surjam os efeitos que podem colocar a vida do trabalhador em risco. A aclimação é caracterizada por uma actividade cardiovascular elevada, com um consumo de oxigénio maior pelos músculos, entre outros factores. Ou seja, o processo de aclimação induz ajustes biológicos que reduzem os efeitos fisiológicos adversos da sobrecarga calorífica, melhorando o desempenho do exercício durante a exposição a um ambiente quente.

Quando existe a necessidade de aclimatar um trabalhador, de acordo com o referido por Díez (2007), deve-se estabelecer um programa de aclimação mediante práticas de exposição gradual ao calor, iniciando com 50% da carga de trabalho, na incorporação de um novo trabalhador, assim como depois de uma ausência prolongada. Este programa consiste num tempo de adaptação às condições de trabalho com elevada carga energética, de forma a que o tempo de exposição aumente progressivamente até chegar ao máximo, quando a adaptação é total.

- Higiene Alimentar:

A exposição ao calor provoca uma sudção intensa, que está na origem de um défice hídrico e mineral para o organismo. Este défice aumenta a sobrecarga termostática e deve ser evitado pela ingestão de água e sais minerais, que se destina a compensar a perda por sudção. A não reposição da água e sal perdidos poderá implicar a ocorrência de desidratação e de câibras de calor (Miguel, 2010; Macedo, 2006).

Miguel (2010) menciona que Metz, em 1964, refere que a melhor reidratação é obtida com água pura, as bebidas devem ser ingeridas a cerca de 12°C, a ingestão de cafeína não deve ultrapassar 400mg por dia e a ingestão de bebidas alcoólicas deve ser excluída ou limitada a quantidades que não ultrapassem uma taxa de alcoolemia de 0,25 g por kg de peso do corpo,

sendo esta ingestão fraccionada ao longo do dia. No entanto, a reidratação do corpo apresenta limites, pois não é possível absorver volumes de água de 1 a 1,5L por hora. Devido a esta situação, Miguel (2010) refere que alguns autores recomendam uma limitação das perdas totais por transpiração a 4 L nas 8 horas de trabalho, recomendando-se a existência de bebedouros com os necessários requisitos higiénicos.

Relativamente ao défice mineral, este só é importante para indivíduos não aclimatizados. Uma vez que, nestes indivíduos, a concentração de sal no suor é três a quatro vezes mais elevada que num indivíduo aclimatado. A ingestão suplementar de sal apenas se justifica neste grupo de indivíduos, que foram recentemente afectados pelas condições ambientais de um posto de trabalho quente. Miguel (2010) recomenda que este suplemento deve ser ingerido na forma de um líquido salgado, com uma concentração de cloreto de sódio de 1 g por litro de água.

Relativamente aos hábitos alimentares, Miguel (2010) recomenda que deve ser moderada a ingestão de alimentos gordos, uma vez que a sua presença no tubo digestivo atrasa a absorção de água necessária à reidratação.

- Protecção individual:

Quando não é possível resolver o problema de stresse térmico, recorre-se à protecção individual.

Nos casos de proximidade a focos de temperaturas elevadas, Diaz (2004) refere que devem ser utilizados fatos especiais contra o calor, mas, embora fáceis de colocar, apresentam incómodos, pois são muito volumosos e dificultam o movimento.

Diaz (2004) recomenda que os fatos não devem ser inflamáveis, devem impedir a entrada de calor ambiental e eliminar o calor que penetra através do fato e o que é produzido pelo corpo. De acordo com o autor, a inflamabilidade dos tecidos determina-se mediante diferentes ensaios destinados a determinar características como: superfície destruída por combustão, tempo de inflamação, velocidade média de combustão, fusão do tecido, presença de fumos e gases, existência de pontos incandescentes, etc..

Para impedir a entrada de calor ambiental, usam-se tecidos aluminizados, para reflectir o calor radiante, com elemento interior isolante para impedir a condutividade térmica, de forma que permita apenas a evaporação do suor.

Existem também fatos especiais dotados de ventilação interior, usados no exército e na aviação e, com menos frequência, com circulação de líquido.

Capítulo 2 – Desenvolvimento / Aplicação

2.1. Introdução

2.1.1. Tipo de investigação

Neste estudo é utilizado o método de investigação qualitativo, com a necessidade de compreender a variação de sensação térmica entre as condições térmicas avaliadas e sentidas individualmente por cada trabalhador.

Para a realização deste trabalho, foram observados locais de trabalho onde decorrem as actividades de produção de produtos de panificação e afins, foram realizadas entrevistas individuais presenciais e foram medidos os parâmetros ambientais necessários ao estudo das condições ambientais dos locais de trabalho, seguido da análise de conteúdo dos dados recolhidos.

Este método foi escolhido porque mais do que avaliar a variação de sensação térmica, permite descrever e interpretar a sensação de conforto térmico, a abordagem desejada, sem qualquer controlo ou interferência sobre as condições existentes e instrumentos de recolha de dados, conforme pretendido.

2.1.2. Etapas da investigação

De modo a iniciar o processo de investigação, foi seleccionada a metodologia de investigação proposta por Quivy (1998), devido ao facto de a metodologia ter sido concebida com o objectivo de orientar o investigador ou o iniciante na decomposição das etapas da sua investigação. Apresentam-se os princípios do processo científico definidos por Gaston, sob sete etapas a percorrer. De seguida, serão apresentadas de uma forma resumida, as sete etapas necessárias ao desenvolvimento da dissertação.

Etapa 1 - Pergunta de partida

No âmbito da avaliação das condições de conforto térmico dos locais de trabalho e para alcançar os objectivos definidos, assume-se a seguinte pergunta de partida: Será que os

resultados obtidos com recurso à aplicação de modelos matemáticos correspondem à sensação térmica sentida pelos trabalhadores?

Etapa 2 – A exploração

Nesta etapa desenvolvem-se as operações de leitura e de recolha de opiniões de especialistas na área em estudo, com o objectivo de assegurar a qualidade da problematização e ajudar o contacto com a realidade. O objectivo desta etapa é recolher os elementos essenciais ao desenvolvimento da investigação, nomeadamente a determinação das teorias de base que fundamentam a aplicação de modelos matemáticos e de modelos de avaliação subjectivos, assim como a recolha de informações que delimitem a aplicação dos modelos apresentados. Nesta etapa, pretende-se, ainda, verificar as diferentes linhas de investigação que são seguidas quando se trata do estudo de ambientes térmicos quentes, com o objectivo de seguir aquela em que a investigação se enquadra.

Após a consulta de diversos artigos científicos, de revisão, *papers* de conferências e manuais, que são considerados resultado da investigação científica publicada e constituem informação de base, foram seleccionados os que se consideram mais pertinentes para o tema em análise. Estes documentos foram localizados através de bases de dados de artigos científicos (p. ex.: *Science Direct*) e de repositórios de documentos digitais (p. ex.: Universidade de Coimbra e Universidade de Aveiro), e através de sistemas agregadores de bases de dados ou repositórios e em motores de pesquisa web, como o *Google Scholar*. Durante a realização desta etapa não se desejou esgotar a relação de todas as referências no contexto, uma vez que existem diversos estudos desenvolvidos no âmbito do ambiente térmico que apresentam aplicação directa ou indirecta nos locais de trabalho. A avaliação das condições de ambiente térmico é um tema muito vasto, principalmente devido ao facto de que, para se efectuar uma avaliação de ambiente térmico, são admitidas diversas variáveis. Deste modo, o critério para a recolha de dados científicos existentes teve como base os estudos desenvolvidos no âmbito ocupacional em ambientes interiores, sendo seleccionados autores que constituem a base para a interpretação das condições térmicas e das condições de conforto térmico em locais de trabalho interiores. Com a realização da revisão bibliográfica, pretende-se conhecer os estudos e publicações mais pertinentes para dar seguimento a uma avaliação, com o objectivo de caracterizar as condições de ambiente térmico no sector da panificação.

Etapa 3 – A problemática

Os conceitos fundamentais inerentes a esta investigação podem ser definidos como a avaliação subjectiva das condições de conforto térmico nos locais de trabalho com recurso à participação os trabalhadores e a avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho, com recurso a um método de diagnóstico. Assim, o problema fica definido como a sensação sentida pelos trabalhadores do sector que poderá não ser semelhante ao resultado da determinação das condições térmicas dos locais de trabalho com recurso a equipamentos de medição.

Etapa 4 – A construção do modelo de análise

Da pergunta de partida enunciada derivam as seguintes questões e respectivas hipóteses, que elucidam a problemática em questão:

P1: Será que a sensação térmica sentida pelos trabalhadores do sector da panificação é semelhante às características térmicas medidas nos locais de trabalho?

H0: Os trabalhadores apresentam uma resposta semelhante às características térmicas medidas.

H1: Os trabalhadores apresentam uma resposta diferente das características térmicas medidas.

P2: Será que os anos de afectação ao sector de panificação influenciam na resposta térmica sentida pelos trabalhadores?

H0: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta mais próxima do valor medido.

H1: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta diferente do valor medido.

Etapa 5 – A observação

Para a realização desta etapa, é essencial delimitar o campo de observação e os instrumentos de avaliação necessários à recolha de dados. Deste modo, a seguir encontra-se apresentada a amostra que se pretende analisar, assim como os instrumentos de avaliação a utilizar no decorrer do projecto.

Delimitação da amostra:

A amostra deve ser constituída por um mínimo de 16 empresas. Esta é calculada com base no método de amostragem probabilística, em que qualquer empresa da zona do distrito a ser analisada pode manifestar interesse de colaborar no estudo e ser, assim, integrada na amostra. A amostra é calculada para uma população nacional de 9.000 empresas existentes em 2009, com um erro padrão de $5 \pm 0,5\%$ e uma probabilidade de 95% de que em todas as empresas alvo de estudo existe um trabalhador com funções na zona de produção de pão e afins. A amostra deve, ainda abranger, pelo menos 19 trabalhadores, valor é calculado com base no método de amostragem probabilística. A amostra referente ao número de trabalhadores é calculada para uma população nacional de 95.400 empregos directos proporcionados pelo sector em 2009, com um erro padrão de 5% e uma probabilidade de 95% de que todos os trabalhadores alvo de estudo desempenham funções na zona de produção de pão e afins. A amostra alvo de estudo tem como referência uma população nacional, no entanto, será apenas estudada uma parte de um distrito de Leiria, a zona do Pinhal Litoral.

Instrumentos de investigação:

Como referido anteriormente, os instrumentos de investigação a serem utilizados são dois. Um, para a avaliação subjectiva das condições de conforto dos locais de trabalho por parte dos trabalhadores expostos a ambientes de trabalho quentes, com recurso à aplicação das tabelas para a análise do ambiente térmico da Estratégia SOBANE e da Estratégia de Avaliação e de Prevenção/Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho. Outro, para a avaliação objectiva das condições térmicas dos locais de trabalho, recorre-se a um de diagnóstico. O método de diagnóstico permite uma estimativa do stresse térmico no homem, com base no índice WBGT (ISO7243:1989), tendo como base os TLV[®] estabelecidos pela ACGIH.

Etapa 6 – A análise das informações

Para se proceder à avaliação das condições de conforto térmico sentidas pelos trabalhadores, os dados serão obtidos com recurso à aplicação das tabelas apresentadas pela Estratégia de Avaliação e de Prevenção/Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho (Malchaire, 2003), sob a forma de questionário a ser respondido pelos trabalhadores, com auxílio de um técnico superior de segurança e higiene no trabalho (autor da dissertação). Para se proceder à avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho, recorre-se a

equipamentos de medição a serem posicionados nos locais onde são executadas as tarefas dos trabalhadores, sendo o registo efectuado durante uma hora, e considerado, para o efeito, o valor mínimo, médio e máximo registado pelos equipamentos. De modo a auxiliar a recolha de dados, serão seguidas as recomendações decorrentes dos critérios de medição reconhecidos pelas normas ISO, tendo em conta os estudos de carácter científico que têm sido desenvolvidos neste âmbito.

Para se proceder ao tratamento dos dados recolhidos, serão seguidas as recomendações dos instrumentos de investigação, no entanto, ter-se-á em conta as recomendações de carácter científico existentes, de modo a que os resultados a obter tenham em conta as características individuais dos trabalhadores expostos a tais condições. Desta forma poder-se-á avaliar as condições de ambiente térmico para o trabalhador em causa e não para um trabalhador padrão. De forma a relacionar estas duas variáveis, serão usados testes de hipóteses.

Etapa 7 – A conclusão

Nesta fase do trabalho, pretende-se reforçar a aplicação de métodos que impliquem a colaboração directa dos trabalhadores, não só pelo facto de que, em conjunto com métodos baseados em modelos matemáticos, pode disponibilizar à equipa de prevenção uma visão mais abrangente sobre as condições de trabalho, mas também pela razão de que esta questão pode ainda ser enquadrada no domínio legislativo nacional, uma vez que a Lei n° 3/2014 de 28 de Janeiro (em vigor desde 27 de Fevereiro de 2014), que procede à segunda alteração ao regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, aprovado pela Lei 102/2009 de 10 de Setembro, no seu artigo 18.º, prevê a consulta aos trabalhadores sobre a avaliação de riscos para a saúde no trabalho.

No decorrer do trabalho, serão recolhidos os resultados necessários às avaliações a desenvolver. Após a sua análise, pretende-se apresentar esses resultados, colocando em evidência os novos conhecimentos adquiridos e as suas consequências práticas.

2.2. Instrumentos de investigação

Para efeitos da pesquisa que se segue, são utilizados dois instrumentos de investigação. Um para a avaliação subjectiva das condições de conforto dos locais de trabalho por parte dos trabalhadores expostos a ambientes de trabalho quentes. E outro, para a avaliação objectiva

das condições térmicas dos locais de trabalho, recorrendo ao índice WBGT proposto pela ISO7243:1989 e pela ACGIH. As avaliações foram realizadas num período do ano dos mais quentes, foram seleccionados os meses de Agosto e Setembro de 2012 para desenvolver as avaliações.

2.2.1. Método subjectivo

De modo a avaliar a sensação térmica sentida pelos trabalhadores são, utilizadas as referências da estratégia SOBANE, com a sua sub-Estratégia de Avaliação e de Prevenção / Melhoramento dos Riscos Associados aos Ambientes Térmicos de Trabalho reconhecida pela ISO15265:2004, de acordo com os níveis identificados de seguida.

Existem diversos métodos para desenvolver uma avaliação subjectiva do ambiente térmico do local de trabalho. O método mais utilizado passa pela aplicação da ISO10551:1995. De acordo com Silva (2013), este método proporciona a construção e o uso de escalas de julgamento, de modo a serem obtidos dados reais e comparativos sobre os aspectos subjectivos do conforto e stresse térmicos. No entanto, a norma referida pela ISO11399:1995, descreve os princípios e aplicação das normas internacionais nas questões de avaliação do conforto térmico. Neste caso, a ISO10551:1995 é recomendada para avaliar de forma subjectiva o conforto e stresse térmicos apenas em ambientes moderados ou frios, deixando em aberto o contributo da avaliação subjectiva em ambientes quentes. Por esta razão, a norma ISO10551:1995 não é seleccionada para desenvolver esta investigação. Assim, ao analisar o estado da arte no contexto da resposta psicológica de um indivíduo exposto a um determinado ambiente térmico, considera-se que o autor da estratégia SOBANE será a melhor referência a utilizar, não só pela vasta investigação desenvolvida sobre o tema mas, essencialmente, pelo facto dos seus estudos estabelecerem a base do desenvolvimento de diversas normas internacionais sobre o tema.

2.2.1.1. Nível 1 – Diagnóstico preliminar

Os trabalhadores de cada empresa alvo de avaliação que conhecem perfeitamente as situações de trabalho são abordados individualmente, de modo a responderem às questões identificadas no anexo 1. Este nível tem como objectivo identificar os problemas principais e melhorá-los, no entanto devido ao facto de se tratar de um estudo, não se tem a pretensão de melhorar

efectivamente as condições de trabalho, no entanto, pretende-se sensibilizar os trabalhadores para a importância no processo preventivo. Com a aplicação deste nível, pretende-se obter uma opinião geral dos trabalhadores sobre o ambiente térmico do local de trabalho em que exercem as suas actividades.

2.2.1.2. Nível 2 – Observação

Os trabalhadores de cada empresa alvo de avaliação que conhecem perfeitamente as situações de trabalho são abordados individualmente, de modo a responderem às questões identificadas no anexo 2. Este nível é adequado para estudar o risco qualitativamente, assim, os problemas não resolvidos no nível 1 devem ser aprofundados. Com a aplicação deste nível, pretende-se conhecer quais os factores do ambiente térmico que parecem constituir um risco importante e devem ser tratados prioritariamente, assim como conhecer quais os factores são satisfatórios e que podem permanecer como estão. Além das conclusões a que se pode chegar a partir da aplicação da estratégia, no que diz respeito ao ambiente térmico do local de trabalho, pode conhecer-se a sensação térmica dos trabalhadores expostos a tais condições, com base na sua opinião e conhecimento íntimo da situação de trabalho sob diferentes aspectos.

2.2.1.3. Nível 3 – Análise

De acordo com este nível, apenas quando os níveis 1 e 2 não permitirem a redução do risco a níveis aceitáveis ou subsistirem dúvidas, é preciso ir mais a fundo e realizar a Análise destes componentes e a pesquisa de soluções. No entanto, devido ao facto de se tratar de um estudo, sendo o seu objectivo verificar a relação entre a sensação térmica obtida pelos trabalhadores e os valores obtidos com base em medições objectivas. As medições das condições climáticas dos locais de trabalho foram determinadas em todos os locais identificados nos níveis anteriores, mesmo que nestes não tenha sido identificada a insatisfação com as condições de térmicas do local de trabalho. Para este efeito, foi seleccionado um método objectivo de diagnóstico, o índice WBGT proposto pela ISO7243:1989 e pela ACGIH, de acordo com o que se refere no ponto 2.2.2. deste trabalho.

2.2.1.4. Nível 4 – Perícia

De acordo com o método, o nível 4, Perícia especializada, deve ser realizado pelas mesmas pessoas da empresa e o técnico, com a assistência suplementar de um perito especialista, sendo efectuado para situações particularmente complexas e que requeiram, eventualmente, medições especiais. Deste modo, ainda não conhecendo os resultados que serão obtidos e a necessidade ao não de avançar para este nível, optou-se por que os resultados obtidos que necessitem de uma avaliação mais complexa sejam deixados para futuros desenvolvimentos.

2.2.2. Método objectivo

Quanto à avaliação objectiva das condições térmicas dos locais de trabalho, estão reconhecidos diversos métodos com diferentes graus de sofisticação. No entanto, o método mais utilizado pela comunidade técnica é o índice WBGT. Este método de diagnóstico permite uma estimativa do stresse térmico no homem, com base no índice WBGT reconhecido pela ISO7243:1989, identificado para a avaliação do TLV[®] estabelecido pela ACGIH e alvo de acreditação por parte do IPAC. Pelos motivos apresentados, considerou-se que este seria o método mais pertinente para ser utilizado no estudo. Relativamente aos equipamentos usados para a realização das medições, recorreu-se a uma estação climatérica da marca Casella Microtherm Heat Stress WBGT e um anemómetro de fio quente da marca Velocicalc TSI 8347, devidamente verificados por um organismo de verificação metrológica. De acordo com os requisitos da ISO7243:1989, o termómetro de globo a ser utilizado para a aplicação do índice WBGT deve apresentar um diâmetro de 150 mm. No entanto, o termómetro disponibilizado para a realização das medições apresenta um diâmetro de 50 mm. Assim, é necessário verificar se o equipamento utilizado apresenta os mesmos valores quando comparado com um equipamento com um globo de referência. Apesar de ser indicada na ficha técnica do equipamento a possibilidade deste ser utilizado para a determinação do índice WBGT, entendeu-se que esta seria uma etapa necessária. Deste modo, seguidamente, serão identificados os passos desencadeados para esta verificação.

2.2.2.1. Índice WBGT

Antes de iniciar aplicação do índice WBGT, é necessário determinar os postos de trabalho alvos de medição das condições térmicas. Deste modo, é necessária a identificação de perigos e avaliação dos riscos, para ser possível identificar as fontes de calor. No caso da população em estudo, a fonte de calor de todos os locais de trabalho avaliados é o forno. Depois de identificar as fontes de calor, existe a necessidade de verificar quais os postos de trabalho afectados pelas mesmas. Esta informação surge também após a terminada a identificação de perigos e avaliação de riscos. Deste modo, verificou-se que todos os postos de trabalho são influenciados pela fonte de calor, uma vez que esta se encontra num espaço amplo onde estão localizados todos os postos de trabalho da produção de produtos de panificação e afins. Os postos de trabalho na zona de mistura de ingredientes, moldagem da massa, cozedura e embalamento foram objecto de amostragem de parâmetros ambientais. Para realizar a medição dos parâmetros ambientais, escolheu-se a posição ao nível do abdómen, mais próxima do trabalhador, sem prejudicar as suas actividades, colocando, assim, o monitor de stresse térmico em posição estática durante 1 hora. Quanto à determinação da velocidade do ar, esta foi avaliada recorrendo a um anemómetro unidireccional. Deste modo, para averiguar a velocidade do ar, foram avaliados os valores no sistema eixos tridimensional de coordenadas (x, y e z). Deste modo os equipamentos utilizados para proceder à amostragem de valores relativos ao ambiente térmico são uma estação climatérica da marca Casella Microtherm Heat Stress WBGT e um anemómetro de fio quente da marca Velocicalc TSI 8347. Através da utilização dos referidos equipamentos, é possível proceder à medição de determinados factores do ambiente térmico. O monitor de stresse térmico permite a determinação de temperaturas em °C, tais como a temperatura do ar, a temperatura húmida e a temperatura de globo de 50 mm de diâmetro. Este equipamento permite também a determinação da humidade relativa do ar, em percentagem. Relativamente ao medidor de ventilação, este permite a determinação velocidade do ar (m/s). O monitor de stresse térmico apresenta uma memória que permite guardar os dados recolhidos durante as medições e serem posteriormente descarregados com o auxílio de um *software*, enquanto que, para o medidor de ventilação, os resultados são registados manualmente.

Entendendo-se que será necessário medir as condições climáticas de cada posto de trabalho durante 1 hora, não será possível realizar as medições aos diferentes níveis, pés, abdómen e cabeça. Este impedimento está relacionado com o facto da produção e pão e afins na amostra

seleccionada funcionar cerca de 6 horas por dia. Assim, tendo em conta que serão avaliados pelo menos 4 postos de trabalho, seriam necessárias 12 horas de medições.

De modo a determinar a exposição dos trabalhadores a ambientes quentes, serão desenvolvidas avaliações de acordo com as referências da ISO7243:1989. Na tabela 11, é apresentada a estrutura temática das normas internacionais utilizadas neste trabalho para a avaliação do ambiente térmico a que os trabalhadores do sector da panificação se encontram expostos durante a sua jornada de trabalho.

Tabela 11. Estrutura temática das normas internacionais para ambiente térmico

Objectivo da norma			Documento
Avaliação Global do Ambiente Térmico	Avaliação do stress térmico em ambientes quentes	Método de diagnóstico	ISO7243:1989 – Estimativa do stress térmico do homem no trabalho com base no WBGT
Avaliação da Tensão Fisiológica	Recolha de dados	Consumo metabólico	ISO 8996:2004 – Avaliação da tensão térmica por métodos fisiológicos – Método 1B

2.2.2.1.1. Método de Trabalho

Os procedimentos adoptados para as medições dos parâmetros ambientais foram os a seguir descritos.

Recolha de informação

Para elaboração do relatório e cálculo dos índices WBGT, foi necessária a recolha da seguinte informação:

- *Layout* das instalações alvo do estudo;
- Distribuição dos trabalhadores pelos pontos de amostragem;
- Identificação de mecanismos/equipamentos de aquecimento existentes;
- Descrição das tarefas efectuadas em cada posto de trabalho;
- Caracterização do isolamento de vestuário dos trabalhadores;
- Caracterização dos trabalhadores (peso e altura).

Preparação da medição

Numa primeira abordagem, deve ser efectuado o reconhecimento da empresa, a recolha de alguma da informação mencionada anteriormente e a localização dos pontos de amostragem para definir antecipadamente o plano de medição, de modo a que a amostragem seja a mais representativa possível.

Realização de medições

As medições são realizadas de acordo com as posições definidas anteriormente, num local o mais próximo possível do trabalhador, tendo em conta o ciclo de actividades por este realizadas. As medições são realizadas durante um intervalo de tempo de 1h, com registo de valores de minuto a minuto. De forma a garantir a estabilização dos valores dos parâmetros medidos, não foram tidos em conta os primeiros 20 minutos de cada medição, uma vez que se verificou que em algumas medições o valor demorou mais tempo para estabilizar chegando a atingir os 20 minutos. Os resultados das medições foram registados pela memória dos equipamentos. Relativamente ao medidor de ventilação foram realizadas cinco medições consecutivas em cada eixo de coordenadas tridimensionais, de 20 segundos cada. O equipamento apresenta o valor médio das medições, sendo este resultado registados.

Expressão dos resultados

- Determinação da taxa metabólica

Em primeira instância, procede-se à determinação da taxa metabólica, de acordo com o método 1B da ISO8996:2004. Este método apresenta um erro elevado, no entanto este é o método recomendado pela ISO7243:1989 e pela ACGIH para uma análise simplificada.

Após a obtenção dos valores de dispêndio energético para um indivíduo padrão é necessário verificar a aplicação deste critério para os indivíduos do estudo. Deste modo, é necessário aplicar a correlação estabelecida pela ACGIH face ao peso do indivíduo.

- Determinação do índice WBGT

O índice WBGT é calculado de acordo com as referências da ISO7243:1989. Após obtenção dos resultados, é necessário interpretar os resultados para o índice WBGT e para a taxa metabólica, de modo a verificar se o trabalhador se encontra ou não sob risco de stresse térmico, de acordo com os valores estabelecidos pela ACGIH como TLV[®].

2.2.2.2. Estudo Comparativo

Esta parte do trabalho tem como objectivo comparar os resultados dos parâmetros necessários ao cálculo do índice WBGT, obtidos com recurso a diversas estações climáticas. Assim, são apresentados os resultados de vários ensaios de avaliação dos parâmetros ambientais onde foram comparados os resultados obtidos recorrendo às seguintes estações climáticas: Casella Microtherm Heat Stress WBGT e Delta OHM HD32.2 WBGT Index, devidamente verificadas por um organismo de verificação metrológica.. Também foi construída uma estação climatérica, recorrendo a material de uso corrente em laboratório, para a determinação da T_a e T_{nw} , e dois termómetro de globo, um da marca Casella B.S.2842:1992 AO5497 e outro da marca Delta OHM HD2307.0 RTD, para a determinação da T_g . Todos os equipamentos usados para a verificação apresentam um globo de 50 mm, com excepção do globo da marca Delta OHM HD2307.0 RTD.

Para o desenvolvimento dos ensaios, foram seguidas as indicações do estudo desenvolvido por Oliveira, em 1999, recorrendo, inicialmente, a 28 lâmpadas com características diferentes das utilizadas pelo autor (Lâmpadas de Halogéneo Dicroicas $\varnothing 51\text{mm}$ GU5,3 da marca OSRAM). As lâmpadas utilizadas por Oliveira, para a construção do painel que irá promover a criação de um ambiente com temperatura radiante, apresentam um custo muito elevado, não sendo possível serem utilizadas para este estudo. Deste modo, foram seleccionadas outras lâmpadas que proporcionam o aquecimento do ambiente, sendo seleccionada uma lâmpada de halogénio que não apresenta protecção, promovendo, assim, maior perda de calor com o consequente aumento da temperatura dos locais onde estão instaladas.

A representação esquemática do ensaio é apresentada na Figura 4, onde são utilizados apenas o globo negro *standard* (Delta OHM HD2307.0 RTD) e a dois termómetros de globo negro com 50 mm de diâmetro (Casella Microtherm Heat Stress WBGT; Casella B.S.2842:1992 AO5497). Neste ensaio, a medição 1 é realizada em sala escura, antes de serem iniciadas as restantes medições.

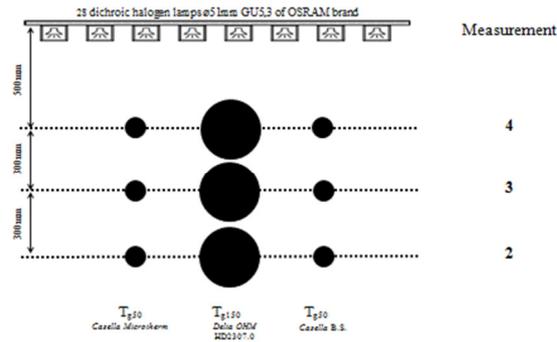


Figura 4 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de globo (painel de 28 lâmpadas)

Tendo em conta que os resultados obtidos por Oliveira apresentaram um valor máximo inferior a 40°C para a temperatura de globo negro de 30mm de diâmetro, optou-se por aumentar a quantidade de lâmpadas para 56, de modo a promover um ambiente cuja temperatura de globo negro se aproxima de 50°C, uma vez que, para o desenvolvimento numérico do factor de correcção para um termómetro de globo negro de 50 mm, é fundamental a utilização de intervalos de temperatura mais elevados. A representação esquemática do ensaio é apresentada na Figura 5, onde são utilizados todos os equipamentos em estudo. Neste ensaio, a medição 1 também é realizada em sala escura, antes de serem iniciadas as medições com o painel em funcionamento.

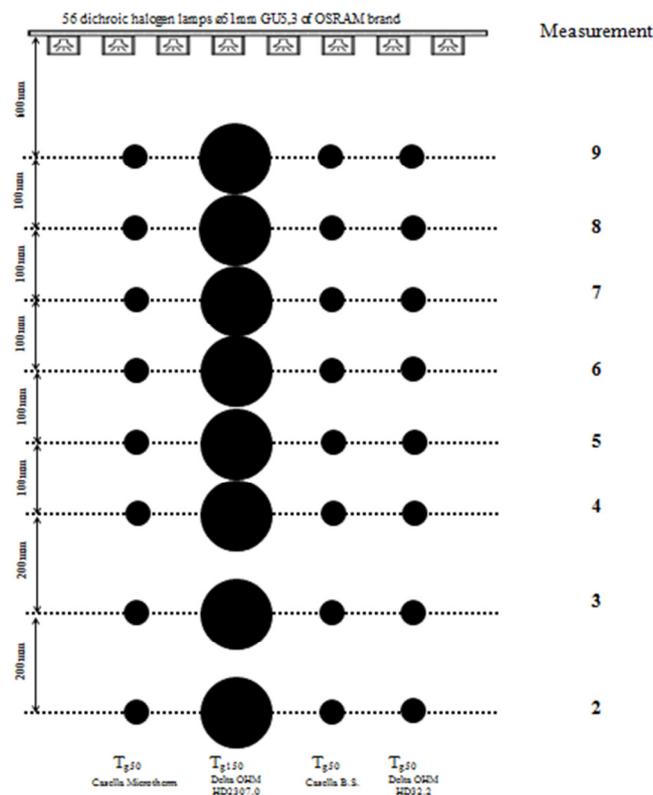


Figura 5 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de globo (painel de 56 lâmpadas)

Para além das verificações das temperaturas de globo, pretende-se também verificar a concordância de valores para os restantes elementos de três estações climáticas utilizadas, cuja representação esquemática do ensaio é apresentada na Figura 6.

Foram realizados dois ciclos de medições, um composto pelas medições 1, 3, 6, 8, 10 e 12 e outro constituído pelas medições 2, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, sendo que as medições 1 e 2 foram realizadas em sala escura, antes de serem iniciadas as medições sob a influência do painel de lâmpadas de cada ciclo de medições. As medições 3 e 4 foram realizadas em sala escura após a realização de medições sob a influência do painel de lâmpadas de cada ciclo de medições. As restantes medições foram realizadas a várias distâncias do painel de lâmpadas, igual para todos os equipamentos, em cada medição. Em todas as medições foram recolhidos os valores das três estações climáticas para as três variáveis ambientais em estudo. A temperatura do bolbo húmido ventilado naturalmente (T_{nw}) representada pelo ponto branco, a temperatura de globo (T_g) representada pelo ponto negro e a temperatura do ar (T_a) representada pelo ponto cinza, através da esquematização da Figura 6.

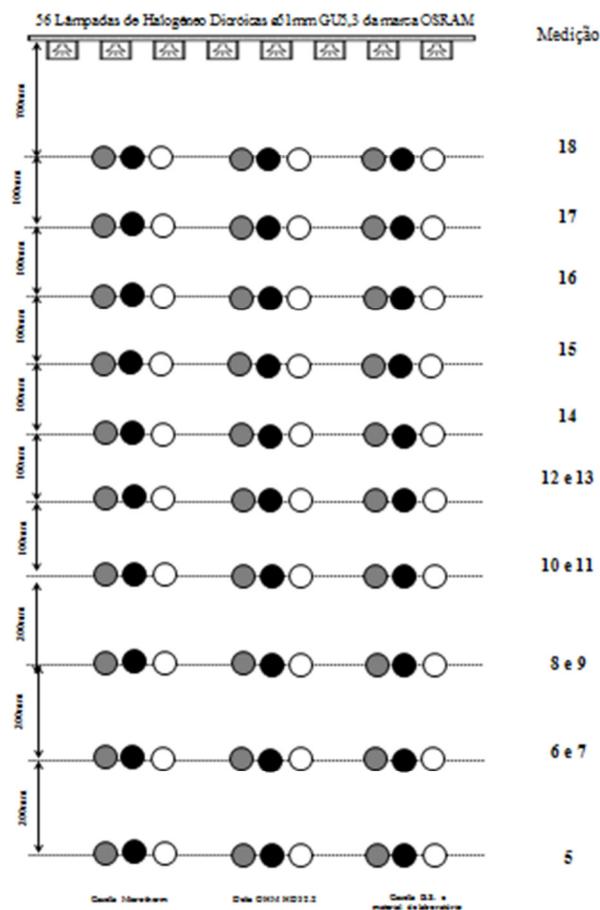


Figura 6 - Representação esquemática dos ensaios para a verificação da temperatura de bolbo húmido e temperatura seca

Capítulo 3 – Resultados e Análise de Resultados

3.1. Introdução

Foi avaliado um total de 16 empresas do sector da panificação pertencentes à zona do Pinhal Litoral do distrito de Leiria. Nestas empresas foram questionados 42 trabalhadores com funções na secção de produção, maioritariamente homens, tendo sido apenas questionadas oito mulheres. Na faixa etária em que se aplicou o estudo, verificou-se que existem dezoito trabalhadores com 50 anos ou mais, sete trabalhadores com idades entre os 35 e os 50 anos, dez trabalhadores com idades entre os 25 e os 35 anos e sete trabalhadores com idades inferiores a 25 anos. A maioria dos trabalhadores apresenta uma actividade laboral nocturna, sendo que apenas oito trabalhadores têm uma actividade laboral em período normal de trabalho durante o dia, e outros oito trabalhadores também trabalham durante o dia, mas iniciam as suas funções pelas 05h da manhã e prolongam o seu trabalho no período da manhã. Maioritariamente, estes trabalhadores não mantêm uma actividade física regular, apenas onze trabalhadores afirmam manterem uma actividade física, como andar de bicicleta, fazer caminhadas e jogar futebol, sendo a bicicleta a actividade mais frequente. No que se refere à pré-disposição para a temperatura de trabalho, verifica-se que onze trabalhadores preferem temperaturas frias, quinze trabalhadores preferem ambientes moderados e dezasseis trabalhadores preferem temperaturas quentes. Mais informações referentes à amostra estudada encontram-se descritas na tabela 12.

Tabela 12. Caracterização da Amostra

	Peso (Kg)	Altura (m)	Idade (anos)	Anos de trabalho no sector	Admissão (anos)
Média	71	1,67	41	17	6,5
Máximo	100	1,88	59	47	34
Mínimo	53	1,50	17	0	0
Moda	60	1,63	54	40	1

As avaliações foram realizadas em pequenas unidades de produção de produtos de panificação e afins que apresentavam no máximo cinco trabalhadores, mas a maioria tem

entre um e três trabalhadores. Foram realizadas medições das variáveis do ambiente térmico em 70 postos de trabalho, que passaram pelos diversos pontos do processo produtivo, começando na mistura de ingredientes para formar a massa, a moldagem da massa para dar forma ao produto, a cozedura do produto e o embalamento final, sendo que esta última etapa apenas se desenrola em duas das empresas avaliadas. Quanto às fontes de calor existentes nas unidades de produção, pode-se verificar que o forno é o responsável pelo aumento da temperatura nos locais de trabalho. A maioria dos fornos dos ambientes em estudo é aquecido a lenha, apenas cinco locais têm forno eléctrico e um local um forno a gás. Foram, também, avaliados os postos de trabalho junto ao fogão ou fritadeira, tendo sido incluídos na etapa de cozedura.

3.1.1. Critérios de análise

Com a realização da dissertação, pretende-se avaliar a sensação térmica sentida pelos trabalhadores e, simultaneamente, verificar as condições climáticas existentes nos locais de trabalho de produção de produtos de panificação e afins. Deste modo, para se perceber a relação que existe entre as avaliações subjectivas e objectivas, da pergunta de partida “Será que os resultados obtidos com recurso à aplicação de modelos matemáticos correspondem à sensação térmica sentida pelos trabalhadores?” derivam as seguintes questões e respectivas hipóteses, que elucidam a problemática em questão:

P1: Será que a sensação térmica sentida pelos trabalhadores do sector da panificação é semelhante às características térmicas medidas nos locais de trabalho?

H0: Os trabalhadores apresentam uma resposta semelhante às características térmicas medidas.

H1: Os trabalhadores apresentam uma resposta diferente das características térmicas medidas.

P2: Será que os anos de afectação ao sector de panificação influenciam na resposta térmica sentida pelos trabalhadores?

H0: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta mais próxima do valor medido.

H1: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta diferente do valor medido.

Para a comparação dos valores obtidos na aplicação do índice WBGT, são seleccionados os valores reconhecidos pela ACGIH como TLV[®] como referência para avaliar o risco da exposição dos trabalhadores a sobrecarga térmica de acordo com o apresentado pela tabela 13.

Estes valores foram seleccionados em detrimento dos recomendados pela norma ISO7243:1989, uma vez que se tratam de valores mais recentes e que são revistos anualmente pela ACGIH.

Tabela 13. Critérios de análise simplificada para exposição a sobrecarga térmica (Fonte: TLVs[®] e BEIs[®], 2014)

Distribuição do trabalho: Ciclo de trabalho / recuperação	TLV[®] (valores WBGT em °C)			
	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
75% a 100%	31,0	28,0	–	–
50% a 75%	31,0	29,0	27,5	–
25% a 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0% a 25%	32,5	31,5	30,5	30,0
	Limite de acção (valores WBGT em °C)			
75% a 100%	28,0	25,0	–	–
50% a 75%	28,5	26,0	24,4	–
25% a 50%	29,5	27,0	25,5	24,5
0% a 25%	30,0	29,0	28,0	27,0

3.2. Resultados e Análise de Resultados

A apresentação e análise dos resultados encontra-se dividida em quatro pontos. O primeiro ponto apresenta os resultados obtidos com base no estudo comparativo, para verificar se as diferentes estações climáticas apresentam os mesmos resultados, quando submetidos às mesmas condições. O segundo ponto apresenta os resultados e análise dos resultados obtidos para a aplicação do nível 1 da estratégia SOBANE. O terceiro ponto apresenta não só os valores para a aplicação do nível 2, mas também para a aplicação do nível 3 da estratégia

SOBANE, uma vez que se entendeu que seria pertinente a apresentação em conjunto destes resultados. O último ponto apresenta os resultados e análise de resultados da investigação propriamente dita.

3.2.1. Estudo comparativo

No que se refere à temperatura de globo para aplicação do índice WBGT em ambientes sem deslocação de ar significativa, é possível verificar que, quando o globo *standard* e o globo de 50 mm são colocados à mesma distância da fonte de calor, os sensores de menores dimensões apresentam uma temperatura de globo inferior. Assim, para o cálculo do índice WBGT, é necessário introduzir um factor de correcção adequado que permita uma transposição correcta da temperatura de globo de 50 mm para a temperatura de globo *standard*.

Após a determinação dos valores de T_g nos equipamentos utilizados para o estudo, foi necessário desenvolver uma curva de calibração para descrever uma equação que melhor represente o comportamento da curva. Assim, após encontrar o valor da diferença entre o resultado obtido com um globo de 150 mm e um globo de 50 mm (eixo dos yy), será possível corrigir o valor de T_g obtido para os equipamentos em estudo, no intervalo de temperaturas registadas (eixo dos xx). O valor de $T_{g(\text{corrigido})}$ será, então, o resultado da soma entre o valor obtido com um globo de 50 mm e o y encontrado pela aplicação da equação que estabelece a diferença de temperaturas entre os globos, para uma temperatura de globo de 32,3°C no máximo.

A Figura 7 apresenta a curva de calibração que permite determinar, a partir da temperatura de globo de 50 mm (Casella Microtherm Heat Stress WBGT; Casella B.S.2842:1992 AO5497), a diferença entre a t_{g150} e a t_{g50} , para o intervalo de temperaturas em que estes estudos foram efectuados. Estes valores foram obtidos de acordo com a representação esquemática da Figura 4.

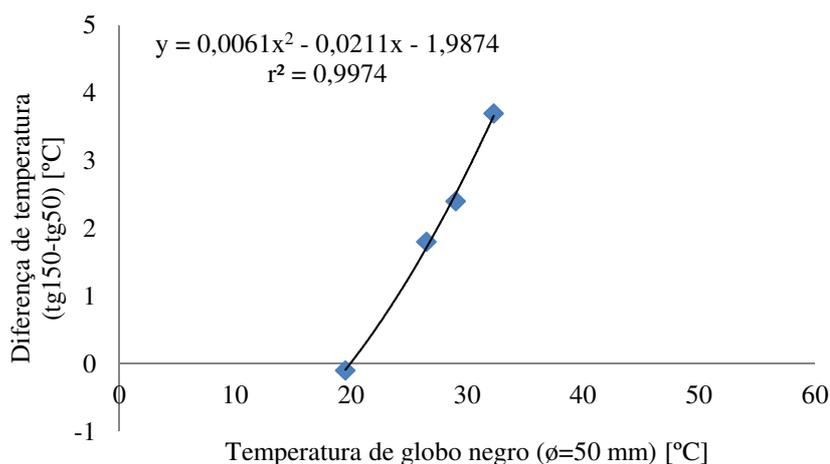


Figura 7 - Curva de calibração da diferença entre a T_{g150} e a T_{g50} [Temp. máx. 32,3°C]

O desenvolvimento da curva de calibração permite interpolar os resultados obtidos com os equipamentos em estudo. Um vez que a equação descrita na Figura 7 foi encontrada recorrendo a temperaturas de globo que não representam situações de stresse térmico, a equação não deve ser usada para corrigir a T_g para ambientes quentes com risco de stresse térmico.

A Figura 8 apresenta a curva de calibração que permite determinar, a partir da temperatura de globo de 50 mm (Casella Microtherm Heat Stress WBGT; Casella B.S.2842:1992 AO5497), a diferença entre a t_{g150} e a t_{g50} , para o intervalo de temperaturas em que estes estudos foram efectuados, atingindo uma temperatura de globo com um máximo de 48,5°C. Estes valores foram obtidos de acordo com a representação esquemática da Figura 5.

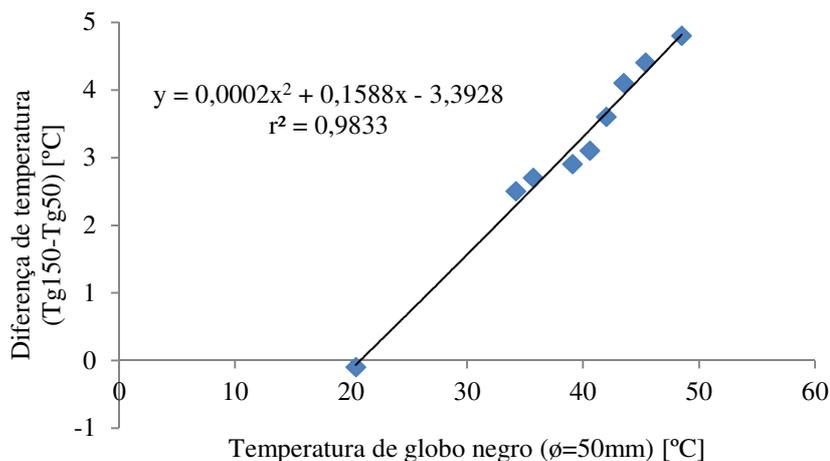


Figura 8 - Curva de calibração da diferença entre a T_{g150} e a T_{g50} [Temp. máx. 48,5°C]

A Figura 9 apresenta a curva de calibração que permite determinar, a partir da temperatura de globo de 50 mm (Delta OHM HD32.2 WBGT Index), a diferença entre a t_{g150} e a t_{g50} , para o intervalo de temperaturas em que estes estudos foram efectuados, atingindo uma temperatura de globo com um máximo de 47,2°C. Estes valores foram obtidos de acordo com a representação esquemática da Figura 5.

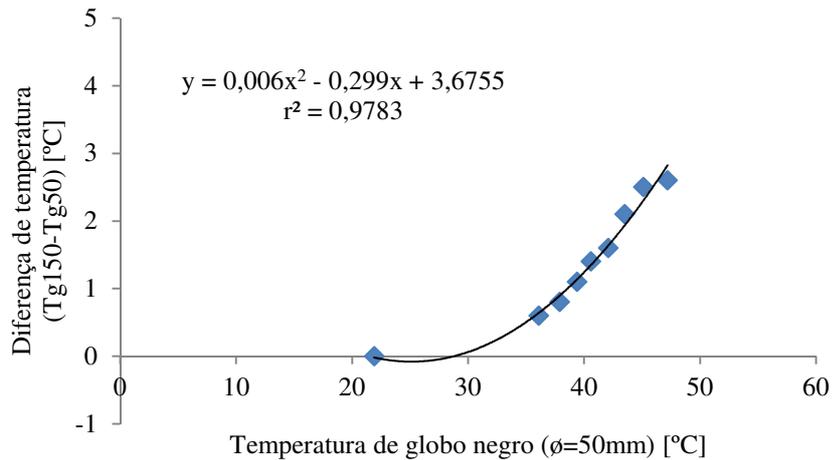


Figura 9 - Curva de calibração da diferença entre a T_{g150} e a T_{g50} [Temp. máx. 47,2°C]

Para ambientes térmicos quentes com risco de stresse térmico, dentro do intervalo de temperatura registado, na presença de radiação térmica significativa e com os equipamentos utilizados, pode ser corrigido o valor de T_g obtido. Sendo encontrada a diferença entre o resultado obtido com um globo de 150 mm e um globo de 50 mm (eixo dos yy), o valor de T_g obtido (eixo dos xx) será corrigido para um valor de $T_{g(\text{corrigido})}$, através da aplicação da equação que estabelece a diferença de temperaturas entre os globos de acordo com a expressão (12) para os equipamentos da marca Casella e de acordo com a expressão (13) para os equipamentos da marca Delta OHM estudados.

$$T_{g(\text{corrigido})} (\text{°C}) = T_g + (0,006 T_g^2 - 0,299 T_g + 3,6755) \quad (12)$$

$$T_{g(\text{corrigido})} (\text{°C}) = T_g + (0,0002 T_g^2 + 0,1588 T_g - 3,3928) \quad (13)$$

Deste modo, para o estudo que se pretende, o valor da temperatura de globo com exposição a radiação e obtida com recurso a um equipamento da marca Casella utilizado, deve ser corrigido de acordo com a equação (12).

No que se refere à T_a (Figura 10) determinada com recurso aos equipamentos em estudo, é possível verificar que os valores obtidos são semelhantes.

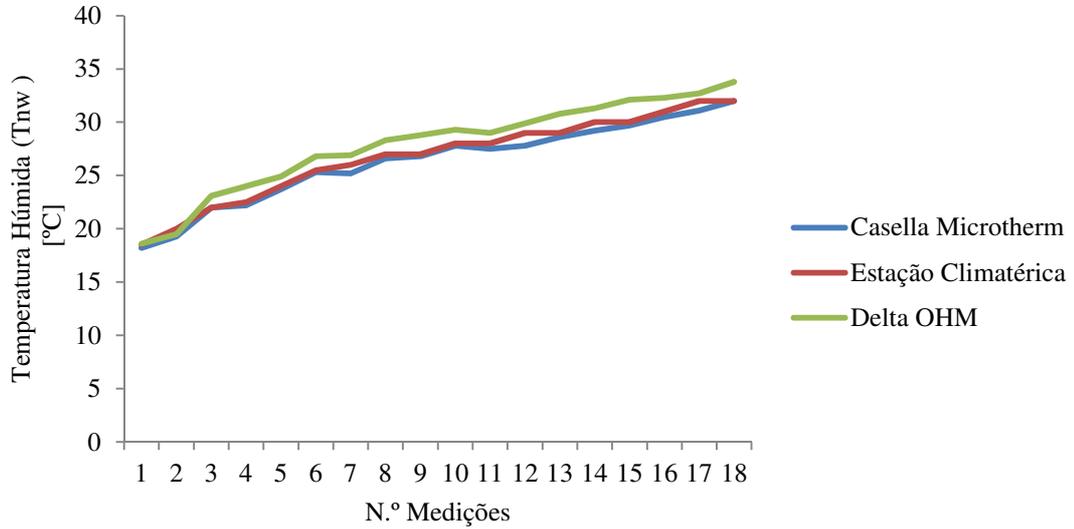


Figura 10 - Representação dos valores de temperatura húmida avaliados

No que se refere à T_{nw} (Figura 11) determinada com recurso aos equipamentos em estudo, é possível verificar que os valores obtidos são semelhantes.

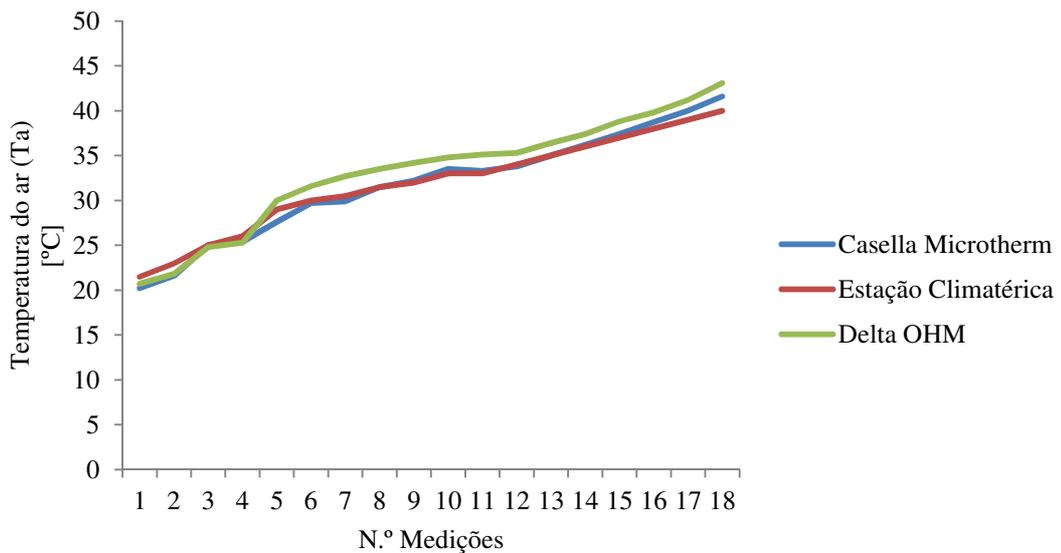
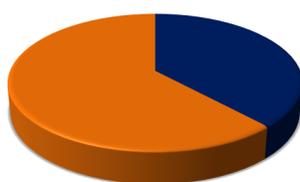


Figura 11 - Representação dos valores de temperatura do ar avaliados

3.2.2. Diagnóstico preliminar

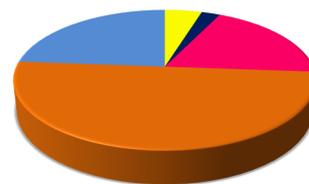
Após a aplicação do nível 1, é possível identificar os principais problemas relacionados com o ambiente térmico do local de trabalho. Este nível não tem como objectivo verificar ou quantificar as imperfeições, as dificuldades ou problemas. O seu objectivo é descobrir o que pode ser feito especificamente para tornar o trabalho mais eficaz e mais agradável. Neste sentido, foram discutidos com os trabalhadores os assuntos propostos pelo método. Os resultados obtidos foram ao encontro das imperfeições, das dificuldades ou problemas, não fornecendo soluções para os mesmos. Os trabalhadores focam-se, essencialmente, em situações relacionadas com o ambiente quente e a falta de ventilação adequada. No entanto, como referido por alguns trabalhadores, já foram executadas algumas soluções para melhorar o ambiente de trabalho, como, por exemplo, a utilização de ventoinhas ou ar condicionado. Mas estas soluções acarretam outros problemas, não apenas no âmbito da segurança e higiene no trabalho, mas também interferem com o processo produtivo e na qualidade do produto produzido. Os trabalhadores não conseguem identificar o que se pode fazer para melhorar o ambiente térmico do local de trabalho, apenas referem que soluções relacionadas com a deslocação de ar acarretam situações prejudiciais para o processo produtivo e para os trabalhadores.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do nível 1 da estratégia SOBANE são identificados nas figuras 12 a 21. A análise destes resultados é discutida seguidamente.



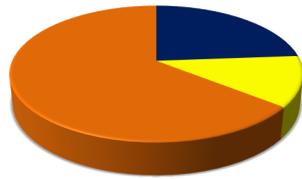
■ Normal ■ Quente

Figura 12 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a temperatura do ambiente de trabalho



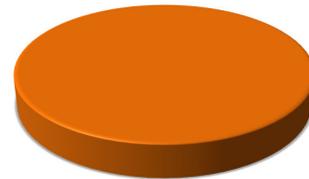
■ Ambiente húmido
■ Ligeiramente húmido
■ Não consegue perceber a sensação
■ Não existe humidade
■ Ambiente normal

Figura 13 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a humidade do ambiente de trabalho



■ Quando portas e janelas estão abertas
 ■ Ligeiras
 ■ Não sente correntes de ar

Figura 14 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar as correntes de ar no ambiente de trabalho



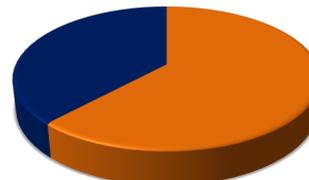
■ Forno

Figura 15 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar as fontes de calor no ambiente de trabalho



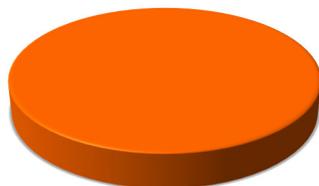
■ Fatigante ■ Leve ■ Moderada

Figura 16 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a carga de trabalho



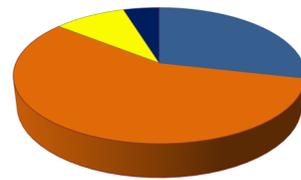
■ Não é adequada ■ Adequada

Figura 17 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a ventilação do local de trabalho



■ Confortável

Figura 18 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar o vestuário de trabalho



■ Muito ■ Razoavelmente ■ Pouco ■ Não bebe

Figura 19 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar o consumo de bebidas

Da observação dos valores obtidos para a opinião geral dos trabalhadores quanto às situações que influenciam as condições de conforto térmico dos locais de trabalho, de acordo com o sugerido pelo nível 1 da estratégia SOBANE, pode-se verificar que apenas foram obtidos resultados quanto à identificação dos principais problemas relacionados com o ambiente térmico do local de trabalho. Como referido, não é este o objectivo deste nível. Os resultados obtidos foram ao encontro das imperfeições, das dificuldades ou problemas, não fornecendo soluções para os mesmos. Assim, de acordo com o método, os problemas não resolvidos nesta fase devem ser avaliados pela aplicação do nível 2 da estratégia SOBANE.

Pela análise dos resultados obtidos, a partir a figura 12 identifica-se que os trabalhadores na sua maioria, caracterizam o local de trabalho como quente. A figura 13 evidencia que cerca de metade dos trabalhadores considera que não existe humidade nos locais de trabalho, seguidos de uma opinião de que a humidade é a de um ambiente normal. Uma parte dos trabalhadores refere, ainda, que não consegue perceber esta sensação, existindo alguns trabalhadores que caracterizam o local de trabalho como ligeiramente húmido ou húmido. A discrepância de valores obtidos para este parâmetro entre os trabalhadores avaliados está, essencialmente, relacionada o facto de os trabalhadores não conseguirem identificar esta sensação, uma vez que o ambiente de produção de pão e afins é caracterizado como húmido devido às condicionantes do processo de fabrico. Quanto à caracterização das correntes de ar de acordo com a figura 14, a grande maioria dos trabalhadores caracteriza o ambiente de trabalho sem correntes de ar existentes, no entanto, alguns trabalhadores referem que sentem uma corrente de ar ligeira e outros apenas quando as portas e janelas se encontram abertas. No que se refere à identificação das fontes de calor, todos os trabalhadores descrevem os processos de cozedura como os responsáveis pelo aumento da temperatura do local de trabalho, como reflecte a figura 15. Quanto à carga de trabalho, como apresentado pela figura 16, parte dos trabalhadores caracteriza a carga de trabalho no seu geral como leve, outra parte como moderada, no entanto, uma pequena quantidade de trabalhadores caracteriza a carga de trabalho como fatigante. A partir da figura 17, identifica-se que os trabalhadores, na sua maioria, caracterizam a ventilação do local de trabalho como não adequada. No que diz respeito ao vestuário de trabalho, os trabalhadores descrevem o seu vestuário como confortável, como reflecte a figura 18. Quanto ao consumo de água por parte dos trabalhadores, através da análise da figura 19, verifica-se que a maioria dos trabalhadores apresenta um consumo de água razoável, entre 1,5L a 2L de água durante a jornada de trabalho. No entanto, verifica-se algumas excepções, desde trabalhadores que afirmam não ingerir água, sendo estes uma pequena minoria, a trabalhadores que ingerem até 1L de água, e

de trabalhadores que ingerem entre 2,5L a 5L de água por dia, 30% dos trabalhadores avaliados refere que bebe muita água.



■ :) ■ :| ■ :(

Figura 20 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a sua satisfação com o ambiente de trabalho nos meses mais quentes



■ :) ■ :| ■ :(

Figura 21 - Opinião geral dos trabalhadores para caracterizar a sua satisfação com o ambiente de trabalho nos meses mais frios

Da observação das figuras 20 e 21, verifica-se que existem diferenças significativas na satisfação global dos trabalhadores quando se encontram em estações mais quentes ou mais frias. Nos meses mais quentes, a maioria dos trabalhadores avaliados sente-se desconfortável (:|) no ambiente a que está exposto, uma parte dos trabalhadores sente-se insatisfeito (:() com as condições térmicas dos locais de trabalho e uma pequena parte refere que se sente satisfeito (:) perante as condições térmicas do seu local de trabalho. Já no se se refere ao meses mais frios maioritariamente, os trabalhadores consideram que se sentem satisfeitos (:) com as condições térmicas dos locais de trabalho e uma parte sente-se desconfortável (:|) no ambiente a que está exposto. Estes valores, como reflectem uma avaliação subjectiva tendo em conta todas as variáveis que influenciam o ambiente térmico, devem ser, posteriormente, comparados com os valores WBGT ponderados encontrados.

Da observação destes resultados, é possível verificar que este nível permite uma abordagem inicial muito importante para avaliar as condições térmicas dos locais de trabalho, uma vez que possibilita que sejam mais rapidamente identificadas as fontes de calor responsáveis pelo aumento de temperatura no local de trabalho. Por outro lado, permite perceber, desde o início da aplicação do método, que existem parâmetros que são difíceis para os trabalhadores caracterizarem, como a questão da humidade do ar. Permite, ainda, perceber a relação dos trabalhadores com o vestuário de trabalho e com a carga de trabalho geral das suas actividades. Quanto ao consumo de água, apresenta, ainda, a vantagem de abordar este tema e perceber se existe disponibilidade de água nos locais e trabalho e qual o consumo de água por parte dos trabalhadores.

3.2.3. Observação e Análise

De acordo com os requisitos da estratégia SOBANE, os problemas não resolvidos passam para serem alvo de avaliação no nível 2, os problemas não resolvidos neste último nível passam para o nível 3 e, assim, até ao nível 4. No entanto, optou-se por executar simultaneamente os níveis 2 e 3, de modo a obter dados que possam ser comparados. O nível 2 da estratégia SOBANE propõe a aplicação de escalas subjectivas para avaliar a opinião dos trabalhadores expostos a um determinado ambiente de trabalho, em seis parâmetros, fundamentais à caracterização do ambiente térmico, que apresentam intervalos definidos. Os parâmetros aqui avaliados são também os parâmetros avaliados quando se pretende desenvolver uma avaliação objectiva das condições de ambiente térmico. Assim, por se estar a tratar dos mesmos parâmetros e uma vez que se pretende comparar estes resultados, será mais favorável a apresentação recorrendo ao intervalo proposto para cada sensação, de acordo com as tabelas da estratégia SOBANE. Para efeitos de apresentação de dados optou-se por estes serem apresentados por zonas de trabalho, mistura de ingredientes, moldagem da massa, cozedura do produto e embalagem. A grande maioria dos trabalhadores avaliados desempenha funções junto ao forno. Em todas as empresas avaliadas se verifica que as tarefas decorrem na seguinte ordem: mistura de ingredientes, moldagem da massa e cozedura do produto. Quanto ao embalagem, esta etapa do processo de fabrico apenas foi evidenciada em duas das empresas avaliadas.

De uma forma resumida, as actividades realizadas nestas zonas de trabalho são as seguintes:

- Mistura: Nesta etapa, os ingredientes são misturados em amassadeiras ou bateadeiras. Verifica-se que existe movimentação manual de cargas, sendo os pesos transportados inferiores a 20kg.
- Moldagem: Nesta fase, a mistura obtida na etapa anterior é transportada de forma manual para uma bancada de trabalho, onde a massa é moldada em empelos para que possa ser cortada com o auxílio de divisoras. A massa é sempre moldada manualmente, de forma a ser revestida de farinha e colocada em telas nos carrinhos de transporte ou em outros equipamentos que dão forma ao produto que se pretende produzir. Os carros são empurrados para a estufa, se for necessário; no entanto, os trabalhadores nunca entram no ambiente da estufa. Nesta fase, foram incluídas todas as actividades que implicam a manipulação da massa (manipulação da massa na tendeira, utilização do laminador, da divisora e da enroladora) ou de tarefas de acabamento de produto (tarefas de desmolde e de acabamento final).

- Cozedura: Nesta etapa, as telas são empurradas para o interior do forno e, com o auxílio de uma alavanca, os pequenos empelos são deixados sobre o lar do forno. No início do processo de cozedura, é promovido o aumento da humidade no interior do forno por um sistema complementar do forno. Durante esta fase, é necessário o controlo da cozedura, que pode ocorrer apenas por 10 min. Esta etapa contempla actividades junto ao forno, ao fogão ou à fritadeira. Após decorrido este tempo, o pão é retirado, com o auxílio de uma pá, para um cesto, onde é deixado a arrefecer.

- Embalamento: Nesta fase, o pão, depois de arrefecer, é embalado, de forma a ser expedido. O primeiro parâmetro a ser caracterizado é a temperatura do ar, as opiniões dos trabalhadores para este parâmetro são apresentadas pela figura 22.

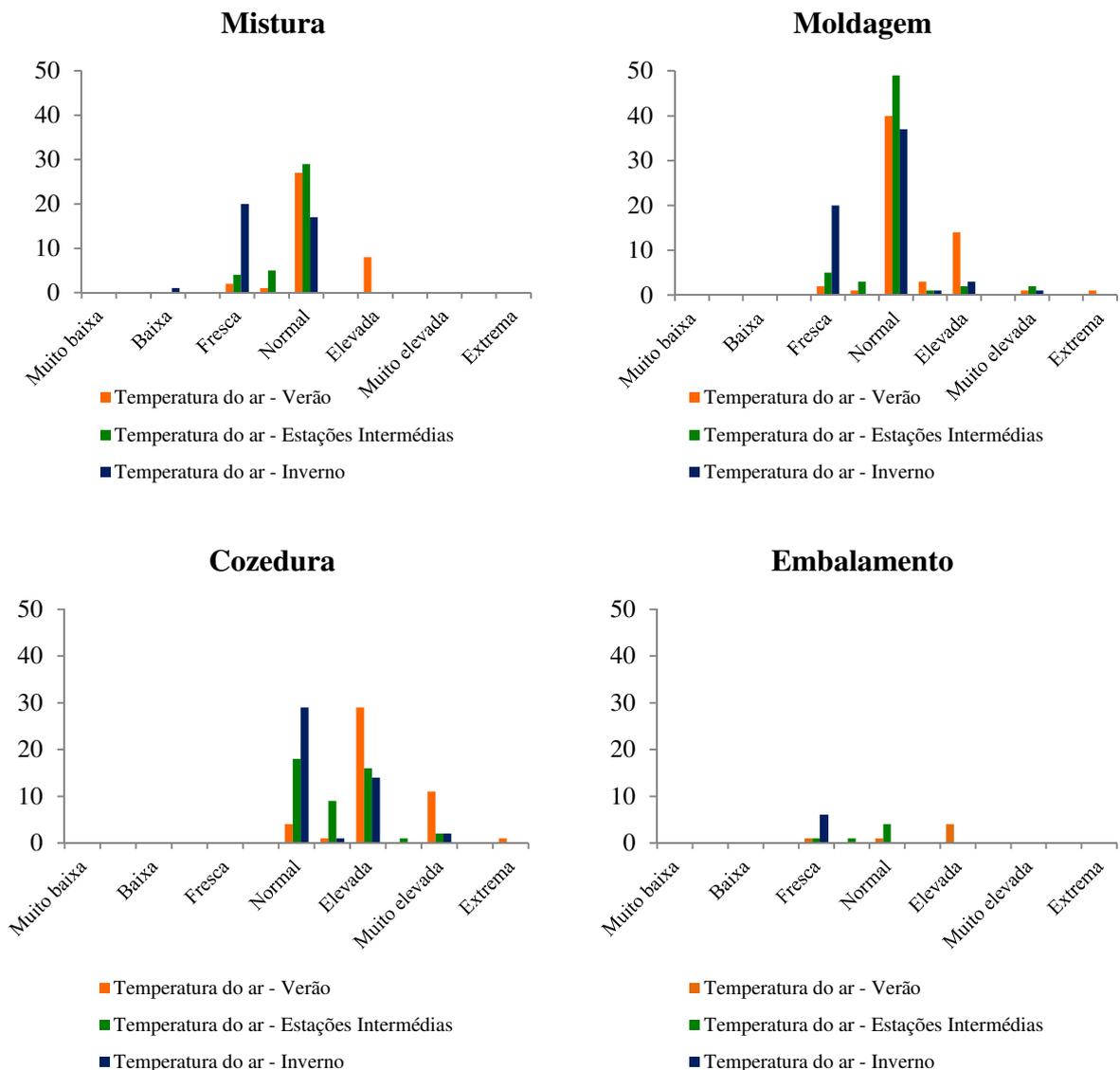


Figura 22 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a temperatura do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

A figura 23 apresenta os resultados das medições da temperatura seca do ar nas zonas de trabalho identificadas.

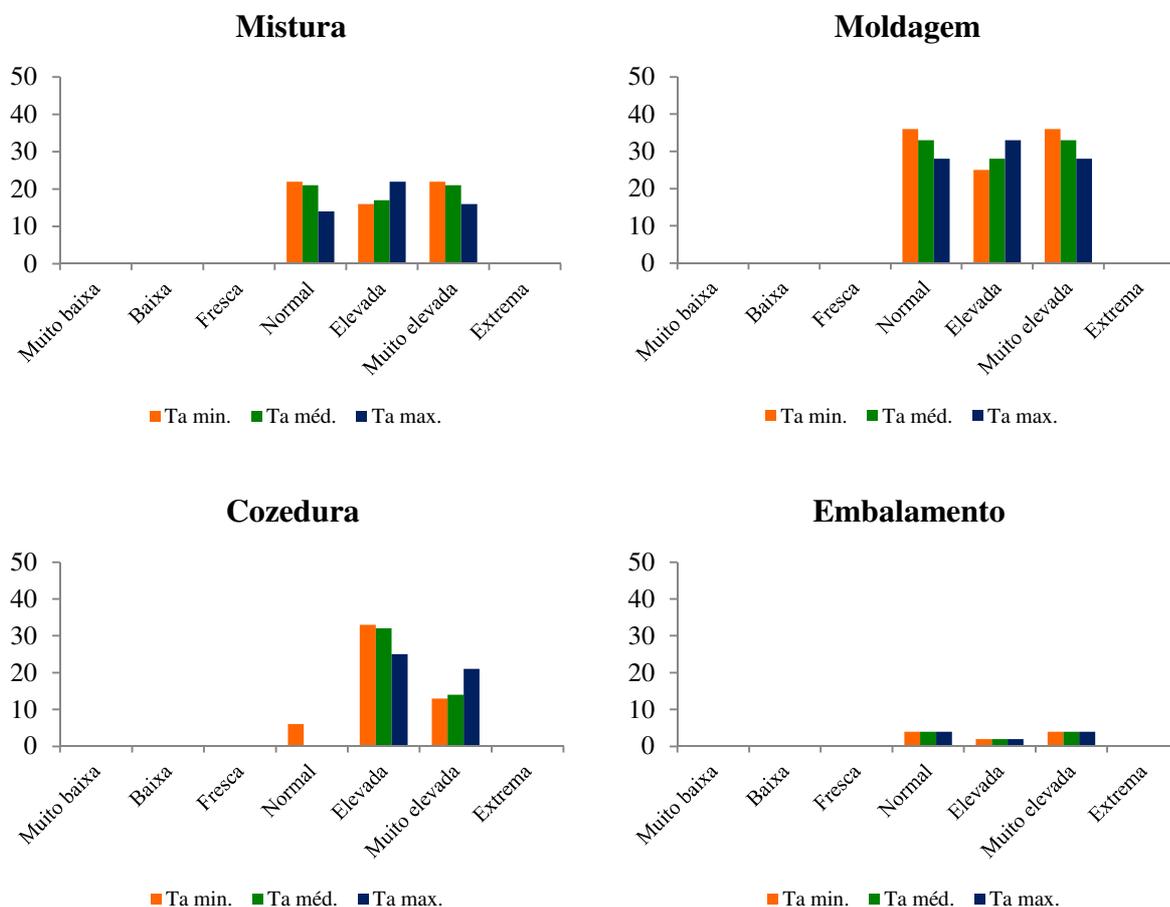


Figura 23 - Resultados da avaliação da temperatura do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

Comparando os valores apresentados na figura 22 com os valores apresentados na figura 23, é possível verificar diversas situações. No geral, quanto à caracterização da temperatura do ar do ambiente de trabalho, os trabalhadores apresentam respostas com resultados inferiores aos valores medidos, com tendência a serem mais próximos do valor medido na zona de cozedura. Percebe-se, assim, que, no geral, os trabalhadores em estudo não se sentem tão incomodados com a temperatura do ar como era previsível para o valor obtido na medição deste parâmetro. Existem alguns trabalhadores que consideram que temperatura do ambiente de trabalho pode ser considerada fresca nas zonas de mistura, moldagem e embalamento, não tendo sido detectados valores correspondentes a estas quando executadas as medições do parâmetro em causa. No que se refere às temperaturas consideradas elevadas, da análise dos gráficos é possível verificar que os trabalhadores apenas consideram que a temperatura do ambiente de trabalho pode ser considerada muito elevada durante as tarefas de cozedura. No entanto, de

acordo com os valores medidos, a temperatura do ar pode ser considerada muito elevada em todas as zonas, mas não em todos os postos de trabalho.

De acordo com o nível 2 da estratégia SOBANE, o próximo parâmetro a ser caracterizado é a humidade do ar. A figura 24 apresenta os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas funções nas zonas de trabalho identificadas.

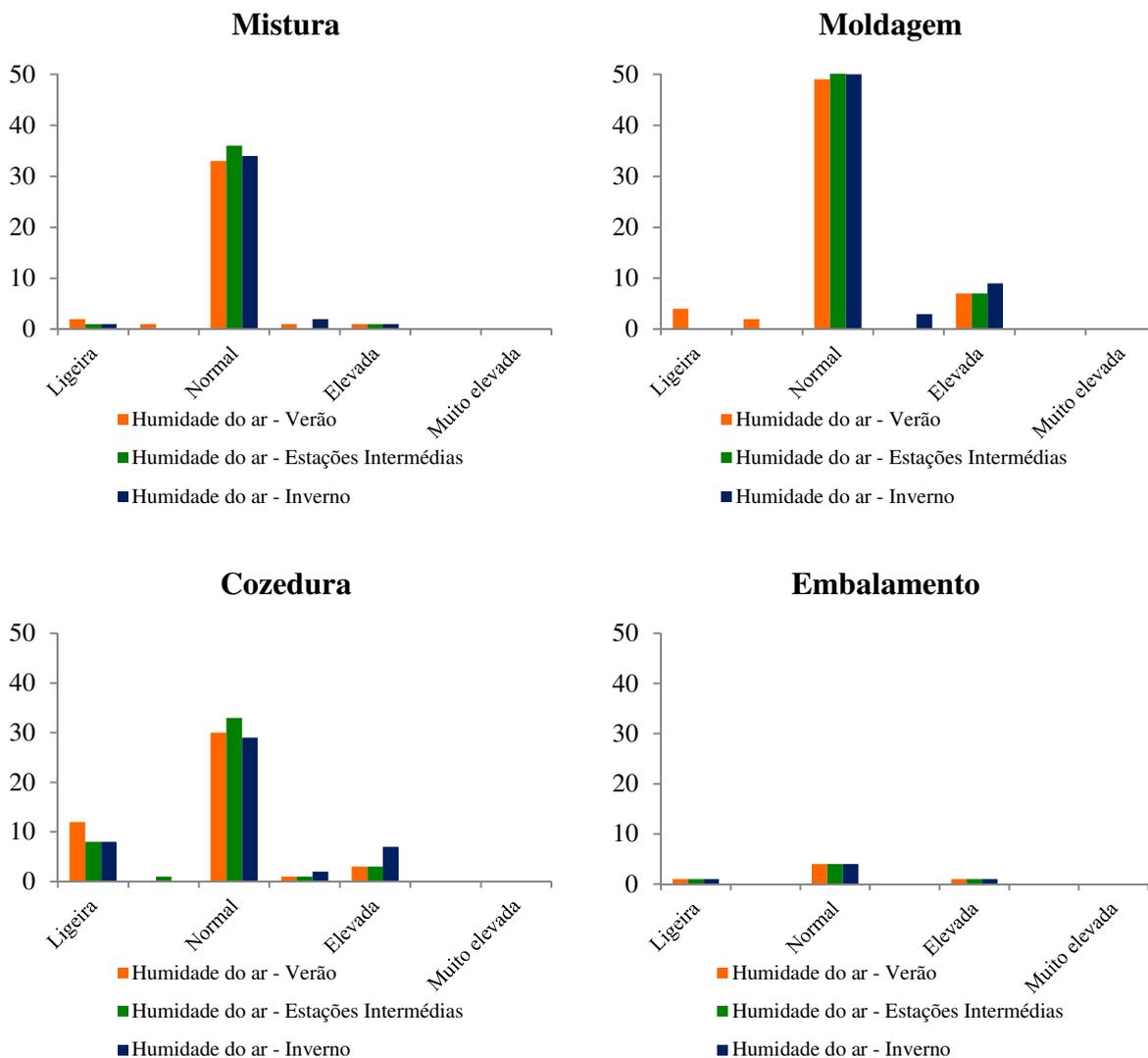


Figura 24 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a humidade do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

A figura 25 apresenta os resultados das medições da humidade do ar nas zonas de trabalho identificadas. Os valores medidos foram classificados de acordo com os intervalos de referência estabelecidos pela ILO (1998).

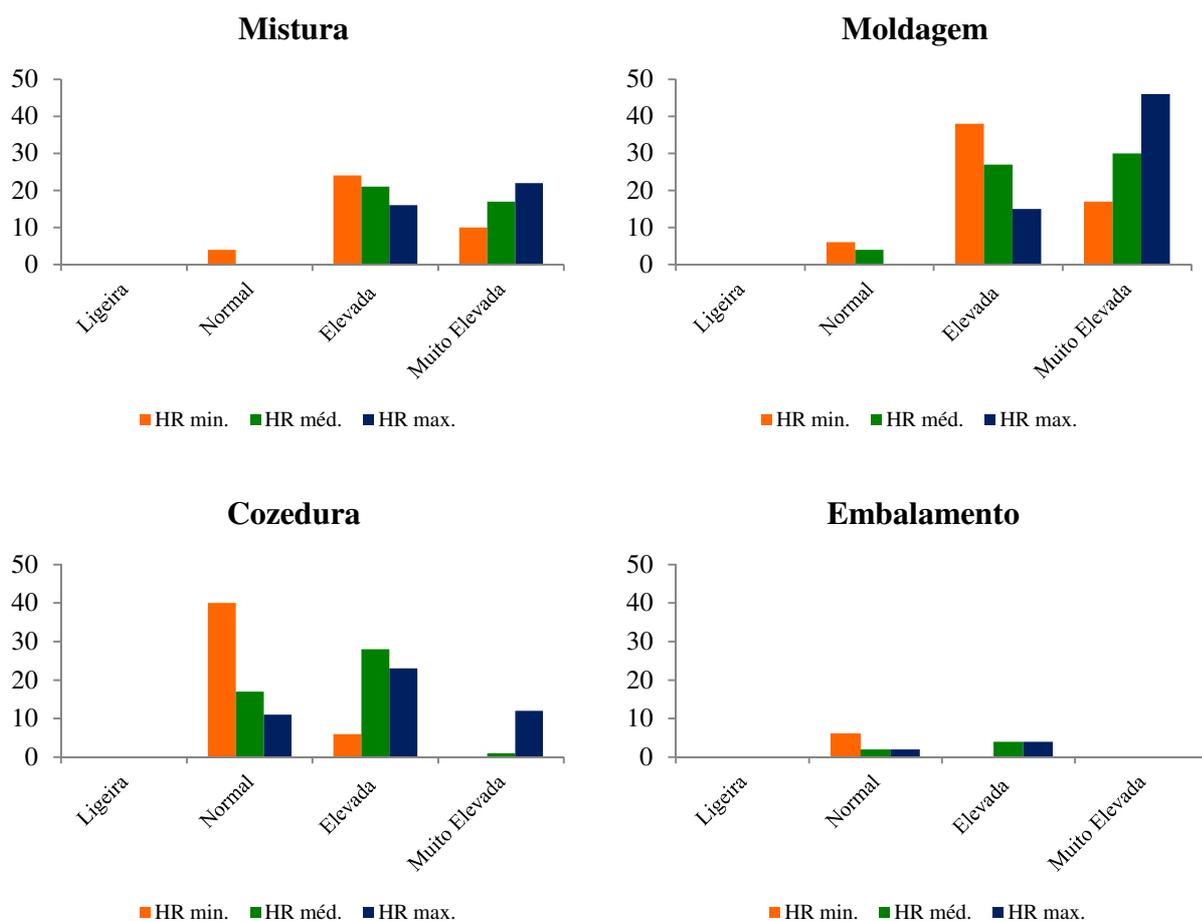


Figura 25 - Resultados da avaliação da Humidade do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

Comparando os valores apresentados na figura 24 com os valores apresentados na figura 25, é possível verificar diversas situações. No geral, como no parâmetro anterior, também aqui os trabalhadores apresentam uma resposta com valores inferiores aos valores medidos, com tendência a serem mais próximos do valor medido na zona de cozedura. Verifica-se que, na zona de mistura e de moldagem, os trabalhadores desvalorizam a existência de humidade elevada no ambiente de trabalho.

De acordo com o observado na aplicação do nível 1, os resultados obtidos para cada posto de trabalho vão ao encontro das evidências anteriores. Os trabalhadores, no geral, consideram que a humidade nos locais de trabalho no sector da panificação tem valores de um ambiente normal. A discrepância de valores obtidos para este parâmetro, entre os trabalhadores avaliados, está essencialmente relacionado, com facto de os trabalhadores não conseguirem identificar esta sensação. Esta situação não só foi verificada pela aplicação do nível anterior, mas também pela razão que durante a realização da entrevista, os trabalhadores demonstraram muita dificuldade na caracterização do parâmetros em análise. Uma vez que o ambiente de

produção de pão e afins é caracterizado como húmido devido às condicionantes do processo de fabrico, o valor obtido recorrendo à opinião dos trabalhadores não deveria ser considerado. No entanto, a aclimação é um factor importante na caracterização do conforto térmico do trabalhador, uma vez que os valores utilizados como referência para estabelecer os intervalos de humidade não referem a questão da aclimação dos trabalhadores. Esta discrepância de valores pode ser resultado da aclimação dos trabalhadores às condições de humidade do local de trabalho.

O próximo parâmetro a ser caracterizado é a temperatura radiante. A figura 26 apresenta os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas funções nas zonas de trabalho identificadas.

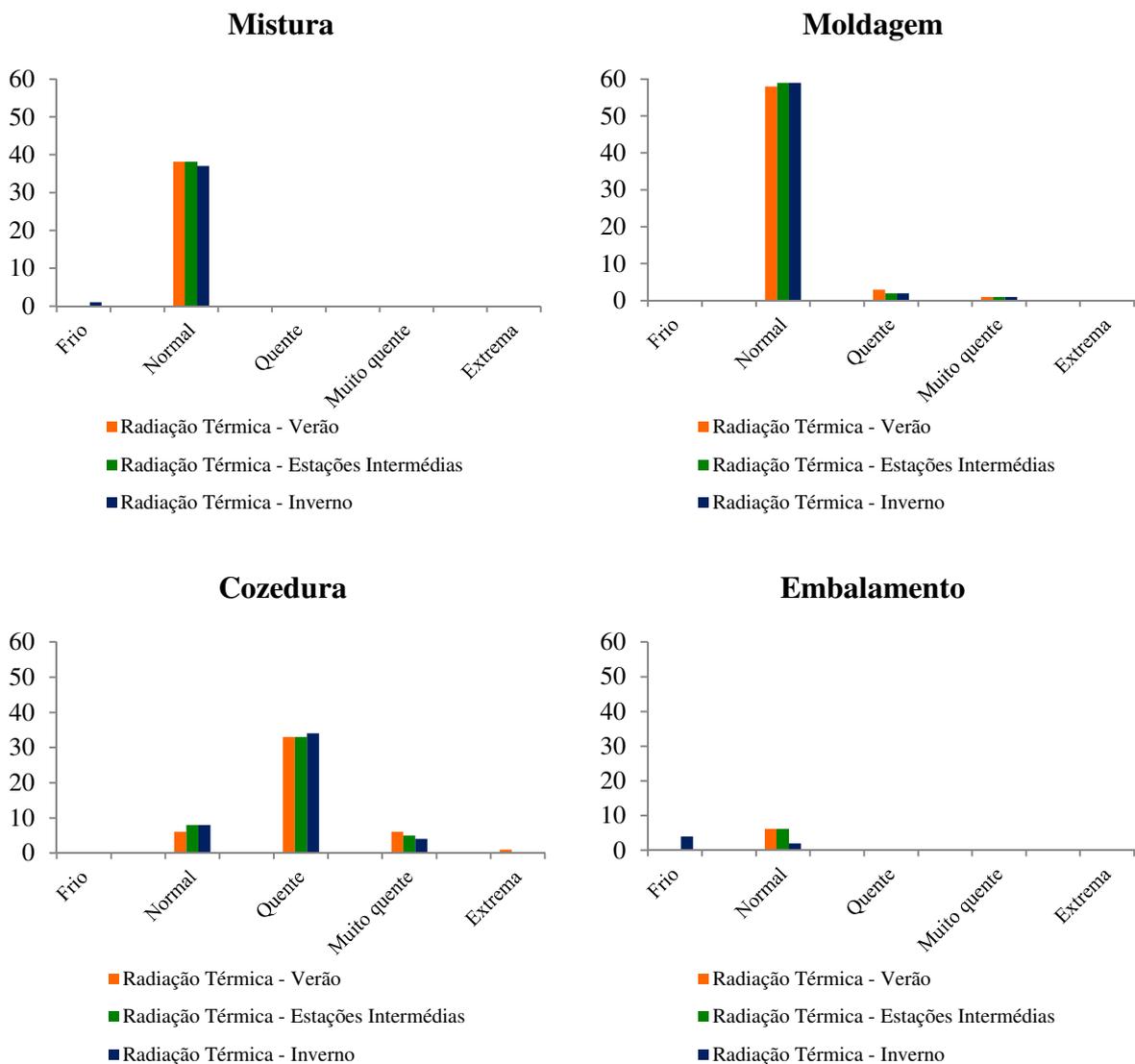


Figura 26 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a radiação térmica do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

A figura 27 apresenta os resultados das medições da temperatura de globo nas zonas de trabalho identificadas. Os valores medidos foram classificados de acordo com os intervalos de referência estabelecidos para a temperatura do ar apresentados para o primeiro parâmetro alvo de avaliação. Quanto ao valor da temperatura de globo apresentado para a zona de trabalho de cozedura, este valor não corresponde ao valor medido, mas sim ao valor da temperatura de globo corrigido de acordo com a equação 12, uma vez que se verificou que o valor obtido em situações de exposição a temperatura radiante não corresponde ao valor medido para aplicação do índice WBGT.

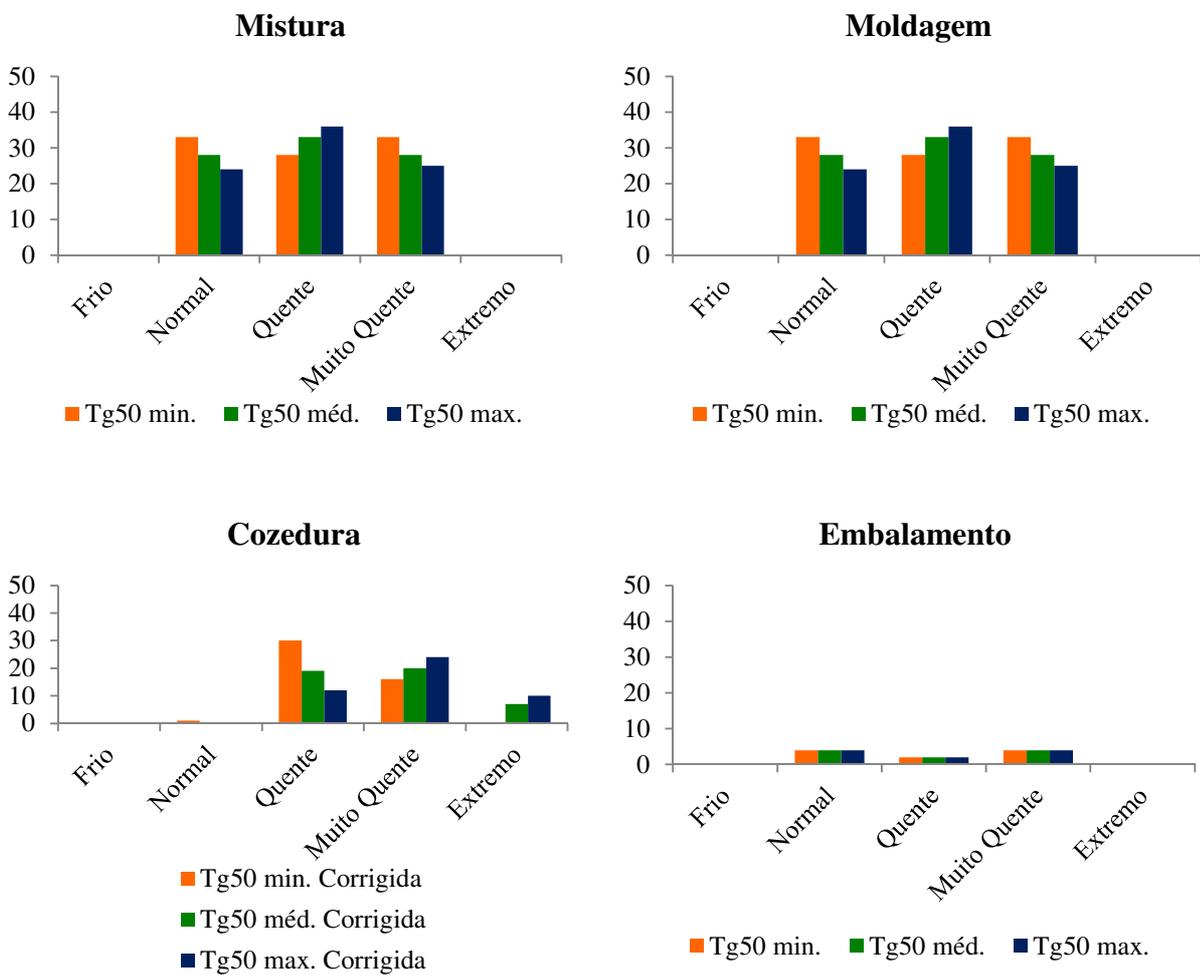


Figura 27 - Resultados da avaliação da temperatura de globo do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

Comparando os valores apresentados na figura 26 com os valores apresentados na figura 27, é possível verificar diversas situações. No geral, tal como nos parâmetros anteriores, também aqui os trabalhadores apresentam uma resposta com valores inferiores aos valores medidos. À semelhança do parâmetro anterior, o critério para estabelecer o intervalo de temperaturas não

tem em consideração a aclimação dos trabalhadores. Neste sentido, esta discordância de valores pode ser resultado da aclimação dos trabalhadores às condições de temperatura radiante do local de trabalho.

O parâmetro seguinte a ser caracterizado é a corrente de ar. A figura 28 apresenta os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas funções nas zonas de trabalho identificadas.

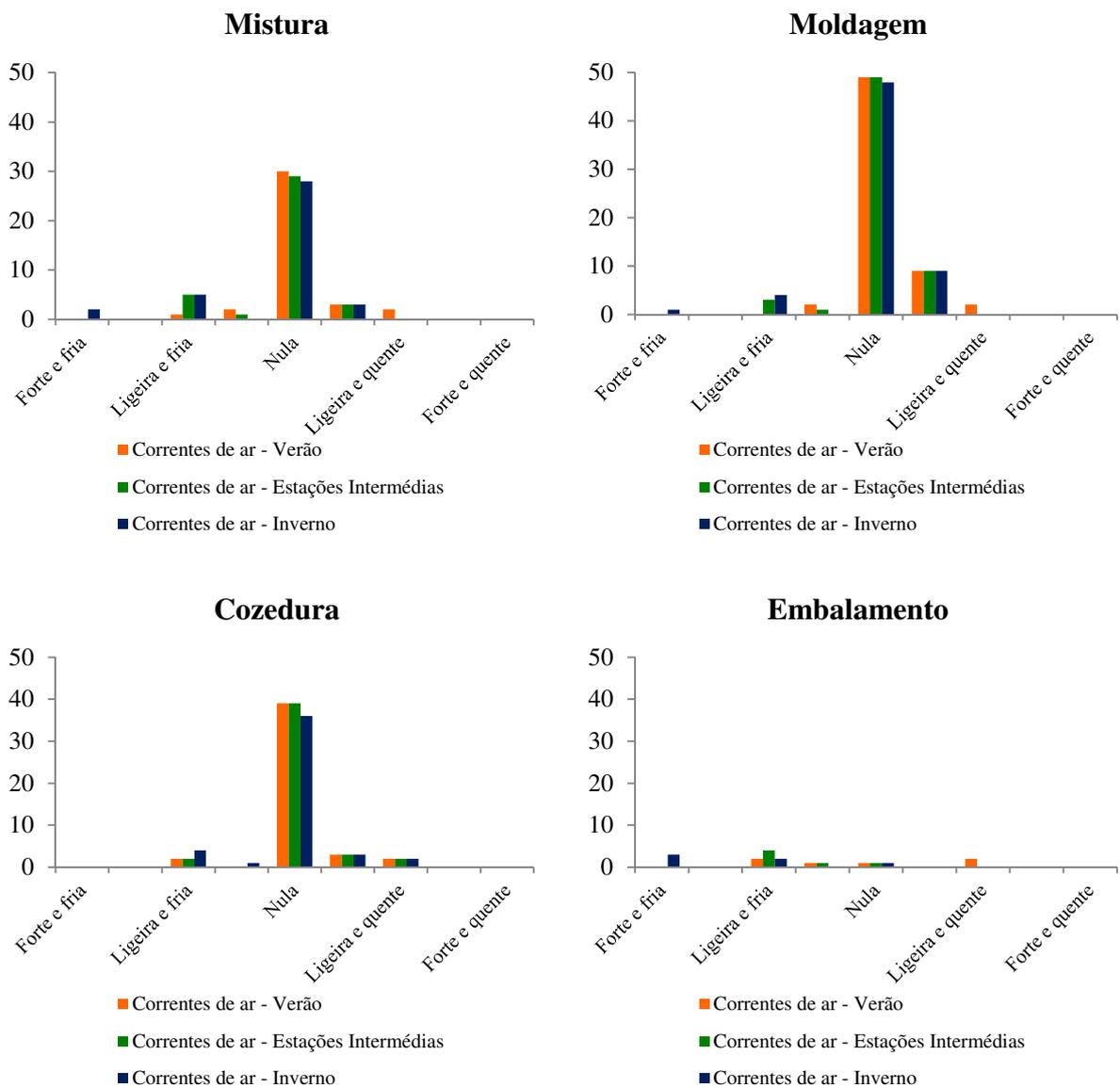


Figura 28 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar as correntes de ar do ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

A figura 29 apresenta os resultados das medições da velocidade da deslocação de ar dos eixos de coordenadas tridimensionais identificados. Uma vez que se recorreu a um anemómetro unidireccional, existiu a necessidade de avaliar a velocidades do ar nos seus diferentes sentidos.

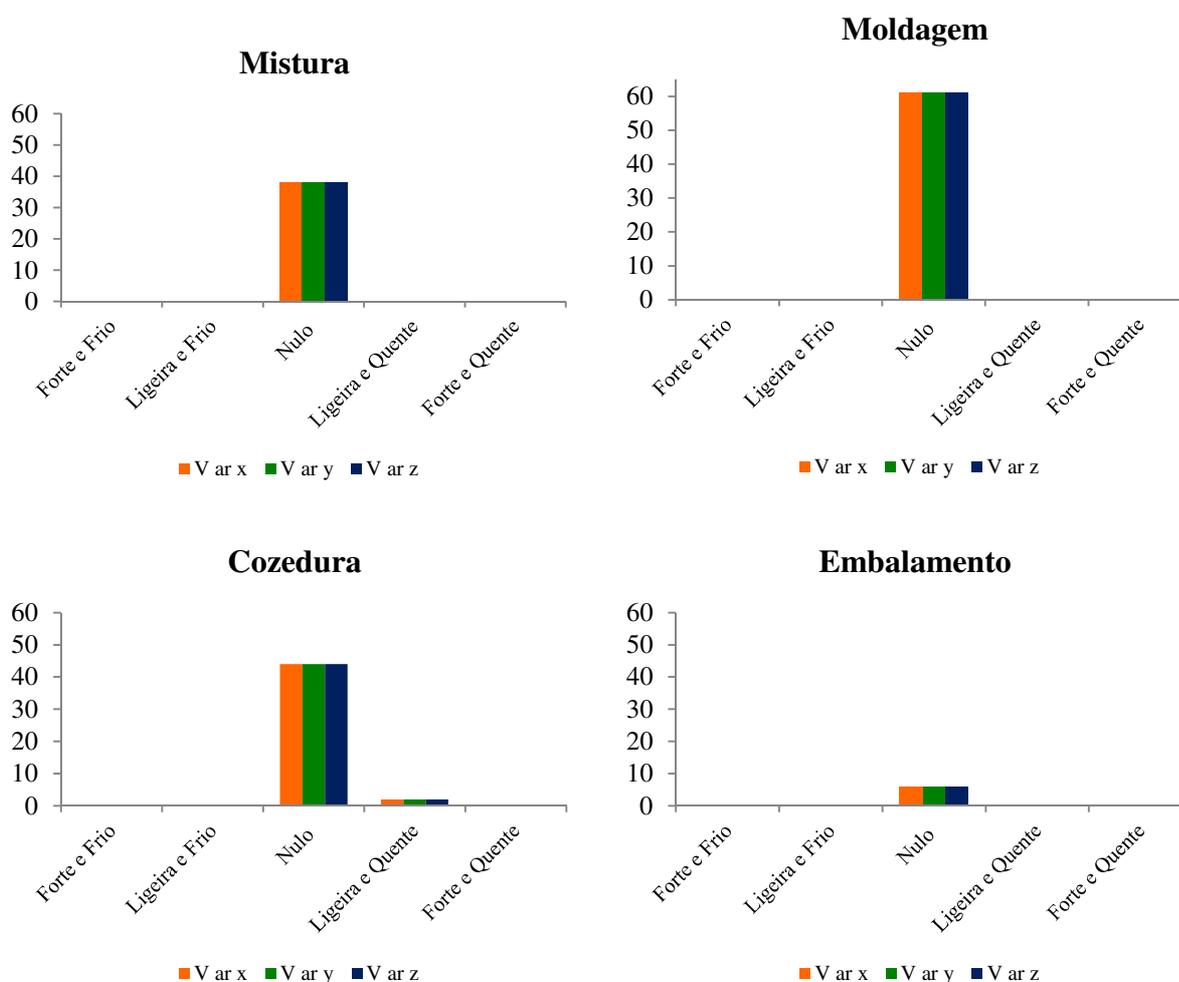


Figura 29 - Resultados da avaliação da velocidade da deslocação do ar no ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

Comparando os valores apresentados na figura 28 com os valores apresentados na figura 29, é possível verificar diversas situações. Começando pela análise dos valores obtidos para as medições realizadas, todos os valores medidos apresentam resultados abaixo dos 0,15 m/s, com excepção de uma medição junto a um forno, que apresentou valores de velocidade de deslocação de ar ligeiramente superiores a 0,15m/s. Quando comparados os valores da opinião dos trabalhadores com os valores medidos, verificou-se que existem trabalhadores

que identificam ligeiras correntes de ar. Esta situação poderá ser devido ao facto dos trabalhadores sentirem as diferenças entre as temperaturas de uma zona de trabalho para outra, aliada à elevada humidade existente. Esta sensação poderá estar a ser confundida por parte dos trabalhadores que a identificam.

Na situação que a seguir se apresenta, o parâmetro a ser caracterizado é a carga de trabalho. A figura 30 apresenta os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas funções nas zonas de trabalho identificadas.

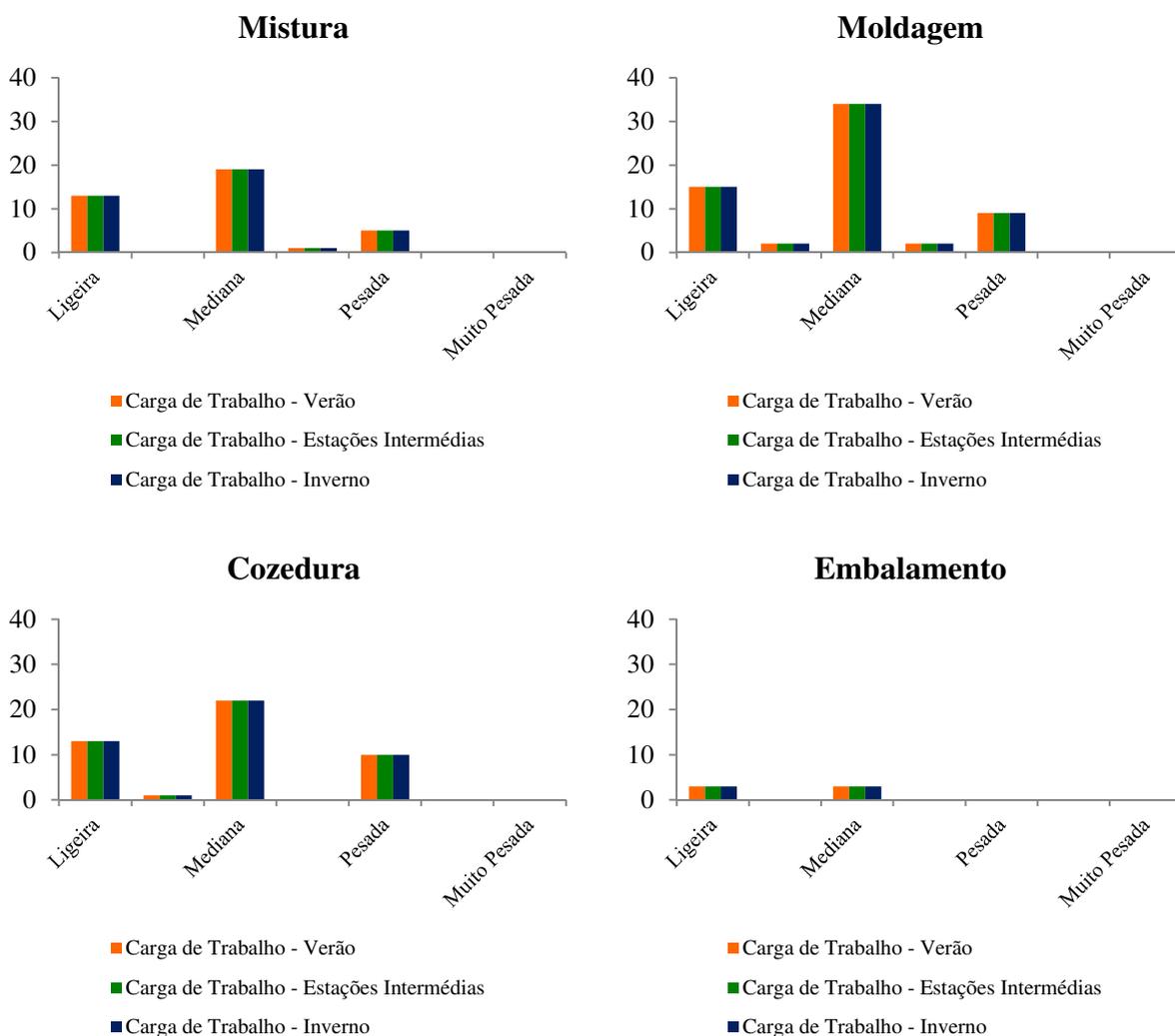


Figura 30 - Opinião dos trabalhadores para caracterizar a carga de trabalho de cada posto de trabalho.

A figura 31 apresenta os resultados do cálculo por estimativa da carga de trabalho nas zonas de trabalho identificadas. De acordo com a ACGIH, é necessário ter em conta a correcção do

valor estimado para a carga de trabalho quando se está perante trabalhadores muito pesados. Deste modo, tendo em conta que a estimativa para a carga de trabalho, de acordo com o método 1B da ISO8996:2004, é considerada moderada apenas para trabalhadores com pesos máximos de 96,8Kg para o caso dos Homens e de 83Kg para o caso de mulheres, uma vez que, acima destes valores, estas mesmas cargas de trabalho são consideradas pesadas para trabalhadores com pesos superiores aos identificados. Verifica-se que existem 2 trabalhadores nas condições descritas, um homem e uma mulher.

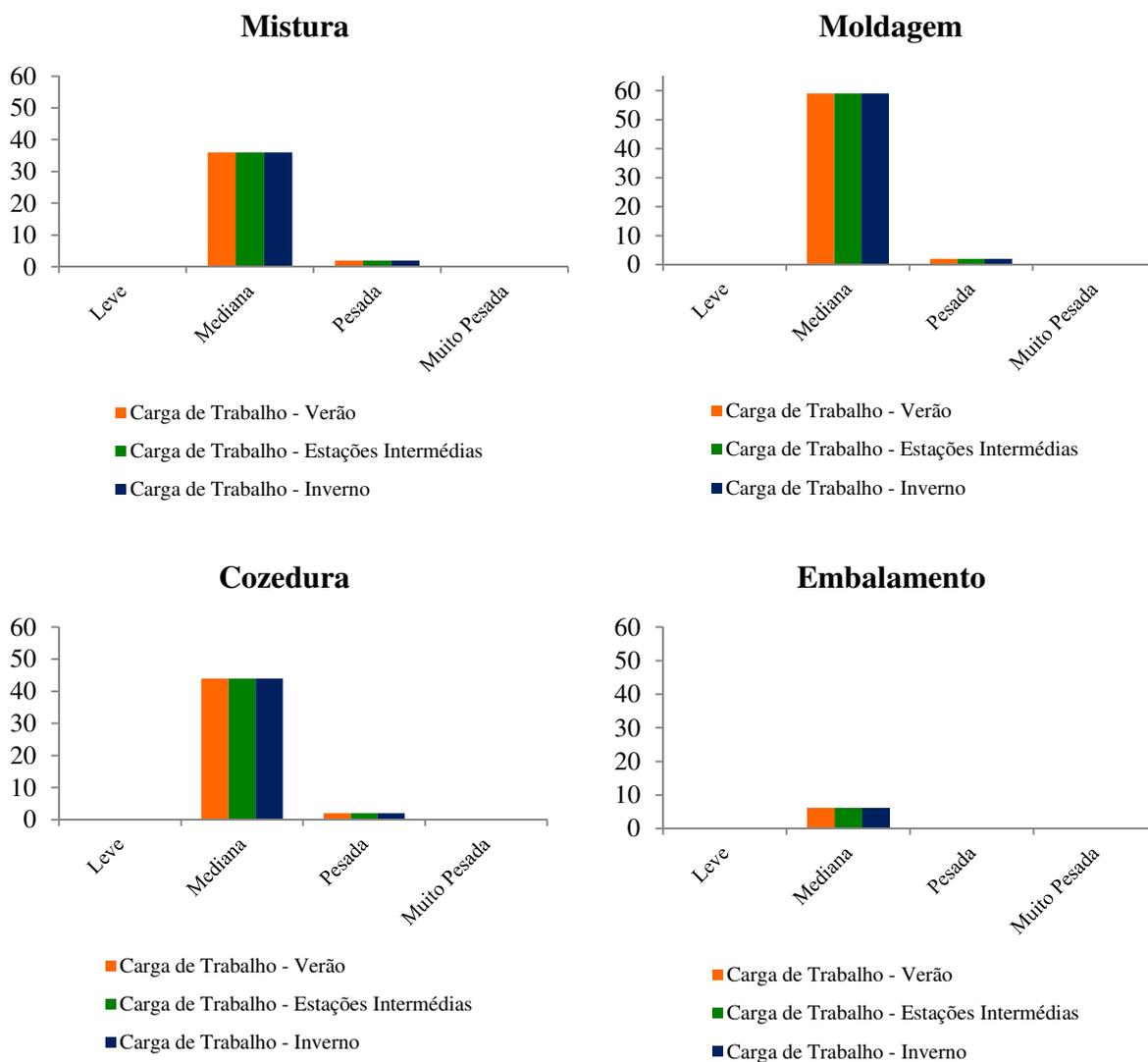


Figura 31 - Resultados da avaliação da carga de trabalho de cada posto de trabalho.

Comparando os valores apresentados na figura 30 com os valores apresentados na figura 31, é possível verificar que os valores obtidos são bastante distintos.

O último parâmetro a ser caracterizado é o vestuário de trabalho. A figura 32 apresenta, simultaneamente, os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas

funções nas zonas de trabalho identificadas e os resultados do cálculo por estimativa do vestuário de trabalho nas zonas de trabalho identificadas.

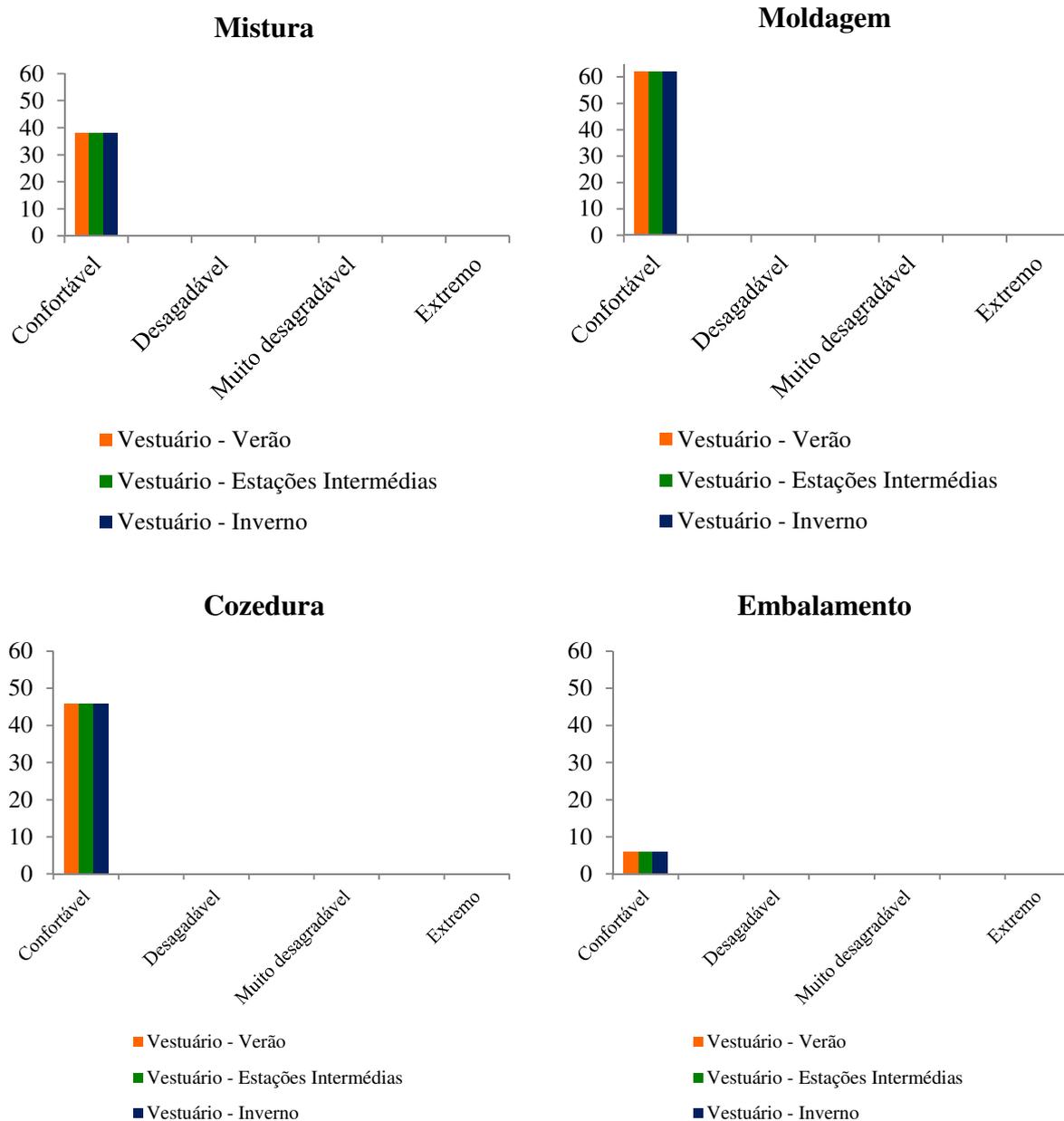


Figura 32 - Resultados da opinião dos trabalhadores e da avaliação do vestuário de trabalho de cada posto de trabalho.

Após a descrição por parte dos trabalhadores das peças de vestuário utilizado (*t-shirt*, calça normal ou leve, cueca, meias, sapatos de sola grossa ou sapatilha e protecção de cabelo) e do cálculo do índice de isolamento do vestuário (0,44 clo), verificou-se que este proporciona um baixo isolamento térmico. O vestuário utilizado, considerado para efeitos da aplicação do índice WBGT, é uma simples farda de trabalho que não apresenta influências no cálculo do

índice. Neste sentido, o índice WBGT não necessita de ajuste, de acordo com o estipulado pela ACGIH. Ao questionar os trabalhadores sobre o seu vestuário de trabalho, todos o consideram como confortável em todas as situações de trabalho. Deste modo, os gráficos a serem apresentados reflectem-se apenas numa figura, uma vez que os resultados obtidos para as duas situações foram idênticos.

Por último, a estratégia SOBANE prevê a caracterização da satisfação geral com o ambiente de trabalho. A figura 33 apresenta os resultados das opiniões dos trabalhadores que desempenham as suas funções nas zonas de trabalho identificadas.

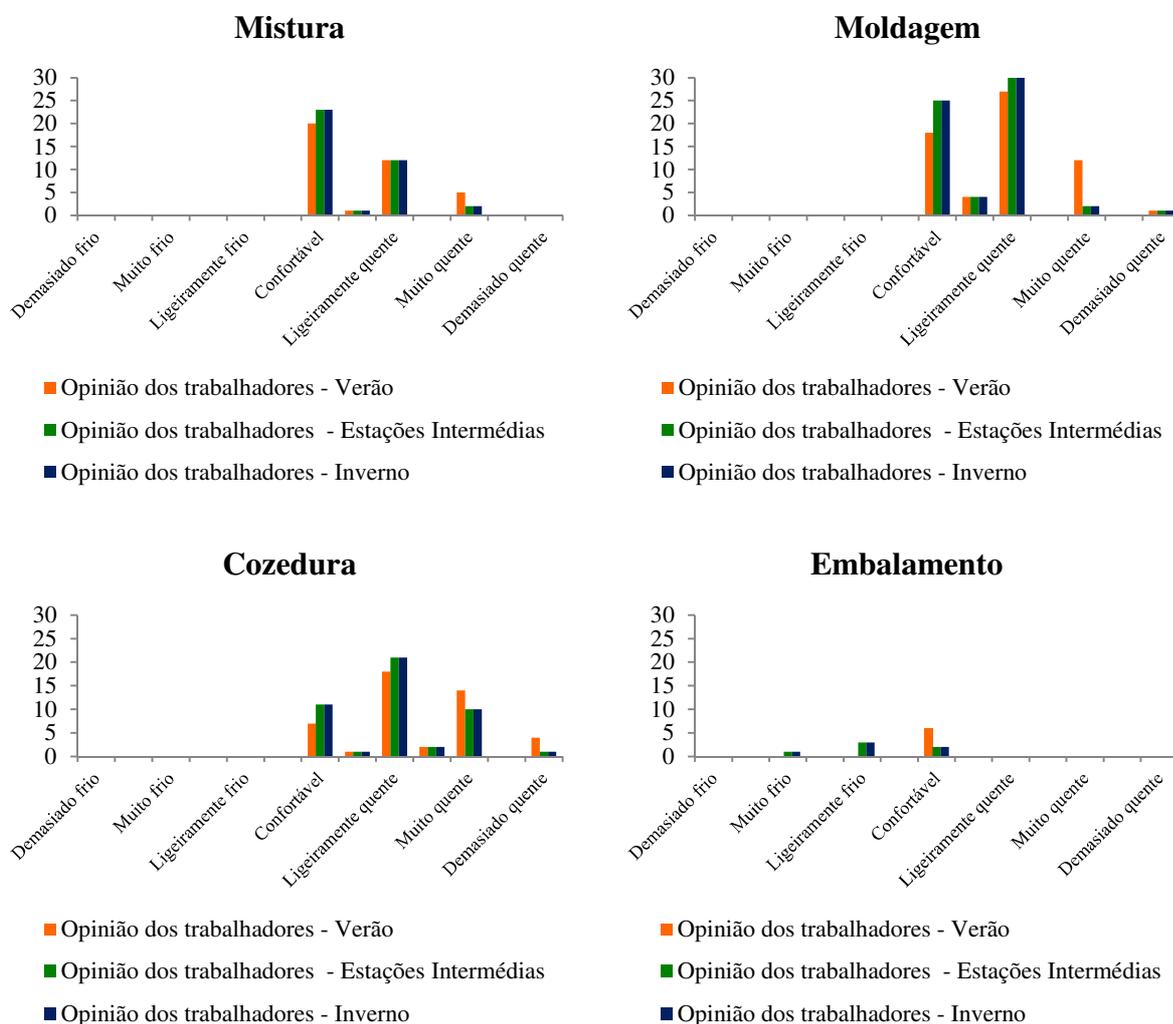


Figura 33 - Resultados da opinião dos trabalhadores para a satisfação geral com o ambiente de trabalho de cada posto de trabalho.

Da análise dos valores apresentados na figura 33, é possível verificar que, no geral, os trabalhadores caracterizam o ambiente como ligeiramente quente, sendo na zona de cozedura

onde se registam as opiniões com pontuações mais elevadas e na zona de embalamento onde se registam as opiniões com pontuação mais baixa. Comparativamente com os resultados registados para a avaliação individual dos parâmetros que influenciam o ambiente térmico, verifica-se que os trabalhadores apresentam uma resposta com uma pontuação mais baixa do que quando questionados pela sua satisfação geral com as condições térmicas do seu local de trabalho. No entanto, verifica-se que uma parte dos trabalhadores considera que está confortável com as condições térmicas do seu local de trabalho. Estes valores, como reflectem uma avaliação subjectiva tendo em conta todas as variáveis que influenciam o ambiente térmico, devem ser posteriormente comparados com os valores WBGT encontrados para cada posto de trabalho.

Após a aplicação do nível 2 da estratégia SOBANE, é possível verificar que este nível permite uma abordagem também muito importante para avaliar as condições térmicas dos locais de trabalho, uma vez que possibilita que o avaliador possa ter em conta a opinião dos trabalhadores expostos a tais condições. Por outro lado, à semelhança do nível anterior, permite perceber desde o início da aplicação do método que existem parâmetros que são difíceis para os trabalhadores caracterizarem, como a questão da humidade do ar. Permite, ainda, perceber a melhor a relação dos trabalhadores com o vestuário de trabalho e com a carga de trabalho geral das suas actividades.

Assim, a partir desta análise, pode-se definir que, quanto ao vestuário de trabalho, a análise em simultâneo da avaliação objectiva e subjectiva apresenta uma mais-valia, uma vez que permite ao avaliador concluir que o isolamento térmico do vestuário não compromete a avaliação do WBGT. Após questionados os trabalhadores sobre o vestuário que utilizam, seguido da estimativa do isolamento térmico proporcionado pelo vestuário e comparado com o resultado da opinião dos trabalhadores quanto ao seu vestuário de trabalho, é possível garantir que o isolamento térmico do vestuário não compromete o cálculo do índice WBGT, não sendo necessário introduzir o factor de correcção.

Quanto à avaliação da carga de trabalho, a análise em simultâneo da avaliação objectiva e subjectiva apresentam também uma mais-valia, uma vez que permite ao avaliador retirar conclusões que não seriam evidenciadas apenas pela aplicação do método objectivo. Em primeiro lugar, é necessário ter em conta que o método utilizado para a estimativa da carga de trabalho apresenta um erro muito elevado. Assim, após estimar o valor da carga de trabalho e comparar com os resultados das opiniões dos trabalhadores, verifica-se a necessidade de

utilizar um método com um menor erro para a estimativa da carga de trabalho nestes locais de trabalho.

Na avaliação das correntes de ar, a análise em simultâneo permite perceber que, tanto as medições, como os trabalhadores, na sua grande maioria, referem como nula a deslocação de ar. Esta análise facilita a aplicação do índice WBGT, que apesar de não intervir no seu cálculo com o valor da velocidade do ar, é um parâmetro que influencia o resultado obtido, tanto de forma objectiva como subjectiva. No entanto para o sector em estudo, através da análise dos gráficos, verifica-se que não existe a necessidade de medir a velocidade do ar, uma vez que os valores obtidos para os dois tipos de avaliações são semelhantes entre si.

Quanto à avaliação da temperatura radiante, humidade do ar e temperatura seca do ar, os valores obtidos na resposta dos trabalhadores são diferentes, quando comparados com os valores medidos nos locais de trabalho. A análise em simultâneo das opiniões dos trabalhadores e das condições climáticas dos locais de trabalho permite ao avaliador retirar conclusões que não seriam evidenciadas apenas pela aplicação do método objectivo. A disparidade de valores obtidos poderá, assim, ser resultado da aclimação dos trabalhadores.

Quanto à aplicação do nível 3, este não foi concluído na descrição anterior. Os gráficos acima apenas se referem aos valores das medições e não a interligação entre esses valores. É, assim, necessário apresentar os valores para o cálculo do índice WBGT. Deste modo, a apresentação dos resultados passa, em primeiro lugar, pela aplicação do índice WBGT para cada posto de trabalho individualmente, de acordo com o evidenciado pelas figuras 34, 35, 36 e 37. Estas figuras apresentam os valores WBGT calculados para as zonas de mistura de ingredientes, moldagem da massa, cozedura da massa e embalamento do pão, respectivamente. De modo a comparar os valores obtidos com os valores WBGT de referência, assumiu-se, inicialmente, os tempos de afectação a cada posto de trabalho por cada trabalhador avaliado. No entanto, os valores obtidos seriam comparados com valores que têm em conta um tempo de intervalo de descanso. Esta situação não se verifica no sector em estudo. Por esta razão, os valores não poderão ser comparados com os valores WBGT de referência, tendo em conta o tempo de afectação à tarefa como objecto da comparação, uma vez que é necessário proceder ao cálculo do WBGT ponderado, pois os trabalhadores encontram-se expostos a diferentes condições climáticas durante 100% do seu tempo de trabalho. Deste modo, entendeu-se que, nesse caso, os valores serão comparados com os valores WBGT de referência para uma exposição de 100%.

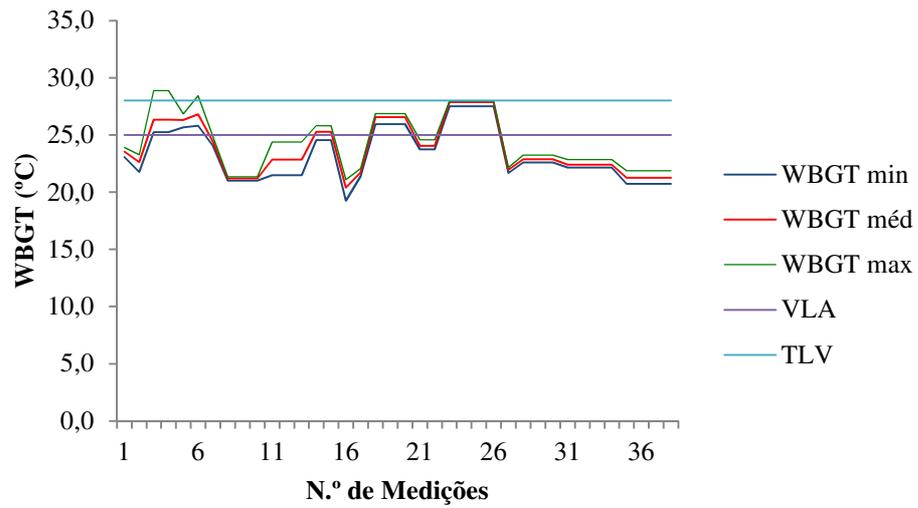


Figura 34 – Índice WBGT da zona de mistura

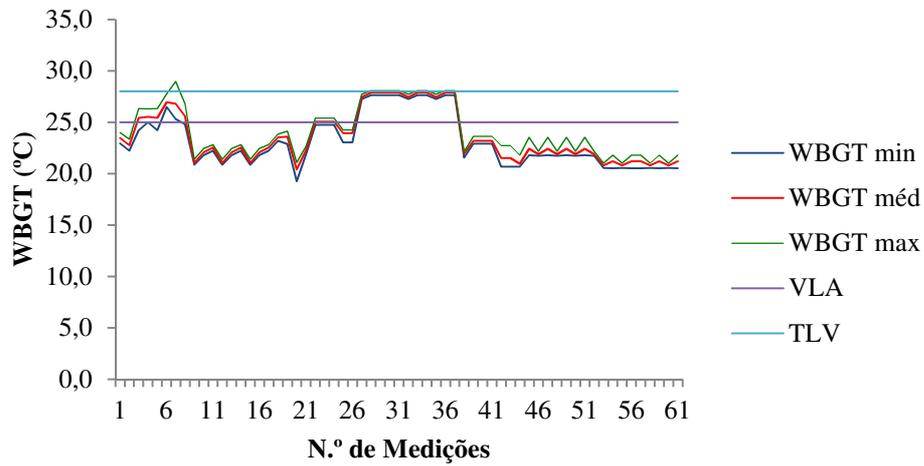


Figura 35 – Índice WBGT da zona de moldagem

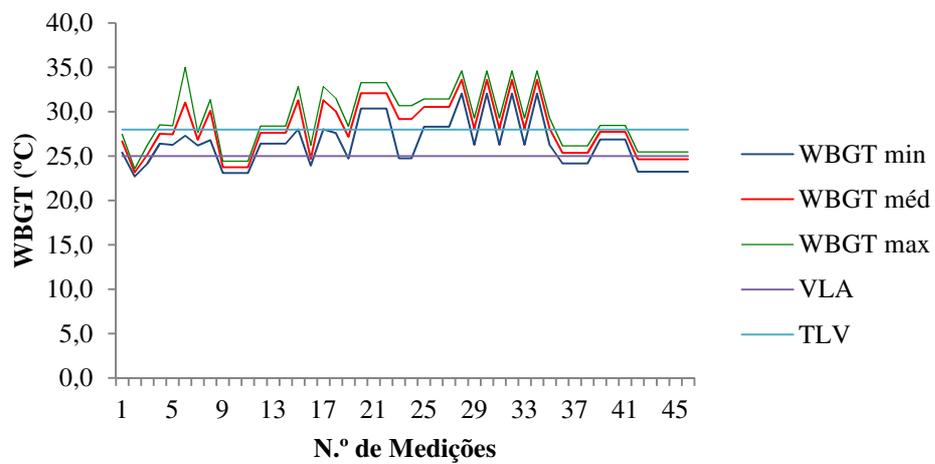


Figura 36 – Índice WBGT da zona de cozedura

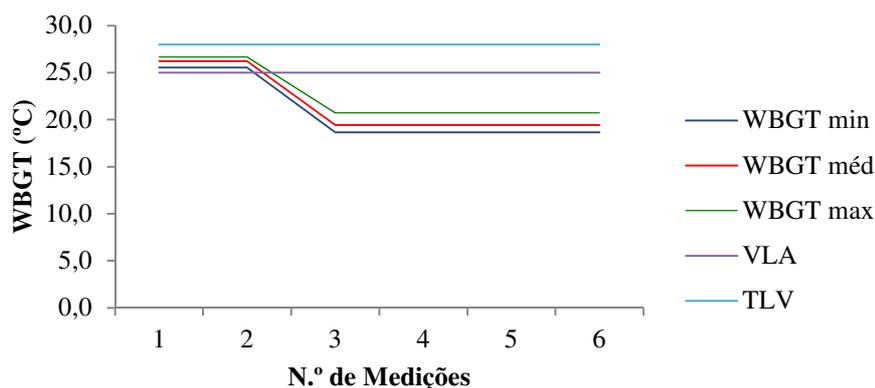


Figura 37 – Índice WBGT da zona de embalagem

Da observação das figuras anteriores, é possível verificar que, em todas as zonas de trabalho, existem situações em que é evidenciada a necessidade de intervir, uma vez que são apresentados valores superiores ao VLA. Verifica-se, ainda, que a zona com maior prioridade de actuação é a zona de cozedura onde está instalada a fonte de calor. Quanto aos valores superiores ao TLV[®], que indicam a sobrecarga térmica dos trabalhadores expostos, verifica-se a existência de valores superiores em algumas situações da zona de mistura e moldagem. Verifica-se, ainda, que a grande maioria dos valores apresentados na zona de cozedura é superior ao TLV[®].

Comparando os resultados obtidos nas figuras 34, 35, 36 e 37 com os resultados das opiniões dos trabalhadores da figura 33, parece existir alguma relação entre a opinião dos trabalhadores e os valores resultantes da avaliação objectiva.

Os valores aqui utilizados, para a comparação com o valor de referência, de acordo com o referido anteriormente, dizem respeito a uma exposição entre 75 a 100% do tempo de trabalho de cada trabalhador, não sendo esta a realidade laboral. Os trabalhadores executam funções em três ou quatro zonas de trabalho no mesmo espaço físico, sem intervalo de descanso. Por esta razão entendeu-se que seria mais prudente a utilização deste valor de referência. No entanto, a forma mais correcta de calcular esta exposição passa pelo cálculo do índice WBGT ponderado. Deste modo, é necessário calcular o índice WBGT ponderado e comparar o valor obtido com o VLA e o TLV[®] recomendado para uma exposição de 100%. A figura 38 apresenta os resultados obtidos para o cálculo do índice WBGT ponderado para 100% do tempo de trabalho.

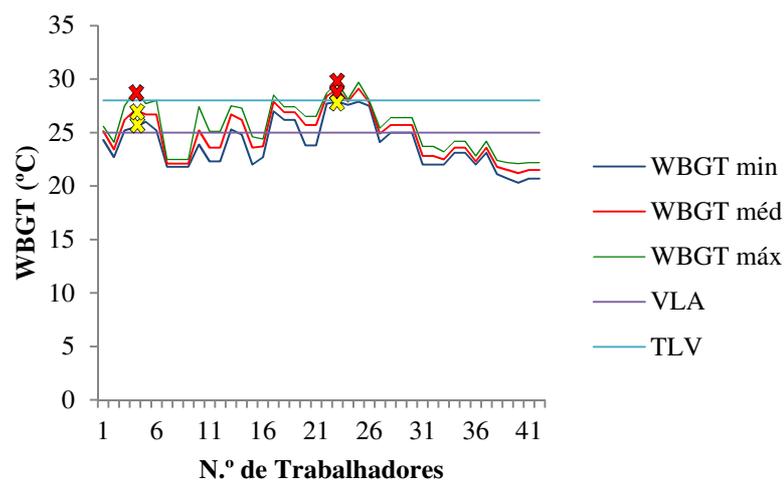


Figura 38 – Índice WBGT ponderado

Da observação da figura 38, verifica-se que 18 trabalhadores não se encontram em risco de sobrecarga térmica por calor, 18 trabalhadores encontram-se expostos a possíveis riscos de sobrecarga térmica por calor, sendo necessário estabelecer medidas, e seis trabalhadores estão em risco. No entanto, destes seis últimos trabalhadores, dois deles apresentam um peso elevado, verificando-se que estes estão expostos a um risco mais elevado do que os restantes trabalhadores, uma vez que, a partir da avaliação da carga de trabalho, não está estabelecido pela ACGIH um valor de comparação para uma exposição de 100% com carga de trabalho elevada. Sendo assim, é necessário a utilização da tabela proposta pela ISO7273:1989 que recomenda um valor WBGT máximo de 25°C, concluindo-se, assim, que estes trabalhadores estão em risco de stresse térmico por calor mais que os outros trabalhadores.

É possível verificar que na figura 20, 11 trabalhadores consideraram-se bastante insatisfeitos, 29 consideraram-se insatisfeitos e dois consideraram-se satisfeitos com as condições térmicas dos locais de trabalho. Quando comparado o resultado obtido na figura 38 com a figura 20, verifica-se uma variação entre os resultados finais com a sensação sentida pelos trabalhadores, pois existem mais trabalhadores bastante insatisfeitos e insatisfeitos do que era esperado pela avaliação objectiva. A aclimação dos trabalhadores é um factor que não pode ser apresentado nesta situação, pois, se fosse esse o caso, existiam mais trabalhadores satisfeitos com as condições climáticas. Esta discrepância de valores contribui, assim, para a necessidade dos métodos objectivos e subjectivos serem usados em simultâneo para a avaliação do ambiente térmico do local de trabalho.

3.2.4. Resultados e análises de resultados da investigação

De acordo com a pergunta de partida enunciada “Será que os resultados obtidos com recurso à aplicação de modelos matemáticos correspondem à sensação térmica sentida pelos trabalhadores?”, é possível verificar que a relação entre a sensação térmica sentida pelos diversos trabalhadores avaliados não é linear com a resposta obtida através da aplicação de modelos matemáticos. Esta resposta já poderia ser esperada, à partida, uma vez que a sensação térmica representa, para cada indivíduo, uma resposta distinta. No entanto, apesar de, à partida, já ser esperado que a pergunta de partida da investigação poderia não ser confirmada, isto vai ao encontro do que se pretende propor com este estudo. A sensação térmica, como apresenta uma resposta distinta para cada indivíduo, é necessário desencadear uma avaliação simultânea com aplicação de métodos objectivos e subjectivos, sendo esta uma questão deixada em aberto pela ISO11399:1995. No entanto, de modo a obter resultados mais detalhados, é necessário responder às perguntas derivadas enunciadas de acordo com o seguinte modelo de análise. Esta análise teve por base 152 respostas de 42 trabalhadores distribuídos por quatro zonas de trabalho nas 16 empresas avaliadas. Estes valores foram comparados com os valores WBGT resultantes das medições de 70 postos de trabalho.

P1: Será que a sensação térmica sentida pelos trabalhadores do sector da panificação é semelhante às características térmicas medidas nos locais de trabalho?

H0: Os trabalhadores apresentam uma resposta semelhante às características térmicas medidas.

H1: Os trabalhadores apresentam uma resposta diferente das características térmicas medidas.

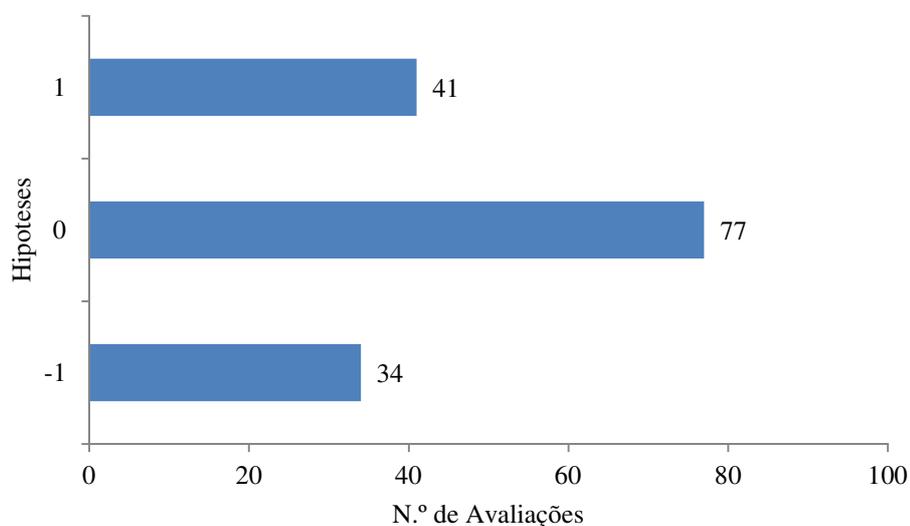


Figura 39 – Análise das hipóteses da P1

A figura 39 descreve a análise das hipóteses da P1. No gráfico, os resultados obtidos para a hipótese alternativa (H1) foram divididos entre uma resposta diferente para mais do que o valor medido e uma resposta para menos do que o valor medido. Uma vez que os valores obtidos para a hipótese nula (H0) representam mais de 50% das comparações levada a cabo, pode-se assumir que os trabalhadores apresentam uma resposta semelhante às características térmicas medidas. No entanto, o valor obtido é muito próximo do resultado obtido para a hipótese alternativa. Deste modo, torna-se evidente que é fundamental a análise em simultâneo de métodos objectivos e subjectivos nas avaliações de campo.

De forma a analisar o factor de aclimação, é colocada a segunda pergunta derivada e o respectivo modelo de análise. À semelhança da pergunta anterior, também neste caso o resultados obtidos para a hipótese alternativa (H1) foram divididos entre uma resposta diferente para mais do que o valor medido e uma resposta para menos do que o valor medido.

P2: Será que os anos de afectação ao sector de panificação influenciam na resposta térmica sentida pelos trabalhadores?

H0: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta mais próxima do valor medido.

H1: Os trabalhadores com mais anos apresentam uma resposta diferente do valor medido.

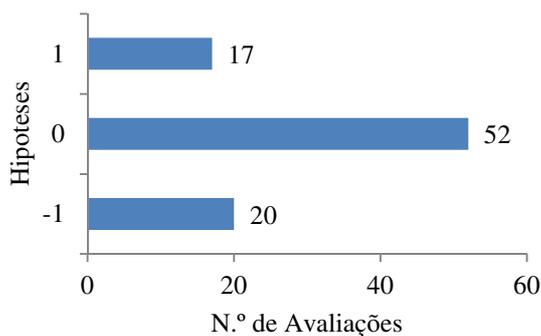


Figura 40 – Análise das hipóteses da P2 para trabalhadores com mais de 10 anos de afectação ao sector da panificação

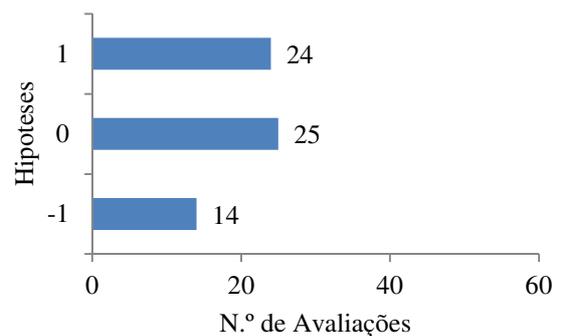


Figura 41 – Análise das hipóteses da P2 para trabalhadores com menos de 10 anos de afectação ao sector da panificação

Da análise da figura 40, verifica-se que a maioria dos trabalhadores com mais de 10 anos de afectação ao sector da panificação avaliados apresenta uma resposta para sensação térmica

mais próxima do valor avaliado. Por outro lado, da análise da figura 41, verifica-se o contrário, os trabalhadores com menos de 10 anos de afectação ao sector apresentam uma resposta para a sensação térmica diferente do valor determinado com base no método objectivo.

Além das situações apresentadas, verifica-se, a partir do gráfico 40, que trabalhadores com mais de 10 anos de afectação ao sector apresentam uma resposta diferente para mais do que o valor medido. Deste modo, evidencia-se que a aclimação do trabalhador não dá ao avaliador sempre uma certeza quanto à sensação previsivelmente sentida pelo trabalhador, como igual ou inferior ao valor medido.

Uma vez que os valores obtidos para a hipótese nula (H_0) representam mais de 50% das comparações levada a cabo entre os trabalhadores com mais de 10 anos de afectação ao sector da panificação, pode-se assumir que os trabalhadores com mais anos de afectação apresentam uma resposta mais próxima do valor medido. No entanto o valor obtido é próximo do resultado obtido para a hipótese alternativa. Deste modo, torna-se novamente evidente que é fundamental a análise em simultâneo de métodos objectivos e subjectivos nas avaliações de campo.

Conclusões

Com este trabalho de investigações, pretendeu-se avaliar e comparar o resultado da sensação térmica sentida pelos trabalhadores do sector da panificação com os resultados obtidos para a medição das condições climáticas dos seus locais de trabalho. Para tal, esta análise apoiou-se num conjunto de variáveis que influenciam o ambiente térmico, tais como a temperatura do ar, a humidade do ar, a radiação térmica, a velocidade do ar, o isolamento térmico do vestuário e a carga metabólica necessária para cada actividade. Estas variáveis foram avaliadas de forma objectiva, recorrendo a medições de campo das condições climáticas dos locais de trabalho e de forma subjectiva, bem como a escalas de avaliação, de forma a recolher a opinião dos trabalhadores.

Realizou-se, em primeiro lugar, uma revisão de literatura, sobre a avaliação do ambiente térmico nos locais de trabalho, apresentaram-se perspectivas de diversos autores, sendo salientadas as que se consideraram mais pertinentes para o desenvolvimento deste estudo. Existem vários métodos publicados para a avaliação das condições térmicas nos locais de trabalho, no entanto, não diferem em muito das teorias de base. São, ainda, definidas pelos diversos autores, pelo menos duas vertentes, a utilização de métodos objectivos baseados em modelos matemáticos e a análise ergonómica baseada na avaliação subjectiva. Deste modo, foram tidos em linha de conta os critérios estabelecidos pela ISO11399:1995 e o espaço deixado em aberto quanto à avaliação subjectiva, na avaliação da sobrecarga térmica por calor. O trabalho empírico envolveu a aplicação de dois métodos reconhecidos por normas internacionais, no sentido de responder aos objectivos propostos, que foram analisados mediante a aplicação de testes de hipóteses.

A investigação desenvolvida permitiu, além de testar as hipóteses em estudo, obter conclusões que podem contribuir para a avaliação de campo das condições climáticas dos locais de trabalho, assim como para o desenvolvimento de estudos futuros, de acordo com o apresentado de seguida.

Resultado e contributos da investigação

No início do processo de investigação, pretendia-se apenas a observação dos resultados das hipóteses estudadas. No entanto, com o decorrer da investigação, tornou-se pertinente o estudo mais detalhado de outras questões, uma vez que o cumprimento dos requisitos dos instrumentos de avaliação e o julgamento do avaliador mostram-se especialmente importantes na avaliação da sobrecarga térmica e fisiológica por calor. Deste modo, os resultados e contributos da investigação são distribuídos pelos quatro pontos seguintes.

A investigação aplica-se ao sector da panificação e incidiu sobre uma amostra de 16 empresas e 42 trabalhadores na zona do Pinhal Litoral do distrito de Leiria. A maioria dos trabalhadores é do género masculino, apresentam uma idade superior a 50 anos de idade, desenvolvem uma actividade laboral predominantemente nocturna, não realizam exercício físico e preferem ambientes quentes. Quanto ao peso dos trabalhadores avaliados, é considerado no intervalo adequado, com excepções pontuais. A média de anos de afectação ao sector é de 17 anos e de 6,5 anos de trabalho na empresa avaliada. Estes valores evidenciam que os trabalhadores estão aclimatados ao ambiente de trabalho e que podem ser utilizados os critérios de avaliação seleccionados. Quanto ao tipo de empresas estudadas, estas são empresas de pequenas dimensões, que representam a produção tradicional de produtos de panificação e afins, em Portugal.

Estudo comparativo – Desenvolvimento de um factor de correcção para a determinação da temperatura do globo

Após a análise dos resultados para a comparação de valores obtidos com recurso a diversas estações climáticas, é possível verificar que existem diferenças entre as medições desenvolvidas utilizando globos de dimensões diferentes do globo standard. Os globos de 50 mm, colocados à mesma distância da fonte de calor, apresentam uma temperatura de globo inferior, assim como estas diferenças variam de acordo com o equipamento utilizado. Neste sentido, para o cálculo do índice WBGT, é necessário introduzir um factor de correcção adequado que permita uma transposição correcta da temperatura de globo de 50 mm para a temperatura de globo *standard*. Deste modo, foi desenvolvido um factor de correcção para o termómetro de globo utilizado nas medições, que permite que todos os valores obtidos possam ser interpolados na curva de calibração estabelecida. No que se refere às restantes

variáveis ambientais estudadas como a temperatura do ar e a temperatura do bolbo húmido ventilado naturalmente, pode-se verificar que os resultados são semelhantes para as três estações climáticas utilizadas no estudo. Neste sentido, é viável afirmar que, recorrendo a diversos equipamentos, mais rudimentares (como o que foi construído para este estudo recorrendo a material de uso corrente de laboratório) ou mais evoluídos (como as estações climáticas disponibilizadas pelo mercado), é possível chegar a uma mesma conclusão, no que se refere à aplicação do índice WBGT. É importante referir que este estudo carece de uma investigação mais profunda, uma vez que existe a necessidade de utilização de uma câmara climatérica onde seja possível a determinação dos pontos avaliados sem interferências de temperaturas externas. É esta a razão de estarem definidos dois ciclos de medições, uma vez que as medições de cada ciclo foram realizadas em dias diferentes, não tendo sido possível controlar as temperaturas externas à avaliação.

Nível 1 - Diagnóstico preliminar

Os resultados obtidos com a aplicação do nível 1 foram ao encontro das imperfeições, das dificuldades e problemas encontrados, não fornecendo soluções, não indo, assim, ao encontro dos objectivos da aplicação do nível 1 da estratégia SOBANE. No entanto, a aplicação deste nível apresentou-se muito importante para a aplicação do método de avaliação objectivo, uma vez que permite ao avaliador possuir uma visão mais ampla sobre as condições que vão ser alvo de avaliação e estabelecer, assim, linhas de orientação para a avaliação a desenvolver. Deste modo, considera-se que a lista de verificação de assuntos a serem discutidos com os trabalhadores proposta pelo nível 1 é uma ferramenta importante para ser utilizada antes da avaliação de campo.

Nível 2 e 3 – Análise e Observação

Da análise dos resultados obtidos verifica-se que existem algumas diferenças entre os resultados obtidos para a sensação térmica dos trabalhadores e os resultados obtidos da avaliação das condições climáticas dos locais de trabalho. Evidenciada esta situação, faz todo o sentido ter em conta a opinião dos trabalhadores. Por outro lado, é também importante a recolha da opinião dos trabalhadores, uma vez que, deste modo, se dá cumprimento ao disposto no artigo 18.º do Regime Jurídico de Segurança e Saúde no Trabalho. Neste sentido, a consulta realizada aos trabalhadores apoia o julgamento do avaliador na avaliação da

sobrecarga térmica e fisiológica por calor e deve ser realizada em simultâneo com as avaliações objectivas.

Quanto à aplicação do índice WBGT, é importante ter sempre em conta que este valor deve ser um valor ponderado no tempo e de acordo com uma taxa metabólica ponderada. No que se refere aos critérios de avaliação do índice WBGT, de acordo com a ACGIH, estes não são suficientes, devem ser introduzidos os critérios de avaliação propostos pela ISO7243, quando os trabalhadores se encontram a exercer cargas de trabalho com classificação de pesada.

Resultados das hipóteses de investigação levantadas

Com o desenvolvimento deste trabalho foi, possível aceitar as hipóteses em estudo. No entanto os resultados obtidos ao longo da avaliação evidenciam que existe alguma discrepância entre a opinião do trabalhador quanto à sua sensação térmica e o resultado obtido com base na avaliação das condições climáticas dos locais de trabalho, situação que também foi evidenciada pela proximidade dos resultados no teste de hipóteses.

Assim, tendo em conta que a sensação térmica apresenta para cada, indivíduo, uma resposta distinta que depende de diversos factores, mesmo que na sua maioria possa ser aceite que os trabalhadores apresentam uma resposta próxima do valor medido e que a aclimação do trabalhador influencia na concordância desta situação, torna-se pertinente a análise em simultâneo de métodos objectivos e subjectivos na avaliação da exposição dos trabalhadores a sobrecarga por calor. Esta análise permite ao avaliador possuir uma visão mais abrangente sobre o que acontece no ambiente de trabalho em análise e com os trabalhadores expostos a esse ambiente.

Sugestões de investigações futuras

Em primeiro lugar, deve-se ter em conta que, de acordo com diversos autores, por exemplo Parsons, o método proposto pela ISO 7243:1989 deve ser usado como uma primeira aproximação à determinação das condições climáticas a que um trabalhador está exposto no seu local de trabalho, devendo, em situações evidentes de sobrecarga térmica por calor, serem utilizados métodos mais detalhados, como o método PHS. Este é um método analítico, com maior rigor que os métodos de diagnóstico, considerado como um dos métodos mais completos para a avaliação das condições térmicas dos locais de trabalho, uma vez que a sua

aplicação proporciona uma determinação mais exacta das condições do ambiente térmico do local de trabalho. A nível académico, esta aplicação proporciona a vantagem de um conhecimento mais detalhado das condições ambientais dos locais de trabalho. Deste modo, propõe-se, em futuros desenvolvimentos, a aplicação do método constante na ISO7933:2004, uma vez que este é um método analítico que permite determinar e interpretar as condições de stresse térmico.

Sugere-se, ainda, que o presente estudo seja aplicado a nível industrial no sector da panificação, e em outros sectores com sobrecarga térmica por calor, como, por exemplo, a indústria da cerâmica e do vidro, ou outros com exposição a ambientes quentes.

Quanto ao factor de correcção proposto para corrigir o valor da temperatura de globo obtido com recurso a termómetros com dimensões diferentes do globo de referência, o estudo torna-se particularmente interessante, uma vez que, para a determinação das condições térmicas dos locais de trabalho, é mais cómoda a utilização de globos de dimensões menores que o de referência, pois estes apresentam uma grande facilidade na sua utilização, não necessitando de um espaço grande para a realização das medições, bem como no que se refere aos custos dos equipamentos que podem ser muito variáveis. Este estudo deve ser desenvolvido de forma a encontrar uma equação que possibilite que a correcção da temperatura de globo, independentemente do valor obtido, e tendo ainda em conta a influência da velocidade do ar sobre o globo.

Bibliografia

Bibliografia Utilizada

- ACGIH (2014). *TLVs[®] e BEIs[®]*. São Paulo (Brasil): Tradução Associação Brasileira de Higiene Ocupacional.
- Chande, A. (2009). *Risco de stress térmico em ambiente fabril. Análise comparativa entre a indústria papelreira e vidreira*. Departamento de Engenharia Mecânica Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Retirado em 03-2012 de scholar.google.com
- Charles, K.E. (2003). *Fanger's Thermal Comfort and Draught Models*. Institute for Research in Construction National Research Council of Canada, Ottawa, K1A 0R6, Canada, retirado em Junho de 2013 de <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/irc-irc/index.html>
- Díaz, J. M. C. (2004). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales* (7^a ed.). Madrid: Editorial Tébar, S.L.
- Díez, F. M., e tal (2007) *Formación Superior en Prevención de Riegos Laborales*. 2^a Ed. Valladolid (Espanha): Lex Nova, S.A.
- Fact Sheet* n° 60, in *Observatório dos Riscos da Agência Europeia* 2005
- ITACA (2006) *Riegos Físicos Ambientales*. Barcelona (Espanha): Marcombo ediciones técnicas.
- Malchaire, J.(2005) *Ambience Thermiques de Travail*; Brussels (Bélgica): Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale. Retirado em Abril de 2012 de <http://deparisnet.be>
- Mondelo, P. R., et al (1995) *Ergonomia 4*; Barcelona (Espanha): Ediciones UPC Universitat Politècnica de Catalunya
- Moraes, M. V. G. (2010) *Doenças Ocupacionais – Agentes: Físico, Químico, Biológico, Ergonómico*; São Paulo (Brasil): Iátria
- Oliveira, A. (1998). *Avaliação de condições de trabalho em sectores de actividade com elevada exposição ao calor*. Departamento de Engenharia Mecânica Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Retirado em Março de 2012 de <http://opac.iefp.pt>
- Oliveira, A. et al (1998). *Desenvolvimento de um Termómetro de Globo Para a Avaliação de Ambientes Térmicos Variáveis*. Departamento de Engenharia Mecânica Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

- Oliveira, A. (2006). *Estudo De Ambientes Térmicos Frios - Desenvolvimentos Experimentais E Avaliação De Condições De Trabalho*. Departamento de Engenharia Mecânica Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Parsons, K. (2003). *Human Thermal Environment. The effects of hot, moderate, and cold environments on human health, confort and performance* 2ª Ed. London: Taylor & Francis
- Pinheiro, J. (2010) *Análise ergonômica aplicada aos processos industriais relacionada a trabalho em ambientes a altas temperaturas*. Universidade Federal do Panamá, retirado em Março de 2012 de scholar.google.com
- Saliba, T. (2013). *Manual Prático de Avaliação e Controlo de Calor*. 5ª Ed. São Paulo (Brasil): LTr
- Silva, H (2013). *Ambiente Térmico e Ventilação – Avaliações práticas e controlo*. Lisboa: Edições Silabo
- Silva, M.C.G. (2000) *Aplicações Computacionais Para Avaliação Do Conforto Térmico*. Departamento de Engenharia Mecânica Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, retirado em Junho de 2013 de <https://woc.uc.pt/dem/getFile.do?tipo=2&id=7124>
- Stellman, J, et al (1998). *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety – Volume II*. 4ª Ed. Geneva (Suíça): ILO

Bibliografia Consultada

- Díez, F. M. (2009) *Higiene Industrial – Manual para la Formación del Especialista*. 9ª Ed. Valladolid (Espanha): Lex Nova, S.A.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort. Analysis and Applications Environmental Engineering*. Lyngby: McGraw-Hill.
- Monteiro, L.M. (2008). *Modelos Preditivos de Conforto Térmico*. Faculdade de arquitectura e Urbanismos da Universidade de São Paulo, retirado em Junho de 2013 de <http://www.teses.usp.br/>
- Nicol, F., et al (1995). *Standards for Thermal Comfort: Indoor air temperature standards for the 21st century*. 1ª Ed. New York: E&FNSpon
- Nicol, F., et al (2012) *Adaptive Thermal Comfort – Principles and Practice*. 1ª Ed. New York (Estados Unidos): Routledge
- Lamberts, R. et al (2012). *Conforto e Stress Térmico*. Retirado em Junho de 2013 de <http://www.labee.ufsc.br/antigo/arquivos/publicacoes/Apconforto.pdf>

Oliveira, A. (2007). *Avaliação da exposição ao frio nos sectores do comércio e indústria de carne*. European Journal of Applied Physiology

Pereira, L. (2012). *Ambientes térmicos e risco de stress. A importância da escala de cor – Caso de uma nave industrial*. Actas I Fórum Internacional sobre Riscos e Segurança do ISCIA (pp. 81), Aveiro: ISCIA.

“Riscos ocupacionais identificados nos ambientes de panificação brasileiros” em Ciencia Y Enfermeria XVII 2011

Rodrigues, F. (2007). *Conforto e Stress Térmico: uma Avaliação em Ambiente Laboral*. Departamento de Física Universidade de Aveiro. Retrieved February 18, 2012, from <http://ria.ua.pt>

Soares, M., *Ambiente térmico: Frio e Calor*, in Revista da Fiequimetal /CGTP- IN sobre Segurança e Saúde no Trabalho, 2011 (n.º 7)

Web

<http://annhyg.oxfordjournals.org/> em Julho de 2012

<http://www.deparisnet.be> em Agosto de 2012

<http://www.insht.es> em Junho de 2012

<http://www.iso.org> em Agosto de 2012

<http://www.nicif.pt> em Julho de 2012

<http://www.utci.org> em Julho de 2012

Referências legislativas

Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro (em vigor desde 27 de Fevereiro de 2014), que procede à segunda alteração ao regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, aprovado pela Lei 102/2009 de 10 de Setembro.

Portaria n.º 987/1993, 6 de Outubro, que estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho.

Portaria n.º 53/71 de 3 de Fevereiro, alterada pela Portaria 702/80 de 22 Setembro, define o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais.

Lista de normas aplicáveis

ASHRAE Standard 55-2003, “*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*”, American National Standards, American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers, 2003

ISO 7243: 1989. “Hot Environments - Estimation of the Heat Stress on Working Man, Based on the WBGT - index (“Wet Bulb Globe Temperature”)”, International Standard, Second Edition, Geneve, International Organisation for Standardisation, 1989

ISO 7726:1998. ”Thermal Environments - Instruments and Methods for Measuring Physical Quantities”, International Standard, Second Edition, Geneve, International Organisation for Standardisation, 1998

ISO8996:2004. “Ergonomics of the thermal environment. Determination of metabolic rate”, International Standard, Geneve, International Organisation for Standardisation, 2004

ISO9920:2007. “Ergonomics of the thermal environment -- Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble”, International Standard, Geneve, International Organisation For Standardisation, 2007

ISO 11399:1995. “Ergonomics of the thermal environment – Principles and application of relevant International Standards”. International Standard, Geneve, International Organisation for Standardisation, 1995

ISO 13731:2001. “Ergonomics of the thermal environment – Vocabulary and symbols”. International Standard, Geneve, International Organisation for Standardisation, 2001

ISO 15265:2004. “Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions”. International Standard, Geneve, International Organisation for Standardisation, 2004

Anexos

Anexos 1 - Nível 1 – Diagnóstico Preliminar

Para discutir	Quem pode fazer o quê de concreto e quando?				
	Quem?	Como fazer?	€?	Quando?	
				Previsto	Realizado
Temperatura (nem muito quente nem muito frio, nenhuma variação importante, devendo ser respeitados os critérios da metodologia HACCP)					
Humidade (Nem muito seco nem muito húmido)					
Correntes de ar (sem correntes de ar, promovendo a circulação de ar por janelas e portas)					
Fontes de Calor/Frio e Humidade (água, vapor, calor das máquinas, sol... exaustores)					
Carga de Trabalho (trabalho pesado quando o forno não funciona)					
Ventilação (renovação suficiente de ar e eliminação de humidade, ar fresco, agradável de respirar e sem odores)					
Vestimenta de trabalho (Confortável: calças, bata de algodão, sapatos)					
Roupas de Protecção Especiais (Vestuário isolante para trabalho em zonas frias e câmaras; luvas isoladoras; de qualidade, adaptados e confortáveis)					
Bebidas (Disponíveis quando se estiver perante muito calor ou frio)					
Aspectos a estudar com mais detalhe:					
					
					

Anexos 2 - Nível 2 – Observação

Descrição das actividades:

Secção	Actividade	Trabalhadores	Breve Descrição
Mistura			
Moldagem			
Cozedura			
Embalagem			

1.1. Temperatura do ar por cada área de trabalho

A observação consiste em todas as actividades que ocorrem dentro de cada zona.

Avaliar a situação actual no ponto de vista da temperatura do ar, no decorrer do ano, sem ter em conta a radiação, as correntes de ar e a carga de trabalho.

Pontuação	Classificação	Exemplo
-3	Muito baixa	Congelação
-2	Baixa	0 a 10°C
-1	Fresca	12 a 18°C
0	Normal	Zona mais confortável, 18 a 25°C
1	Elevada	Temperaturas de verão, 25 a 32°C
2	Muito elevada	32 a 40°C
3	Extrema	Temperatura suportável apenas por alguns minutos, mais de 40°C

As temperaturas acima indicadas têm como objectivo especificar na mente do observador as noções de temperatura muito baixa e extrema. Surge-se não medir as temperaturas neste

determinado momento, mas apreciar a situação em geral a partir da opinião dos trabalhadores e da experiência adquirida.

Avaliação do Estado Actual:

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

Avaliação das Fontes e Medidas de Prevenção/Melhoramento:

Fontes

- Localizar sobre o plano de trabalho as fontes de calor (caldeiras, fornos, raios solares, saídas, escapes de gás, ...)
- Descrever cuidadosamente as suas características (superfície, temperaturas, ...)

Prevenção/Melhoramento

As temperaturas impostas pelo processo produtivo podem ser levadas até atingirem os níveis mais normais?

Se sim, considere as situações para prevenir e melhorar a situação:

- Evitar as fontes de calor
- Extracção local do ar quente
- Ventilar sem correntes de ar frio
- Criar aberturas no tecto
- Localizar as fontes na periferia
- Refrigerando o ar que entra

Fonte	Zona	Características	Prevenção/melhoramento

Avaliação do Estado Esperado:

O que se espera das medidas preventivas/melhoramento?

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

1.2. Humidade do ar em cada zona de trabalho

Observação válida para todas as actividades de cada zona.

Avaliação da situação sob o ponto de vista da humidade, com respeito ao exterior, em particular a partir das sensações dos trabalhadores.

Pontuação	Classificação	Exemplo
-1	Ligeira	Garganta, nariz e olhos secos depois de 2 - 3 horas
0	Normal	Como no exterior
1	Elevada	Pele húmida
2	Muito elevada	Pele encharcada

Avaliação do Estado Actual:

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

Avaliação das Fontes e Medidas de Prevenção/Melhoramento:

Fontes

- Descrever as fontes de humidade: vapores, tubagens, banheiros, irrigação, ...

Prevenção/Melhoramento

A humidade é imposta pelo processo produtivo?

Se sim, considere as situações para prevenir e melhorar a situação:

- Eliminar as fugas de vapor de água
- Cobrir as superfícies refrigeradas com água e toda a superfície de evaporação

Fonte	Zona	Características	Prevenção/melhoramento

Avaliação do Estado Esperado:

O que se espera das medidas preventivas/melhoramento?

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

1.3. Radiação térmica

A observação pode ser diferente para cada actividade dentro de cada zona.

Avaliar a radiação térmica no curso do ano, da jornada, ...

Pontuação	Classificação	Exemplo
-1	Frio	Sensação de frio sobre as mãos e cara após 2 a 3 minutos
0	Normal	Não é perceptível a radiação térmica
1	Quente	Sensação de calor sobre as mãos e cara após 2 a 3 minutos
2	Muito quente	Impossível manter as mãos e cara expostos durante 2 minutos
3	Extrema	Sensação de queimadura imediata

Avaliação do Estado Actual:

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

Avaliação das Fontes e Medidas de Prevenção/Melhoramento:

Fontes	Prevenção/Melhoramento
- Características das fontes de radiação (dimensão, temperaturas, ...), (janelas, fornos, caldeiras, sol, máquinas, ...)	A radiação térmica é imposta pelo processo produtivo? Se sim, considere as situações para prevenir e melhorar a situação: - Prevenção colectiva: Limitação da superfície radiante Filtro contra a radiação Isolamento Tratamento de superfícies - Protecção individual: Roupas especiais contra a radiação térmica

Fonte	Zona	Características	Prevenção/melhoramento

Avaliação do Estado Esperado:

O que se espera das medidas preventivas/melhoramento?

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

1.4. Correntes de ar em cada zona de trabalho

Observação válida para todas as actividades em cada zona.

Avaliara as correntes de ar sem ter em conta a temperatura do ar.

Pontuação	Classificação	Exemplo
-2	Forte e fria	Correntes de ar das portas durante o inverno
-1	Ligeira e fria	Correntes de ar das janelas
0	Nula	Sem correntes de ar
1	Ligeira e quente	Correntes de ar no verão
2	Forte e quente	Correntes de convecção de fornos

Avaliação do Estado Actual:

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

Avaliação das Fontes e Medidas de Prevenção/Melhoramento:

Fontes

Prevenção/Melhoramento

- Características das fontes:

ventilador, aberturas em paredes e janelas, corrente de ar devidas a fontes de calor no local, ...

A corrente de ar é imposta pelo processo produtivo?

Se sim, estudar as possibilidades de criar uma ventilação ligeira:

- As correntes de ar fortes são sempre desagradáveis a longo prazo, qualquer que seja a temperatura

- A ausência de ventilação é igualmente desagradável

Fonte	Zona	Características	Prevenção/melhoramento

Avaliação do Estado Esperado:

O que se espera das medidas preventivas/melhoramento?

Período	Zona			
	Mistura	Moldagem	Cozedura	Embalagem
Verão				
Estações intermédias				
Inverno				

1.5.Carga de Trabalho para cada actividade

Avaliara a carga de trabalho.

Pontuação	Classificação	Exemplo
0	Ligeira	Trabalho de escritório, trabalho sentado sem esforços importantes, deslocamentos ocasionais a velocidade normal
1	Mediana	Trabalho mais fatigante com uma parte do corpo (mãos ou pernas), na condução de maquinaria pesada (martelo pneumático, soldadura), trabalho em linha puxar ou empurrar objectos leves.
2	Pesada	Trabalho intenso de braços ou tronco, movimentação de objectos pesados.
3	Muito pesada	Trabalho mais intenso a uma grande velocidade, o trabalhador cansa-se muito rapidamente, subir escadas.

Prevenção/Melhoramento

- Redução dos deslocamentos e/ou das velocidades de deslocamento: reavaliar a organização dos espaços de trabalho para evitar escadas, diferenças de nível, deslocamentos, operações manuais
- Redução dos esforços: aliviando as cargas, rodas maiores, ajuda para as operações manuais, apertos mais fáceis, ferramentas melhor adaptadas.
- Melhoramento das posturas: braços abaixo da altura do coração, tronco mais direito, evitar as torções, melhorar as alturas de trabalho e distâncias de alcance.

Avaliação do Estado Actual / Prevenção e Melhoramento/ Estado Previsto:

Actividade	Estado actual	Prevenção/Melhoramento	Estado Esperado

1.6.Roupa de cada zona ou actividade

Avaliar a carga de trabalho.

Pontuação	Classificação	Exemplo
0	Confortável	Roupas ligeiras, soltas, sem impedimentos para o trabalho: roupa normal.
1	Desagradável	Roupa larga, pesada, dificulta levemente o trabalho.
2	Muito desagradável	Roupa especial, muito ampla, pesada, com tratamento especial contra a radiação ou a humidade.
3	Extremo	Vestuário especial com luvas, capa, sapatos especiais.

Roupa normal

- Pouco isolantes
- Isolamento moderado
- Muito isolante

Roupa especial

- Isolam pouco, normalmente o calor forte?
- São impermeáveis? À água? À transpiração?
- Reflectem a radiação?
- É um traje hermético?

Prevenção/Melhoramento

As roupas são adaptadas ao trabalho?

Se sim, considere,

- Roupas menos quentes
- Roupas impermeáveis à água, mas permeáveis à transpiração
- Roupas que reflectem a radiação

Avaliação do Estado Actual / Prevenção e Melhoramento/ Estado Previsto:

Actividade	Estado actual	Prevenção/Melhoramento	Estado Esperado

1.7.Opinião dos trabalhadores

Identificação das circunstâncias climáticas de trabalho que causam problema

Por parte de cada trabalhador individualmente

Independentemente das observações realizadas anteriormente

Qual trabalho e quando?

Opinião de cada trabalhador sobre cada uma destas circunstâncias de trabalho.

Pontuação	Classificação	Exemplo
-3	Demasiado frio	Calafrios, desconforto sobre todo o corpo
-2	Muito frio	Desconforto local: mãos, pés, pernas, sensação geral de frio.
-1	Ligeiramente frio	Ligeiro desconforto de frio
0	Confortável	Nenhum desconforto e adaptação individual possível.
1	Ligeiramente quente	Ligeira transpiração, ligeiro desconforto, procura de correntes de ar e bebidas frescas.
2	Muito quente	Transpiração importante, sede e lentidão no trabalho.
3	Demasiado quente	Transpiração excessiva, trabalho muito pesado, frequência cardíaca elevada.

Quais são, segundo cada trabalhador, as causas deste problema e as soluções possíveis?

Síntese das opiniões, se o número de trabalhadores é superior a 5, calcular a pontuação média da opinião:

- Multiplicar cada pontuação pelo número de trabalhadores que seleccionaram determinada opinião.
- Fazer a soma destes produtos
- Dividir pelo número de trabalhadores

Circunstâncias de trabalho	Opiniões	Comentários, causas e soluções