



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Ambiente térmico e qualidade do ar em cozinhas profissionais

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente

Autor

Pedro Miguel da Cruz Monteiro de Freitas Carneiro

Orientador[es]

Divo Augusto Alegria Quintela

Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira

Júri

Presidente	Professor Doutor Pedro de Figueiredo Vieira Carvalheira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Divo Augusto Alegria Quintela Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Coimbra

Colaboração Institucional



**Instituto Superior de
Engenharia de
Coimbra**

Coimbra, Julho, 2012

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Divo Quintela que foi o orientador principal desta dissertação, tendo sempre definido o seu caminho.

Ao Professor Doutor Virgílio Monteiro, que também foi responsável por esta dissertação, mostrando-se sempre disponível a ajudar em todos os detalhes.

Ao Eng. Paulo Carvalho por se ter disponibilizado a emprestar equipamento bem como a explicar o seu modo de utilização.

À minha colega Marisa Simões pelo apoio prestado em todas as fases do trabalho.

Às entidades responsáveis pelas instalações visitadas, por disponibilizarem o seu espaço para avaliação.

Aos trabalhadores, que apesar de incómodo causado, nunca se mostraram incomodados e colaboraram de uma forma muito positiva durante todos os ensaios, bem como no preenchimento dos inquéritos.

Aos meus pais, sem os quais não teria oportunidade de frequentar a universidade.

Resumo

As cozinhas são espaços únicos em que são preparadas refeições, existe lavagem de equipamentos e comida é armazenada. Ao longo destes processos há uma grande geração de calor, substâncias químicas, fumo, vapor de água e odores que vão afetar o ambiente térmico e a qualidade do ar, pondo em causa as condições de trabalho dos seus profissionais. Assim, é necessário garantir a extração das substâncias e agentes químicos, bem como as elevadas cargas térmicas, gerados ao longo de todas as atividades envolvidas. Isto torna-se possível através da ventilação do espaço, extraindo o ar interior e renovando este com ar limpo novo. A ventilação poderá ser mecânica, natural ou combinada; pelo que a primeira opção será a mais correta pois torna o controlo mais fácil e fiável, garantindo uma insuflação e extração constantes. Assim é também possível garantir uma pressurização do espaço, sendo que as cozinhas se devem encontrar em subpressão, de modo a evitar a propagação do ar viciado para espaços limpos (*Monteiro, V. 2009*).

O presente trabalho pretende avaliar as condições térmicas e qualidade do ar encontradas em três cozinhas profissionais. A avaliação de qualidade do ar é feita em parceria com a Faculdade de Farmácia para a análise das amostras de ar recolhidas. Por motivos alheios ao autor, não foi possível apresentar resultados da recolha. Para a avaliação das condições térmicas foram recolhidos dados de forma a conseguir caracterizar índices de: sensação térmica, taxa de desconforto prevista e stress térmico. Foram feitos inquéritos aos trabalhadores, de forma a obter algumas respostas subjetivas. Isto permite relacionar os resultados obtidos com a opinião, hábitos e características dos trabalhadores.

A presente dissertação aborda o tema da infertilidade masculina em profissionais do ramo da restauração, associada às elevadas temperaturas. Através da revisão bibliográfica, iniciaram-se algumas observações, de forma a tentar associar este problema com os dados recolhidos na avaliação das condições térmicas nas cozinhas.

O autor propõe ainda a conversão de globos negros, com diâmetros que não sigam os parâmetros das normas. Isto possibilita obter os resultados de um globo normalizado utilizando um globo de diâmetro diferente.

Abstract

The kitchens are unique spaces where meals are prepared, equipment is washed and food is stored. During this processes there's a big generation of heat, chemical substances, smoke, steam and odors that will affect the thermal environment and the air quality, jeopardizing the work conditions of the professionals evolved. So, it's necessary to guarantee the extraction of the substances and chemicals, such as the high thermal loads, generated through all the activities developed. This becomes possible by ventilation of the space, extracting the interior air and renewing it with new clean air. The ventilation can be mechanical, natural or combined; therefore the first option is the most correct, because it turns the control easier and reliable, ensuring constant insufflation and extraction. It's also possible to guarantee a pressurization of the space, thus the kitchens must be in under pressure, in order to avoid the propagation of close air to clean spaces (*Monteiro, V. 2009*).

The present work pretends to rate the thermal conditions and air quality that is spotted in three professional kitchens. The evaluation of the air quality is done in partnership with Faculty of Pharmacy for the analysis of the samples of the collected air. For reasons beyond the author, was not possible to present the results of the collection. For the evaluation of the thermal conditions there was a data collection so that there was possible to characterize indexes of: thermal sensation, predicted percentage dissatisfied and of thermal stress. A questionnaire was made to the workers, to obtain some subjective opinions. This allows connecting the results with the opinion, habits and characteristics of the workers.

The present dissertation talks the theme of male infertility in the professionals of the sector of food service, associated to the high temperatures. Through the literature review, some observations began, to attempt to associate this kind of problem with the obtained results of the evaluation of thermal conditions in the kitchens.

The author proposes a conversion of black globes, that don't follow the standard parameters. This brings the possibility of obtaining the results of a standard globe using a globe with a different diameter.

Índice

Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	viii
Simbologia.....	ix
Siglas	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Motivação	1
1.3. Objetivos.....	3
2. Qualidade do ar interior.....	4
2.1. Gorduras.....	4
2.2. Compostos Orgânicos Voláteis.....	5
2.3. Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos	6
2.3.1. Efeitos na saúde	7
2.3.2. Fator tóxico equivalente	8
2.4. Apreciação da Exposição Profissional.....	9
3. Ambiente térmico	11
3.1. Efeitos na saúde	13
3.1.1. Infertilidade Masculina.....	14
3.2. Humidade.....	17
3.3. Medidas preventivas	18
3.4. ISO 7730 – PMV & PPD	19
3.5. ISO 7243 – WBGT	24
3.6. Temperatura de globo	26
3.7. Avaliação subjetiva.....	27
4. análise e discussão de resultados	28
4.1. Cozinhas Avaliadas.....	28
4.1.1. Estabelecimento A.....	28
4.1.2. Estabelecimento B	33
4.1.3. Estabelecimento C	38
4.2. Comparação de globos.....	42
5. Conclusões.....	46
5.1. Qualidade do Ar.....	46
5.2. Condições Térmicas.....	46
5.3. Comparação de Globos Negros	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
Sítios da Internet:.....	52
ANEXO A. Inquéritos	53

ANEXO B. Sensores	57
1. Qualidade do Ar	57
2. Ambiente Térmico.....	57
Brüel & Kjær Indoor Climate Analyzer 1213	57
Brüel & Kjær Heat Stress Monitor 1219	58
3. Comparação de Globos.....	58
TESTO 175-T2.....	58
TESTO 445.....	58
ANEXO C. Protocolos	59
ANEXO D. Tabela de valores dos casos de estudo.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1- Produtividade em função da temperatura <i>fonte: Halton™</i>	11
Figura 3.2. - Dados estatísticos sobre a qualidade do esperma Europeu nas últimas década.	14
Figura 3.3 - Produto CaterShield Professional da marca CoolBerries	15
Figura 3.4 - PPD em função do PMV <i>fonte: ISO 7730</i>	21
Figura 3.5. Tempo de repouso recomendado em função da taxa de metabolismo e WBGT a que se está submetido.	25
Figura 4.1. Montagem dos equipamentos no espaço laboral do estabelecimento A.	29
Figura 4.2 - PMV obtido para o estabelecimento A.	30
Figura 4.3. PPD obtido para o estabelecimento A.	30
Figura 4.4 – Valores de WBGT recolhidos no estabelecimento A.	31
Figura 4.5 - Gráfico de temperaturas registadas com os dois equipamentos para uma altura de 1,1m.	32
Figura 4.6 - Localização do equipamento Indoor Climate Analyzer Type 1219 e bomba de HAPs na cozinha.	33
Figura 4.7 - Localização do equipamento Indoor Climate Analyzer Type 1213 na cozinha.	34
Figura 4.8 - PMV registado no estabelecimento B.	34
Figura 4.9 - PPD registado no estabelecimento B.	35
Figura 4.10 - Diferentes WBGTs obtidos nas medições.	36
Figura 4.11 - Diferentes temperaturas registadas	36
Figura 4.12. Montagem dos equipamentos de avaliação das condições térmicas no estabelecimento C.	38
Figura 4.13. PMV registado no estabelecimento C.	39
Figura 4.14. PPD registado no estabelecimento C.	39
Figura 4.15. WBGT registado no estabelecimento C.	40
Figura 4.16. Diferentes temperaturas medidas à altura de 1,1m.	41
Figura 4.20. Temperaturas de globo adquiridas durante o período de medição.	43
Figura 4.21. Variação da temperatura com globo de 50mm e a diferença entre temperaturas entre as temperaturas de globo de 50 e 150mm.	43
Figura 4.22. Diferença entre temperaturas de globo medidas em função da temperatura de globo medida com o globo de 50mm.	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Compostos HAP e respectivos FTE (<i>Monteiro, V. 2009</i>).....	8
Tabela 3.1. Valores limite de humidade relativa em função da temperatura.	17
Tabela 3.2. Escala de sensação térmica.....	19
Tabela 3.3. Índice de metabolismo para posição corporal.	22
Tabela 3.4. Metabolismo relacionado com diferentes tipos de trabalho.	22
Tabela 3.5. Classe de metabolismo em relação à taxa.....	23
Tabela 3.6. Valor de referência do WBGT considerando a classe metabólica.	25

SIMBOLOGIA

h_c Coeficiente de convecção de transferência de calor [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

D_g Diâmetro do globo [m]

ε_g Emissividade do globo

f_{cl} Fator de área de superfície da roupa

I_{cl} Isolamento do Vestuário [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

M Metabolismo [w/m^2]

W Poder Mecânico Efetivo [w/m^2]

p_a Pressão de vaporização parcial da água [Pa]

T_g Temperatura de globo [$^{\circ}\text{C}$]

T_{cl} Temperatura de superfície da roupa [$^{\circ}\text{C}$]

T_a Temperatura do ar [$^{\circ}\text{C}$]

T_{bhn} Temperatura natural húmido natural [$^{\circ}\text{C}$]

\bar{T}_r Temperatura média radiante [$^{\circ}\text{C}$]

v_{ar} Velocidade do ar [m/s]

SIGLAS

ASHRAE – American Society of Heating Refrigeration and Air Conditions

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry

B[a]P_{eq} – Valor Equivalente de Benzo[a]pireno

CDPHE – Colorado Department of Public Health and Environment

COV's – Compostos Orgânicos Voláteis

DHGSA –Department of Health, Government of South Australia

DREC – Direcção Regional de Educação do Centro

EASHW – European Agency for Safety and Health at Work

FTE – Fator Tóxico Equivalente

HAP's – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

ISO – International Organization for Standardization

FCTUNL – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de

Lisboa

FFUP – Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

PMV – Predicted Mean Vote

PPD – Predicted Percentage Dissatisfied

Tg50 – Temperatura de globo de 50mm de diâmetro

Tg150 – Temperatura de globo de 150mm de diâmetro

UQI – Uma Química Irresistível

WBGT – Wet Bulb Globe Temperature

1. INTRODUÇÃO

1.1. Generalidades

A história certamente que ficou vincadamente marcada com, após a descoberta do fogo, o desenvolvimento das mais diversas técnicas de confeção de alimentos. Isto teve um impacto tão grande, que desde cedo levou à criação de postos de trabalho, sendo, o ramo de hotelaria e restauração, uma das mais antigas atividades económicas mundiais, envolvendo diretamente cerca de 4% da população nos dias que correm (*Quintela, D. 2008*).

O que, até há bem pouco tempo, não era considerado é que uma exposição tão prolongada e intensa, como é a dos trabalhadores ligados ao meio, pode representar um sério impacto na qualidade de vida destas pessoas, pondo em causa a sua segurança e própria saúde. Isto pode dever-se às emissões de partículas malignas, bem como pelas condições térmicas a que estes trabalhadores se sujeitam. Desta forma, têm vindo a desenvolver-se normas e imposições governamentais, de modo a que as entidades empregadoras ofereçam boas condições de trabalho aos seus profissionais.

1.2. Motivação

Hoje em dia existem vários estudos que alertam, as entidades competentes, sobre os riscos associados às atividades laborais envolvidas em cozinhas profissionais. Como locais de trabalho que são, estas vão ser sujeitas a várias normas e regulamentações que visam salvaguardar a segurança, higiene, e saúde no trabalho dos profissionais envolvidos. Na realidade, um desconforto térmico muito grande pode levar a uma redução de produtividade, aumento de risco de acidentes, diminuição da fertilidade masculina e a um stress térmico físico muito elevado. Ao nível da qualidade do ar podem encontrar-se substâncias cancerígenas e com efeitos secundários graves para a saúde humana. Assim estabeleceram-se vários parâmetros de referência, para que a nível de projeto possa haver uma orientação e todas as exigências sejam cumpridas assim que este seja executado.

Um dos problemas residentes em Portugal e que está a começar a ser combatido, é a falta de rigor técnico aplicado na fase de projeto de cozinhas. Muitas entidades empregadoras procuram melhores soluções orçamentais, ou mais convenientes em outros aspetos, descuidando assim muitas vezes na creditação dos projetistas para as suas instalações. Isto, por vezes, resulta em sistemas deficientes que podem estar a pôr em causa a segurança alimentar e condições de trabalho.

Uma das adversidades encontradas nas normas é que estas tratam de cozinhas profissionais genéricas. O que não é indicado é que as condições a que os trabalhadores se sujeitam são dependentes de fatores como: geometria do espaço, localização do equipamento e mobiliário, tipo de comida que é confeccionada, número de refeições servidas por unidade de tempo, tempo de preparação de cada refeição, variedade de pratos, sequência de trabalho, tipo de equipamento e iluminação do espaço (*VDI, 2006*). Falhas estas que podem ser combatidas através da simulação virtual. Contudo, trata-se de uma tecnologia não acessível a grande parte das entidades empregadoras, além de que não será 100% viável, tanto pelo rigor da modelação dos fenómenos, como pelo facto de muitos restaurantes irem inovando nos seus processos de confeção e nos pratos que preparam, não se mantendo fiéis aos critérios adotados na fase de projeto.

Com base nos dois parágrafos anteriores, desenvolveram-se técnicas e metodologias de forma a ser possível fazer uma avaliação das condições térmicas existentes e da respetiva qualidade do ar numa fase em que a conceção do espaço e a instalação dos equipamentos se encontram executadas e em funcionamento. Assim torna-se possível verificar se as instalações seguem os requisitos do projeto ou se cozinhas antigas cumprem os requisitos atuais, podendo ser propostas soluções práticas para eventuais problemas existentes.

1.3. Objetivos

O tema da presente tese está orientado para a avaliação e melhoria das condições de trabalho em cozinhas profissionais. Tem-se em conta a presença de produtos de combustão, vapor de água, compostos orgânicos voláteis (COV's), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP's) e calor resultante dos processos de cocção no ambiente da cozinha. Ir-se-á proceder a medições junto aos diferentes equipamentos onde os alimentos são confeccionados. Desta forma será possível caracterizar o ambiente laboral a que os trabalhadores destes estabelecimentos estão sujeitos diariamente.

Os objetivos principais serão o cálculo dos índices de conforto térmico e stress térmico, verificando se estes se encontram dentro dos valores desejados. Será também avaliada a exposição genital a altas temperaturas, podendo ter como resultado a infertilidade masculina.

Como objetivos secundários será a avaliação da resposta de sensores de temperatura de globo negro, de forma a obter os valores teoricamente obtidos por sensores deste tipo que cumpram as normas impostas, através da utilização de globos com diferentes diâmetro

2. QUALIDADE DO AR INTERIOR

Na preparação de refeições, os trabalhadores são expostos a várias substâncias perigosas, contidas no fumo ou vapores libertados, resultantes quer diretamente de processos de confeção, quer de produtos de limpeza e desinfeção utilizados ou até mesmo de máquinas de lavar industriais. Essas substâncias podem ser COV's, HAP's, gorduras e vapor de água. Um exemplo bem claro é a gordura animal que em contacto com altas temperaturas, ao ser grelhada, liberta cerca de 200 COV's, alguns deles de natureza toxicológica com propriedades cancerígenas e mutagénicas (*Quintela, D. 2008*).

O impacto destas substâncias, no organismo humano, pode variar consoante: o tipo de alimentos confeccionados e conseqüentemente substâncias libertadas a partir destes, concentração dessas mesmas substâncias no ambiente laboral, combustível utilizado, técnicas de confeção, tipo de óleo, tempo e intensidade de exposição por parte do operador. Estes fatores podem induzir reações momentâneas ou periódicas, por parte do organismo, e em casos mais graves tornar-se crónico, havendo estudos, como os realizados por *Faust, Rosmarie A. et al., (1994)*, que alertam para o aumento de risco de cancro em trabalhadores na área de hotelaria e restauração.

2.1. Gorduras

Um sistema de ventilação insuficiente induz a formação de um depósito de uma película, resultante da mistura de vapor e gordura, em paredes, teto e outras superfícies, criando assim condições ideais para o desenvolvimento e multiplicação de bactérias na cozinha (*Monteiro, V. 2009*).

A gordura pode encontrar-se no estado líquido ou gasoso, pelo que no seu processo de extração se deverá recorrer a uma filtragem e separação desta, visto que o seu depósito nas redes de ventilação poderá potenciar o risco de incêndio, bem como implicar uma necessidade de manutenção mais frequente para limpeza, agravando assim os custos

manutenção e exploração. Um dos problemas bastante comuns na fraca filtragem destas substâncias é o depósito nas pás dos ventiladores, levando a um progressivo aumento dos consumos energéticos, desequilíbrio dinâmico e avaria prematura (Monteiro, V. 2009).

2.2. Compostos Orgânicos Voláteis

Compostos orgânicos voláteis são (COV's) substâncias químicas que contêm carbono e que a uma pressão atmosférica de referência (101,3kPa) têm uma temperatura de ebulição localizada entre os 50 e os 260°C. Estas substâncias podem ter origem em vernizes, tintas, combustíveis fósseis que não foram ou foram apenas parcialmente queimados, ou diretamente libertados pela confeção de alimentos.

A exposição a estes agentes pode ter efeitos adversos à saúde humana, pelo que podem ser considerados tóxicos ou até mesmo cancerígenos, devendo ser evitada a exposição aos mesmos. Os COV's poderão conter ou não odor, pelo que este não será um indicador do seu nível de toxicidade.

A exposição aos COV's pode ser feita através de ingestão, da respiração ou por absorção dermatológica. Os efeitos variam consoante a sua concentração, sendo que esta aumenta bastante em locais fechados e sem circulação de ar.

Exposições prolongadas podem ter efeitos renais e no fígado, resultando num aumento dos níveis de enzimas séricas, alterações celulares ligeiras e do metabolismo dos lípidos (CDPHE, 2000). Em maiores concentrações isto pode traduzir-se em irritação dos olhos e vias respiratórias, como pode provocar náuseas, perdas de equilíbrio ou debilidade física (FCTUNL, 2012).

2.3. Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

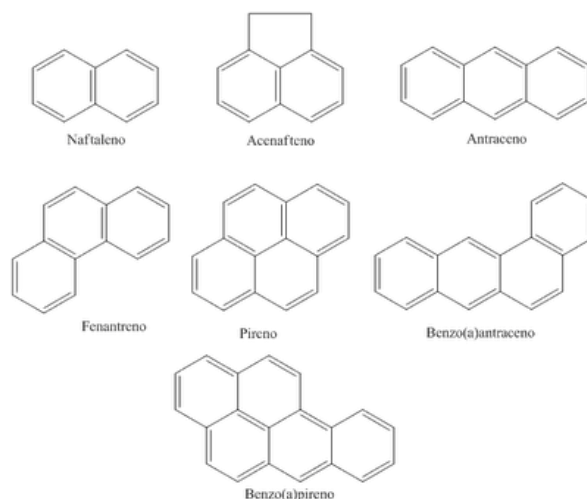
Os HAP's são substâncias químicas, compostas por dois ou mais anéis benzênicos que têm a sua principal origem na combustão incompleta de matéria orgânica (FFUP 2012). Estas substâncias podem ter origem na queima incompleta de combustíveis fósseis, lixo, entre outras substâncias orgânicas como tabaco ou alimentos confeccionados (ATSDR, 1996).

Segundo um trabalho realizado pela *Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto* (FFUP 2012), foi em Londres, no ano de 1775, que foram realizados os primeiros estudos sobre estas substâncias pela autoria de *Sr. Percival Pott*. Este cirurgião inglês descobriu que poderiam existir substâncias malignas ao reparar que pessoas que trabalhavam como limpadores de chaminés tinham maior incidência de cancro. Apesar de na altura não ser possível identificar estas substâncias, *Percival Pott* escreveu artigos que levaram à origem de futuras investigações mais fundamentadas. Estas observações foram confirmadas em 1920, por um grupo de investigadores Japoneses (*Ichikawa e Yamagina*), que verificou o desenvolvimento de cancro da pele em ratos submetidos ao coaltar (fuligem de chaminés) em laboratório. Em 1953 estudos estatísticos provaram que o fumo do cigarro contém HAP's cancerígenos, sendo a principal causa de cancro do pulmão (FFUP 2012).

Vários estudos concluíram que a principal origem destas substâncias está na combustão incompleta de matéria orgânica (FFUP 2012). Desta forma a preocupação na existência destas substâncias em cozinhas profissionais tem vindo a aumentar, pelo que vários estudos, realizados nos últimos 30 anos, relatam um aumento do risco de cancro em cozinheiros e outros trabalhadores do sector da restauração (*Quintela, D. 2009*). As concentrações de HAP's nos vapores produzidos através de processos de fritura de óleos podem ser superiores às registadas onde são consumidos 99cigarros durante 6horas ou num túnel rodoviário com tráfego intenso (*Rogge et al., 1993*).

Segundo um artigo publicado pelo Governo Sul-Australiano (*DHGSA, 2009*), no grupo dos HAP's encontram-se mais de 100 substâncias, destacando-se 17 de maior perigosidade, como: acenafteno, acenaftileno, antracina, benzo[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[e]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[g,h,i]perileno, benzo[j]fluoranteno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, fluoranteno, fluoreno, indeno[1,2,3-

c,d]pireno, fenantreno e pireno. Alguns destes hidrocarbonetos estão representados na Figura 2.1.



2.1. Estruturas moleculares de diferentes cadeias de hidrocarbonetos.

fonte: UQI, 2012.

2.3.1. Efeitos na saúde

O mesmo artigo (DHGSA, 2009) aborda os efeitos a curto e longo prazo, sendo que estes variam consoante a exposição a que um trabalhador está sujeito, podendo ocorrer por inalação, ingestão ou absorção. É referido que os efeitos são pouco claros, devido ao facto de num mesmo local se encontrarem combinações de HAP's e não de forma isolada, não existindo ainda uma correlação entre as misturas existentes e os efeitos provocados. A curto prazo, a exposição a grandes quantidades destas substâncias pode provocar irritação dos olhos, náusea, vômitos, diarreia e desorientação. Conhecem-se os efeitos de algumas misturas de HAP's, podendo causar, em animais e humanos, irritação e inflamação da pele. Antracina, benzo(a)pireno e naftaleno estão diretamente ligados a irritações da pele, sendo o beno(a)pireno e naftaleno considerados sensibilizadores dermatológicos, criando uma reação alérgica em animais e humanos.

Com base na mesma fonte, podem retirar-se algumas informações sobre o efeito destas substâncias a longo prazo, podendo incluir-se cataratas, problemas de fígado e rins. O HAP naftaleno pode provocar uma queda dos glóbulos brancos no sangue se inalado ou ingerido em grandes quantidades. Testes realizados em animais de laboratório indicam que, ao fim de algum tempo, a inalação tem como consequência cancro do pulmão, o contacto dermatológico cancro da pele e a ingestão cancro do estômago.

Observações de longa duração realizadas a trabalhadores expostos a HAP's e outros químicos demonstraram um aumento do risco de cancro de pele, pulmões, bexiga e gastrointestinal. Contudo essas observações são um pouco inconclusivas, pois não é possível atribuir estes resultados à existência de HAP's ou a algum possível agente cancerígeno presente.

Outros efeitos são também referidos, pelo que estudos de laboratório em ratos demonstram que a ingestão de grandes quantidades de benzo(a)pireno durante a gravidez resultam numa maior dificuldade reprodutiva. Este efeito verificou-se nas gerações seguintes, sendo possível também observar defeitos de nascença e um peso abaixo do espectável em recém-nascidos. Nada indica com clareza que estes efeitos se manifestem em seres humanos.

2.3.2. Fator tóxico equivalente

A toxicidade não é homogénea para todos os HAPs, pelo que a avaliação do seu valor terá que ter como base uma comparação feita com um valor equivalente de referência de benzo[a]pireno (B[a]P_{eq}). Assim, a cada HAP é associado um valor para o Fator Tóxico Equivalente – FTE (Li, Chun-The et al, 2003). Segundo o mesmo artigo, realizaram-se estudos, dentro da mesma cidade considerando como fontes tráfego intenso e cozinhas profissionais. Os resultados concluíram que apesar de emissões serem significativamente menores dentro das cozinhas que no tráfego (13.5 kg/ano), em termos de B[a]P_{eq}, representa uma toxicidade bastante superior (61.4 kg/ano).

HAP	FTE
Naftaleno	0,001
Acenaftileno	0,001
Acenafteno	0,001
Fluoreno	0,001
Fenantreno	0,001
Antraceno	0,01
Fluoranteno	0,001
Pireno	0,001
Benzoantraceno	0,1
Benzo _[b] fluoranteno	0,1
Benzo _[k] fluoranteno	0,1
Benzopireno	1
Indeno _[1,2,3-cd] pireno	0, 1
Dibenzo _[a,h] antraceno	1
Benzol _[ghi] perileno	0,01

Tabela 2.1. Compostos HAP e respetivos FTE (Monteiro, V. 2009).

2.4. Apreciação da Exposição Profissional

A avaliação da exposição de um trabalhador a agentes químicos torna-se uma tarefa complexa e que deve seguir regras explícitas. Assim deve-se ter em consideração os momentos de recolha de amostras, transporte e análise das mesmas, para que se possam obter resultados explícitos e que correspondam à realidade do local avaliado. Com base nisto foi desenvolvida e publicada a Norma Portuguesa EN 689 que aborda a apreciação da exposição profissional.

As estratégias das entidades competentes deverão resumir-se à apreciação da exposição profissional, ficando a cargo das entidades auditadas a manutenção e medições periódicas, de forma a garantir que o nível de exposição se mantém regulamentar.

A apreciação da exposição profissional implica três fases distintas: identificação da exposição potencial, determinação dos fatores do local de trabalho e a apreciação concreta da exposição.

A identificação da exposição potencial baseia-se na listagem de agentes químicos, presentes no local em observação, bem como os seus valores limite admissíveis de referência. Nesta fase deve-se ter em consideração o tipo de fontes emissoras.

Na fase da determinação de fatores do local de trabalho, todos os processos e procedimentos executados são avaliados de forma a determinar a potencial exposição humana a estes agentes ao longo do horário laboral. Assim, serão revistos: atividades praticadas, padrões de trabalho e técnicas, processos de produção, configuração do local de trabalho, medidas de segurança e procedimentos, sistema de ventilação e outras formas de controlo de engenharia, fontes de emissões, tempo de exposição e carga de trabalho.

A fase de apreciação concreta da exposição implica a identificação das exposições potenciais, os fatores do local de trabalho e respetivas interligações, devendo estruturar-se uma abordagem em três fases distintas: análise inicial, estudo preliminar e estudo detalhado. Na fase inicial há que ter em conta as variáveis que afetam a concentração dos agentes químicos no ar, como: número de fontes, volume de produção face à capacidade instalada, taxas de libertação de cada fonte, tipo e localização das fontes, dispersão dos agentes pela movimentação do ar, tipo e eficácia do sistema de ventilação e exaustão. Será também estudada a intensidade da ocupação do trabalhador no local contaminado, de forma a saber o grau de exposição a que este se submete ao ambiente em causa. O estudo preliminar fornece informação quantitativa relativa à exposição dos

trabalhadores em questão, tomando particular atenção às atividades, envolvidas, associadas a grandes exposições. Tem como base: medições anteriores, medições em instalações comparáveis, cálculos fiáveis baseados em dados quantitativos relevantes feitos na fase de projeto e, caso necessário, através de medições realizadas no local de trabalho. O estudo detalhado informa sobre as consequências da exposição quando esta está próxima dos valores limite.

Como estratégia e medição, poder-se-ia selecionar trabalhadores que, segundo uma análise prévia referida anteriormente, estivessem sujeitos a uma maior emissão dos agentes químicos em causa. Contudo, para a presente dissertação adotar-se-á o método de medição num ponto fixo, devendo as amostras ser recolhidas à altura das vias respiratórias. No caso das cozinhas profissionais as situações de maiores exposições são fáceis de identificar, pelo que os sensores deverão localizar-se junto aos equipamentos de confeção dos alimentos, como é o caso de fritadeiras, grelhadores e frigideiras basculantes.

3. AMBIENTE TÉRMICO

O ambiente térmico é um dos mais importantes parâmetros a ser caracterizado, de forma a garantir conforto e melhorar as condições de trabalho. É sabido que o ser humano é negativamente afetado em situações de desconforto térmico, implicando um decréscimo da sua satisfação e desempenho no trabalho, pelo que existe uma evidente diminuição de produtividade. A saúde do indivíduo será posta em causa, bem como a sua segurança (Quintela, D. 2009), visto que este desconforto implica um aumento da taxa de risco de acidentes (Halton, 2007). Desta forma deverá ser garantida uma temperatura do espaço que se encontre entre os 18 e os 26°C (VDI, 2006).

Segundo a EASHW (European Agency for Safety and Health at Work) a temperatura ideal, para as cozinhas, encontra-se entre os 20 e os 22°C, pelo que acima dos 24°C começa a verificar-se uma quebra de produtividade na ordem dos 4% para cada grau acima deste valor. Esta correlação é ilustrada no gráfico da Figura 3.1.

Segundo a EASHW os riscos aumentam a partir dos 26°C, existindo uma perda de concentração, potência e a capacidade de trabalho decaem.

De acordo com a American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning (ASHRAE), conforto térmico é definido como “o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação com o ambiente térmico”. Assim, conclui-se que, quando esta condição se verifica, existe um equilíbrio natural com o ar local sem que haja um esforço sensível, por parte do trabalhador, para que exista um equilíbrio térmico corporal (DREC, 2012).

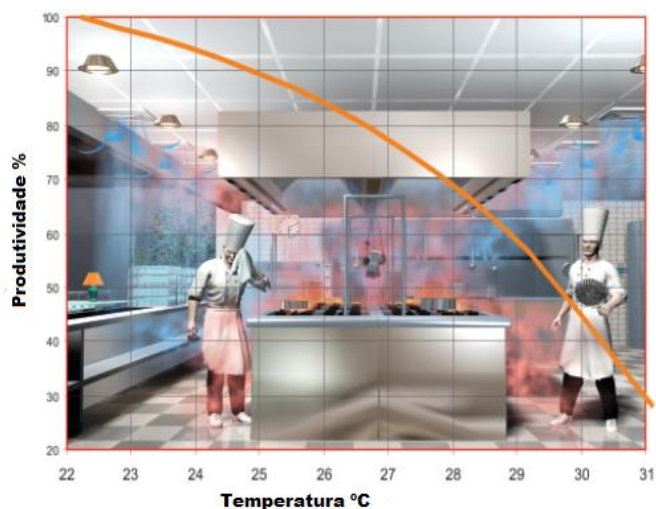


Figura 3.1- Produtividade em função da temperatura
fonte: Halton™

O conforto térmico é um conceito não linear, pelo que vai depender de vários fatores pessoais ou do ambiente em redor. A nível pessoal deve-se ter em conta o vestuário utilizado, metabolismo, energia gasta a desempenhar a função e constituição física do trabalhador. O ambiente em redor da pessoa vai ter como principais influências a temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade e a velocidade de circulação do ar (VDI, 2006).

No caso específico das cozinhas, o conforto térmico é algo impossível de manter constante. As zonas mais precárias serão as áreas junto a aparelhos com fortes emissões de calor, pelo que a 1 metro de distância de fogões, superfícies irradiadoras de calor, frigideiras basculantes, fritadeiras e lava-loiças deverão seguir *DIN 33403-3* (VDI, 2006).

Uma das tarefas impossíveis será também garantir o conforto térmico da população integral que se envolve neste tipo de ambientes. Assim, as normas *ISO 7730* e *ISO 7243* têm como objetivo a orientação do cálculo dos índices *PMV* (*Predicted Mean Vote*) e *PPD* (*Predicted Percentage Dissatisfied*), bem como do *WBGT* (*Wet Bulb Globe Temperature*) de forma a garantir uma aproximação ideal de um conforto térmico estatisticamente real e um baixo stress térmico.

É nos ambientes térmicos quentes que recai a grande preocupação em fase de projeto de cozinhas profissionais, visto que nestes espaços existem enormes gerações de cargas térmicas. O corpo humano dispõe de um sistema termorregulador bastante eficiente, com base em mecanismos naturais como a vasodilatação e a sudorese. Assim, pode definir-se um ambiente térmico quente aquele em que o corpo tem que recorrer a estas alternativas de forma a manter o balanço térmico nulo.

3.1. Efeitos na saúde

As temperaturas elevadas têm um impacto bastante significativo no ser humano. Ao transpor-se a zona de conforto existe uma falta de satisfação e mau estar por parte do indivíduo no espaço em que se encontra. As doenças de que este poderá vir a ser portador têm uma tendência a agravar-se (*Quintela, D. 2009*).

Temperaturas elevadas provocam vasodilatação, aumentando o caudal sanguíneo, e conseqüentemente aumentam o fornecimento de oxigénio e nutrientes aos tecidos. A exposição diária a temperaturas elevadas conduz a um envelhecimento da pele, lesões dermatológicas e perda prematura da elasticidade da pele. O aumento do fornecimento de oxigénio reflete-se também numa maior oxidação celular (*Song, Gook-Sup, 2010*).

Com o aumento da temperatura começa a existir uma sobrecarga cardíaca e do sistema circulatório. Longos períodos de exposição a altas temperaturas podem implicar transtornos psiconeuróticos como a fadiga térmica. Algo que cada vez mais tem sido alvo de preocupação é o aumento de infertilidade masculina, em trabalhadores do ramo da restauração, devido à exposição prolongada a altas temperaturas. Exposição essa que pode provocar também a desidratação, deficiências circulatórias e sudção insuficiente para que se dê o arrefecimento corporal, colmatando assim num golpe de calor ou desmaio. Podem existir também problemas de pele por erupção da mesma (*DREC, 2012*).

A temperatura do corpo humano normalmente encontra-se entre os 36 e os 37°C. Quando a temperatura ultrapassa este valor, o corpo reage através da circulação de sangue para a pele. Isto faz com que a temperatura da pele aumente, e liberte para o exterior o calor em excesso. Com os músculos a produzirem trabalho, estará menos sangue disponível para circular para a pele e não é possível libertar o calor produzido. A temperatura corporal ao aumentar e ao não ser diminuída por sudção, a temperatura corporal aumenta e o trabalhador entra em stress térmico, segundo a *EASHW* no artigo *Dangerous substances in horeca*.

3.1.1. Infertilidade Masculina

A infertilidade é definida como o insucesso de concepção após 12 meses, com uma vida sexual ativa e sem a utilização de métodos contraceptivos. Isto é um problema que afeta um em cada seis casais. Trata-se de uma tema controverso, que pode vir a trazer grandes problemas dentro do seio familiar e que se pretende ser combatido (*Irvine, D. Stewart, 1988*). Estudos apontam que a qualidade do esperma humano tem vindo a diminuir nas últimas décadas, valores indicados na *Figura 3.2*. Assim estima-se que a maioria dos cidadãos europeus, com 20 anos de idade, está perto de apenas se encontrar na fasquia dos 40 milhões de

espermatozoides por mililitro; valor que segundo a Organização Mundial de Saúde deveria ser superado para que possa ocorrer uma fácil reprodução (*Song, Gook-Sup, 2010*).

Após o desenvolvimento dos testículos, nos fetos, estes descem do abdómen para o escroto. A externalização testicular é absolutamente necessária para garantir que, durante o período de vida pós-parto, os testículos sejam refrigerados e se encontrem a uma temperatura 2-3°C mais baixa que os órgãos internos (*Andrology Australia, 2011*). Temperaturas mais baixas serão necessárias para a espermatogénese, pelo que o simples facto de um individuo se encontrar com febre pode afetar a sua contagem de esperma, por curtos períodos de tempo. A imersão em banhos muito quentes, spas e saunas pode também reduzir a quantidade de esperma produzida (*Andrology Australia, 2011*). Deve manter-se a região genital a uma temperatura mais baixa que o restante corpo pelo fato de resultar numa baixa taxa de dano oxidativo do DNA e mutações dos espermatozoides (*Song, Gook-Sup, 2010*).

O moderno cidadão passa cerca de 90% do seu tempo dentro de edifícios e espaços fechados, pelo que o corpo humano, ao ser afetado psicologicamente e fisiologicamente pelo ambiente térmico, é bastante sensível aos ambientes artificiais criados. Assim, recentemente, o aumento da taxa de infertilidade masculina tem vindo a ser associada ao estilo de vida desenvolvido nos últimos anos. Um caso bem explícito será o da Coreia que nos anos 60, seria um país com uma sociedade agrícola em que residia uma taxa de

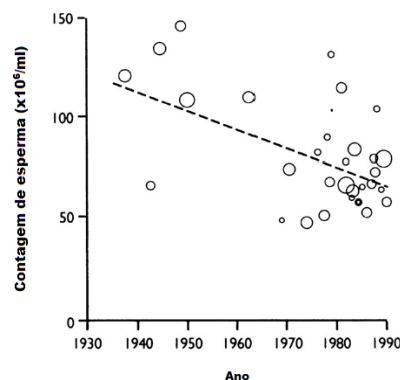


Figura 3.2. - Dados estatísticos sobre a qualidade do esperma Europeu nas últimas década.

Fonte: Song, Gook-Sup (2010)

infertilidade em 7-8% dos casais. Com o desenvolvimento industrial e com o dramático aumento do poder económico, surgiu um estilo de vida Ocidental, pelo que o conforto térmico tem cada vez mais sido adotado na projeção dos seus edifícios. Atualmente a taxa de infertilidade encontra-se nos 25-30% dos casais (Song, Gook-Sup ,2010). Estudos realizados reportam que a média da contagem de esperma é de 33.4×10^6 por ml, para homens que passam 75% com uma temperatura do escroto a 35°C ; sendo de 91.8×10^6 por ml, para os que passam menos de metade do seu tempo nessas mesmas condições (Song, Gook-Sup ,2010).

Vários estudos e investigadores buscam reavaliar os padrões das normas *ISO 7730* e *ASHRAE Standart 55*, com o pretexto de que a sensação térmica subjetiva não tem em consideração o impacto na saúde humana, pelo que será bastante difícil estabelecer uma ligação entre conforto térmico, através dos índices *PMV* e *PPD*, e uma temperatura de segurança (Song, Gook-Sup ,2010).

3.1.1.1. Equipamentos no mercado

No caso específico de cozinhas profissionais, as altas temperaturas são causas apontadas à enorme infertilidade existente em cozinheiros profissionais. Começam assim a existir alguns produtos no mercado para combater estes números. Um exemplo disso é *CoolBerries* que lançou um proteção para colocar no bolso central de aventais, de forma a garantir uma refrigeração e temperaturas mais baixas na zona genital que para o ambiente em redor. Na lista de produtos têm o *CaterShield Professional*, na *Figura 3.4*, que se trata de placas bastante leves, com dimensões $280 [mm] \times 225 [mm] \times 24 [mm]$. É uma placa de folha laminada dupla de alumínio, juntamente com kevlar, com material impermeável à volta. Isto é utilizado em conjunto com um bloco de gelo. Isto impede a radiação e a condução do calor para a zona genital (CoolBerries, 2012).



Figura 3.3 - Produto CaterShield Professional da marca CoolBerries

Fonte: CoolBerries

3.1.1.2. Avaliação dos riscos

Na presente tese, haverá especial atenção às temperaturas indicadas na zona do abdómen dos casos de estudo, verificando a possível necessidade de utilização deste tipo de equipamentos acessórios. Os cozinheiros deverão também utilizar vestuário que seja aprovado pela norma *EN531:1995*.

Existem medidas de prevenção complementares que ao serem praticadas, principalmente quando se pretende conceber, poderão trazer bons resultados e baixar a taxa de infertilidade em trabalhadores sujeitos a ambientes térmicos quentes. O uso de roupa interior apertada, afeta a circulação sanguínea na zona pélvica, pelo que é aconselhado o uso de roupa interior larga, dentro e fora do trabalho.

Para estimar se os trabalhadores, do sexo masculino, se encontram em risco de vir a desenvolver esterilidade, devido às condições de trabalho, serão analisadas as diferentes temperaturas à altura já adotada de *1,1m*, que irá caracterizar as condições na zona do abdómen. Essas temperaturas serão comparadas com a temperatura de 35°C , que é a temperatura a que se devem encontrar os testículos (*Song, Gook-Sup, 2010*).

Irá ter-se especial atenção à temperatura de globo, decompondo esta em temperatura do ar e temperatura radiativa, podendo assim concluir se, no caso de as temperaturas ultrapassarem o valor de referência, há necessidade de arrefecer o ar na zona genital ou se será necessário uma proteção contra radiação emitida.

3.2. Humidade

A humidade será um elemento que obrigatoriamente terá que ser considerado, pelo que na presença de altas temperaturas, geradas pelas elevadas cargas térmicas, irá aumentar a sensação térmica. Isto deve-se ao facto de haver uma redução na eficiência da sudoreção, baixando assim o auto arrefecimento do corpo humano. A acumulação de humidade pode também resultar na origem de culturas de fungos e bactérias.

Dentro de cozinhas, a grande fonte de humidade reside nas máquinas de lavar industriais. O vapor libertado, por vezes também quimicamente poluído, deve ser extraído diretamente junto à sua origem. A extração deste ar nem sempre é constante, sendo muitas vezes realizada ao longo do processo de lavagem e após este, quando se abre a máquina e uma grande nuvem de vapor de água é libertada. Assim, em fase de projeto deverá ter-se em consideração esta ação e compensar o caudal de ar, de forma a não existirem flutuações de pressão (VDI, 2006).

A humidade poderá ser controlada através de sistemas de ar condicionado e desumidificadores, sendo que a humidade relativa do ar deve manter-se perto dos valores apontados na tabela em função da temperatura em que o espaço se encontra (EASHW).

Temperatura [°C]	Humidade Relativa [%]
20	80
22	70
24	62
26	55

Tabela 3.1. Valores limite de humidade relativa em função da temperatura.

3.3. Medidas preventivas

A *EASHW* sugere várias medidas a tomar para evitar o desconforto e o stress térmico dentro das cozinhas. A mesma identidade ajuda a identificar os sintomas dos vários problemas derivados da exposição a altas temperaturas e sugere uma série de procedimentos de primeiros-socorros e tratamento.

Uma das primeiras medidas a ter em conta ao se tornar profissional do ramo será a aclimatização progressiva ao ambiente térmico. Pelo que trabalhadores com experiência de trabalho a níveis de calor muito elevados, devem ficar expostos às fontes de calor num regime de 50% no primeiro dia, 60% no segundo, 80% no terceiro e só os 100% a partir do quarto dia de trabalho. Para trabalhadores novos, que nunca estiveram submetidos a condições de temperaturas elevadas, a sua exposição não deve ultrapassar os 20% no primeiro dia, aumentando 20% em cada dia de trabalho. Como meio alternativo à redução de exposição dos trabalhadores, nos seus primeiros dias de trabalho, poderá optar-se por reduzir a sua carga de trabalho física durante uma semana ou duas.

Deverá ser adotado um sistema de rotatividade de tarefas e de períodos de descanso, não devendo o mesmo trabalhador ficar longos períodos de tempo em exposição a altas temperaturas, alternando assim com locais mais frescos. Isto irá evitar e aliviar o stress térmico. A hidratação é também algo que deve também ela ser uma preocupação constante por parte dos trabalhadores, devendo exercer-lo de meia em meia hora. Deverão ser evitadas bebidas que contenham cafeína ou álcool.

O trabalho físico deverá ser controlado, pelo que para o transporte de cargas elevadas se deverá recorrer a carrinhos manuais de transporte. Assim, trabalho físico mais pesado deverá também ser agendado para horários mais frescos.

O vestuário utilizado deverá ser leve, confortável e fabricado em algodão, de forma a garantir a circulação de ar e evaporação do suor.

A formação e consciencialização dos trabalhadores, será sem dúvida a principal medida a ser tomada. Um trabalhador que se sujeita a estes ambientes térmicos deverá ser capaz de reconhecer os sinais e sintomas de problemas relacionados com a exposição a altas temperaturas. Deverão também conhecer os fatores que influenciam a sensibilidade térmica a nível individual e deveram estar conscientes do plano adotado para evitar problemas e riscos de saúde.

3.4. ISO 7730 – PMV & PPD

A *International Organization for Standardization (ISO)* publicou a norma 7730 de forma avaliar ambientes térmicos moderados. Desta forma são apresentados métodos para o cálculo do grau de desconforto de pessoas expostas a estes ambientes.

O conforto térmico deverá ser considerado através de um balanço térmico do corpo como um todo. Balanço esse que deriva de fatores como a temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar, humidade, metabolismo e vestuário. Assim ao medirem-se os valores destes fatores num espaço, é possível calcular o índice de voto médio previsto (*PMV – Predicted Mean Vote*).

Este índice prevê o valor médio de votos num grande grupo de pessoas, através de uma tabela de 7 níveis, baseada no balanço térmico do corpo humano.

+ 3	Muito Quente
+2	Quente
+ 1	Ligeiramente Quente
0	Neutro
-1	Ligeiramente Frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

Tabela 3.2. Escala de sensação térmica

Segundo a própria norma, a insatisfação individual manifesta-se em ambientes Quentes (+2), Muito Quentes (+3), Frios (-2) ou Muito Frios (-3).

O *PMV* só deve ser calculado para quando a sensação térmica está considerada entre os valores “-2” e “+2” da tabela. Terão também que se verificar as seguintes condições:

- Metabolismo entre 46 e os 232 [w/m^2] (0,8 a 4 met);
- Isolamento do vestuário entre 0 e os 0,310 [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{w}$] (0 a 2 clo);
- Temperatura do ar entre os 10 e os 30 [$^{\circ}\text{C}$];
- Temperatura média radiante entre os 10 e os 40 [$^{\circ}\text{C}$];
- Velocidade do ar entre os 0 e 1 [m/s];
- Pressão parcial de vapor entre os 0 e os 2700 [Pa].

Assim, a expressão do PMV é dada por:

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot \left\{ \begin{array}{l} (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - w) - 58,15] \\ -1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - T_a) \\ -3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(T_{cl} + 273)^4 - (\bar{T}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (T_{cl} - T_a) \end{array} \right\} \quad (3.1)$$

$$T_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(T_{cl} + 273)^4 - (\bar{T}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (T_{cl} - T_a) \right\} \quad (3.1)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |T_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{se } 2,38 \cdot |T_{cl} - T_a|^{0,25} > 12,1 \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{se } 2,38 \cdot |T_{cl} - T_a|^{0,25} < 12,1 \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3.3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 \cdot I_{cl} & \text{se } I_{cl} \leq 0,078 [m^2 \cdot K / W] \\ 1,05 + 0,645 \cdot I_{cl} & \text{se } I_{cl} > 0,078 [m^2 \cdot K / W] \end{cases} \quad (3.4)$$

Onde:

- M Metabolismo [w/m^2];
- W Trabalho Mecânico Efetivo [w/m^2];
- I_{cl} Isolamento do Vestuário [$m^2 \cdot K/W$];
- f_{cl} Fator de área de superfície do vestuário;
- T_a Temperatura do ar [$^{\circ}C$];

- \bar{T}_r Temperatura média radiante [$^{\circ}\text{C}$];
- v_{ar} Velocidade do ar [m/s];
- p_a Pressão parcial do vapor [Pa];
- h_c Coeficiente de transferência de calor por convecção [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$];
- T_{cl} Temperatura de superfície da roupa [$^{\circ}\text{C}$].

Esta Norma também contém indicações precisas para o cálculo do índice da percentagem prevista de insatisfeitos (*PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied*). Este índice indica a percentagem de população insatisfeita, dentro de um grande grupo, ao estar exposta a um certo ambiente térmico, correlacionando diretamente com o PMV calculado nas mesmas circunstâncias.

$$PPD = 100 - 95 \cdot (\exp(-0,03353 \cdot PMV^4) - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (3.5)$$

A correlação entre o *PMV* e *PPD* é apresentada na *Figura 3.5*.

Sabe-se que para um ambiente térmico confortável o *PPD* não deverá ultrapassar os 10%, correspondentes a uma gama de valores compreendida entre os “-0,5” e os “+0,5” na tabela de sensação térmica.

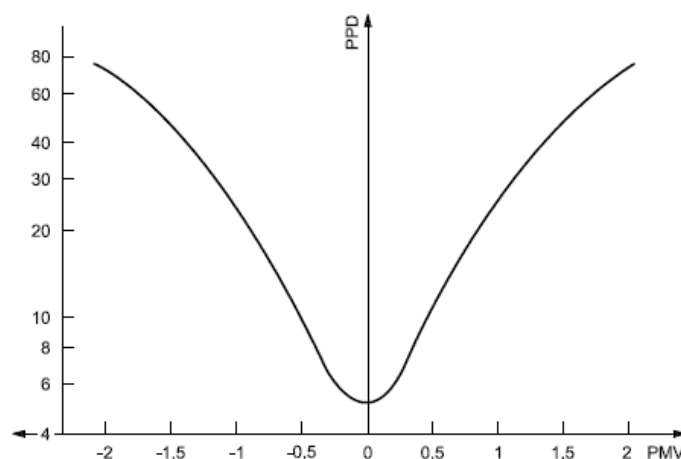


Figura 3.4 - PPD em função do PMV

fonte: ISO 7730

3.4.1.1. Metabolismo

O metabolismo é caracterizado por uma conversão química em trabalho mecânico e energia térmica que o corpo humano realiza para a concretização das suas tarefas. Assim procede-se a um cálculo da taxa de metabolismo de forma a caracterizar o esforço muscular e o custo energético implícito. Este fator torna-se bastante importante para determinar o esforço e conforto em climas especialmente quentes (*ISO 8996, 2001*). Assim o índice de metabolismo é caracterizado pela unidade met ($1\text{met}=58.2\text{W}/\text{m}^2$) (*Halton, 2007*).

Na presente dissertação o índice de metabolismo será caracterizado por tabelas fornecidas pela *ISO 8996*.

Postura Corporal	Metabolismo (MET)
Sentado	0,17
Joelhos	0,34
Agachado	0,34
Em pé	0,43
Em pé e curvado	0,52

Tabela 3.3. Índice de metabolismo para posição corporal.

Tipo de trabalho	Índice metabólico (MET)	
	Valor Médio	Limites
Trabalho de mãos		
ligeiro	0,26	< 0,34
médio	0,52	0,34 a 0,60
pesado	0,69	> 0,60
Trabalho com um braço		
ligeiro	0,60	< 0,77
médio	0,95	0,77 a 1,12
pesado	1,29	> 1,12
Trabalho com dois braços		
ligeiro	1,12	< 1,29
médio	1,46	1,29 a 1,63
pesado	1,80	> 1,63

Tabela 3.4. Metabolismo relacionado com diferentes tipos de trabalho.

Para a estimativa do valor metabólico do trabalhador, basta somar o índice correspondente à sua posição ao índice correspondente ao trabalho por ele desempenhado.

Assim, para os trabalhadores observados, que realizam tarefas junto dos pontos de análise, verificou-se que se encontram em pé, $0,43 \text{ met}$. Na maioria do seu tempo estão a realizar trabalho de nível médio/ligeiro com os dois braços, pelo que o seu índice metabólico será considerado um valor intermédio entre ambos, $1,29 \text{ met}$. Assim o índice global de metabolismo adotado será de $1,72 \text{ met}$.

A Norma ISO 7243 fornece a Tabela 3.5, de forma a classificar a classe de metabolismo em relação à taxa metabólica. Sendo que o metabolismo dos trabalhadores das instalações avaliadas possuirá taxa de *Nível 1*.

Classe de Metabolismo	Taxa de Metabolismo	
	w/m^2	met
0	$M \leq 65$	$M \leq 1,12$
1	$65 < M \leq 130$	$1,12 < M \leq 2,23$
2	$130 < M \leq 200$	$2,23 < M \leq 3,44$
3	$200 < M \leq 260$	$3,44 < M \leq 4,47$
4	$M > 260$	$M > 4,47$

Tabela 3.5. Classe de metabolismo em relação à taxa.

3.4.1.2. Isolamento térmico do vestuário

Segundo a ASHRAE, insulação térmica do vestuário é a resistência, por parte da roupa usada, à transferência de calor sensível. Essa transferência é considerada para o corpo como um todo, mesmo em partes destapadas, como a cabeça e as mãos.

Este parâmetro é expresso na unidade clo , sendo a sua conversão $1clo = 0.155m^2 \text{ } ^\circ C / W$.

Devido ao diferente vestuário apresentado pelos profissionais de cada cozinha, serão adotados os valores médios definidos pela Halton, tendo o isolamento térmico do vestuário o valor de $0,6 clo$.

3.5. ISO 7243 – WBGT

A temperatura de bolbo húmido e de globo (wet bulb globe temperature - WBGT) é uma ferramenta desenvolvida de forma a caracterizar o stress térmico em ambientes quentes (*Budd, Grahame M., 2008*).

Apesar de um ambiente térmico ser caracterizado pela temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade e velocidade do ar, as medições para o WBGT têm em consideração parâmetros derivados, sendo eles a temperatura de bolbo húmido natural (T_{bhn}) e a temperatura de globo (T_g). No caso de existir exposição solar, existirá ainda o parâmetro da temperatura do ar (T_a) (*ISO 7243, 1989*).

Sem exposição solar direta:

$$WBGT = 0,7 \cdot T_{bhn} + 0,3 \cdot T_g \quad (3.6)$$

Com exposição solar direta:

$$WBGT = 0,7 \cdot T_{bhn} + 0,2 \cdot T_g + 0,1 \cdot T_a \quad (3.7)$$

O conceito desta expressão é simples, pois a temperatura de globo responde à carga do ambiente térmico, enquanto a temperatura de bolbo húmido caracteriza a facilidade de sudação. Contudo, apesar de o WBGT responder aos quatro elementos dos ambientes térmicos, este não responde da mesma maneira que o corpo humano, devido à sua forma e tamanho diferentes (*Budd, Grahame M., 2008*).

O valor do WBGT, quando o ambiente térmico é uniforme (não existem variações de temperatura superiores aos 5%), pode assumir o valor para medições feitas à altura do abdómen ($h=1,1$ m). Caso esta condição não se verifique, há que fazer medições também na zona dos tornozelos ($h=0,1$ m) e da cabeça ($h=1,7$ m), resultando num WBGT dado pela seguinte expressão (*ISO 7243, 1989*):

$$WBGT = \frac{WBGT_{cabeça} + 2 \times WBGT_{abdómen} + WBGT_{tornozelos}}{4} \quad (3.8)$$

O WBGT tem algumas limitações pois apresenta uma resposta inadequada à humidade e velocidade do ar local, resultando numa subestimação do stress térmico causado pela evaporação restrita (Budd, Grahame M., 2008).

A norma ISO 7243 fornece ainda a *Tabela 3.6*, que indica o valor de WBGT de referência consoante a classe de metabolismo apresentada. Em função de se ter considerado uma classe de metabolismo de 1 na *Seção 3.4.1.1*. adotar-se-á um WBGT de referência com o valor de 30°C.

Classe de Metabolismo	Valor WBGT de referência
0	33
1	30
2	28

Tabela 3.6. Valor de referência do WBGT considerando a classe metabólica.

Segundo a NIOSH (1986) o gráfico da *Figura 3.5* sugere o tempo de repouso recomendado por hora, em função da taxa de metabolismo e do WBGT a que o trabalhador está submetido.

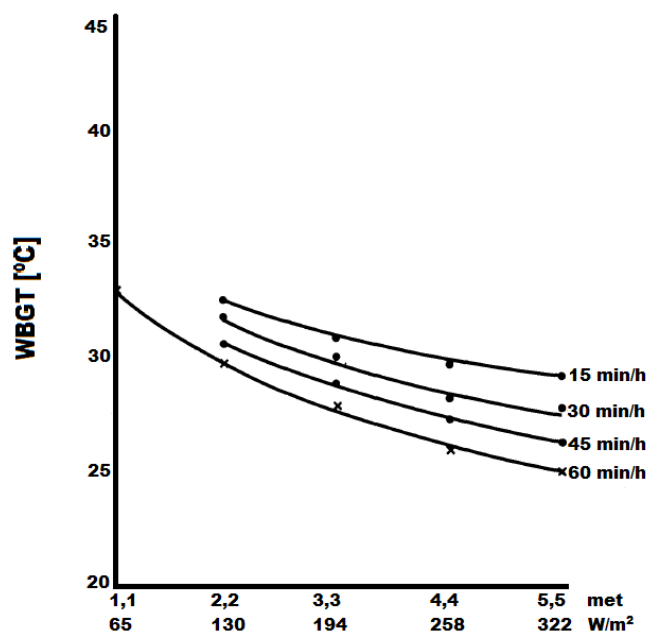


Figura 3.5. Tempo de repouso recomendado em função da taxa de metabolismo e WBGT a que se está submetido.

Fonte: NIOSH (1986)

3.6. Temperatura de globo

A temperatura de globo é a temperatura indicada dentro de um globo com as seguintes características segundo a norma ISO 7243:

- Diâmetro: 150mm;
- Coeficiente médio de emissividade: 0,95 (globo preto mate);
- Com menor espessura possível;
- Temperaturas: 20-120°C;
- Precisão das medições: 20-50°C \pm 0,5°C

Este parâmetro mede o efeito combinado do calor por radiação, temperatura do ar e velocidade do ar (*Budd, Grahame M., 2008*).

A norma *ISO 7726* fornece expressões de forma a poder calcular a temperatura média radiante em função da temperatura de globo e do ar obtidas. A Equação 3.9 fornece a temperatura média radiante para situações de convecção forçada e com um diâmetro de globo indefinido.

$$\bar{T}_r = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times v_a^{0,6}}{\varepsilon_g \times D_g^{0,4}} (T_g - T_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (3.9)$$

Em que se adotará:

- $\varepsilon_g = 0,95$ (Emissividade do globo);
- $D_g = 0,050\text{m}$ (diâmetro do globo);
- t_g : Temperatura de globo fornecida pelo equipamento *TESTO 175*;
- t_a : Temperatura do ar fornecida pelo equipamento *Indoor Climate Analyzer 1213*;
- v_a : Velocidade do ar fornecida pelo equipamento *Indoor Climate Analyzer 1213*.

3.7. Avaliação subjetiva

Será feita uma avaliação subjetiva aos trabalhadores dos restaurantes avaliados. Esta avaliação tem como principal objetivo relacionar a sensação térmica, de trabalhadores que se encontrem em situações idênticas, através de características pessoais e hábitos de trabalho desenvolvidos.

Os inquéritos utilizados terão como base os que foram utilizados por Filipe Baptista, na sua dissertação de mestrado, também ela sobre qualidade do ar e condições térmicas em cozinhas profissionais, no ano de 2011.

Os inquéritos contêm 23 perguntas divididas em quatro grupos distintos. O primeiro refere-se a algumas características físicas e pessoais básicas do trabalhador. O segundo grupo refere-se a sintomas que o trabalhador apresente na execução das suas atividades laborais. O terceiro grupo é referente a hábitos que o trabalhador desenvolve ao longo da sua atividade profissional de forma regular ou quando confrontado com situações de desconforto térmico. Por fim, o questionário é completado por perguntas com resposta de escala de 1 a 10, de forma a melhor poder comparar de forma mais nítida a escala de sensações.

A par dos inquéritos o autor deverá ter uma abordagem com os proprietários, gerentes ou supervisores dos espaços em estudo, de forma a melhor compreender a realidade presente em cada caso. Isto terá como objetivo a tentativa de correlação dos resultados obtidos nas medições térmicas e nos inquéritos.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Cozinhas Avaliadas

Na presente dissertação não foi possível apresentar resultados relativamente aos testes de qualidade do ar. A análise de qualidade do ar em cozinhas profissionais foi realizada em parceria com a Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, ficando a seu cargo a análise e tratamento de dados. Por motivos alheios ao autor o tratamento das amostras não foi concluído a tempo de ser incluído, pelo que será objeto de análise em trabalhos futuros.

4.1.1. Estabelecimento A

O estabelecimento A consiste num pequeno restaurante localizado na baixa de Coimbra. A área da Hotte ocupa cerca de $\frac{1}{4}$ da área total da cozinha. Há ainda que considerar equipamentos diversos, como por exemplo frigoríficos, bancas de preparação e lavagem de alimentos, copas e recipientes para o lixo, pelo que o espaço útil se torna reduzido. No presente caso procedeu-se a avaliações da qualidade do ar e das condições térmicas, estas últimas através da utilização do equipamento *Indoor Climate Analyzer, Type 1213*, e *Heat Stress Monitor, Type 1219*. Considerando as dimensões dos equipamentos e o facto de três trabalhadoras estarem a desempenhar funções no local, apenas foi possível efetuar medições junto aos queimadores (vd. *Figura 5.1*). A monitorização das condições ambientais junto a outros equipamentos perturbaria o bom funcionamento da cozinha pelo que não foram efetuados registos.

Durante a hora em que as medições foram realizadas prepararam-se cerca de 30 refeições. Os queimadores encontraram-se sempre ligados, juntamente com o forno, que funcionou a baixa intensidade.



Figura 4.1. Montagem dos equipamentos no espaço laboral do estabelecimento A.

A aquisição relativa aos parâmetros físicos iniciou-se às 19h, tendo terminado as 20h. As medições da qualidade do ar iniciaram-se às 19h e terminaram às 21h, pelo facto do caudal da bomba ser de 2 l/min e estando estipulado na *Norma 5506*, do *National Institute for Occupational Safety and Health*, que para este caudal a amostra deverá conter de 200 a 400 litros de ar recolhido, tendo sido recolhidos cerca de 240 litros.

A *Figura 5.2*, relativa ao índice *PMV*, mostra que o ambiente térmico é ligeiramente quente o que, de acordo com o índice *PPD*, representa um ambiente termicamente desconfortável para 28,9% da população (vd. *Figura 5.3*). Nos inquéritos as três trabalhadoras afirmaram sentir-se termicamente confortáveis, pelo que não se encontrarão nos 28,9% de pessoas que se demonstram insatisfeitas a este ambiente. De salientar que das três pessoas inquiridas, apenas a que trabalhava há menos de 3 anos no ramo demonstra maior insatisfação em relação ao seu local de trabalho, considerando o ambiente térmico geralmente muito quente, enquanto as restantes consideraram o ambiente quente e ligeiramente quente.

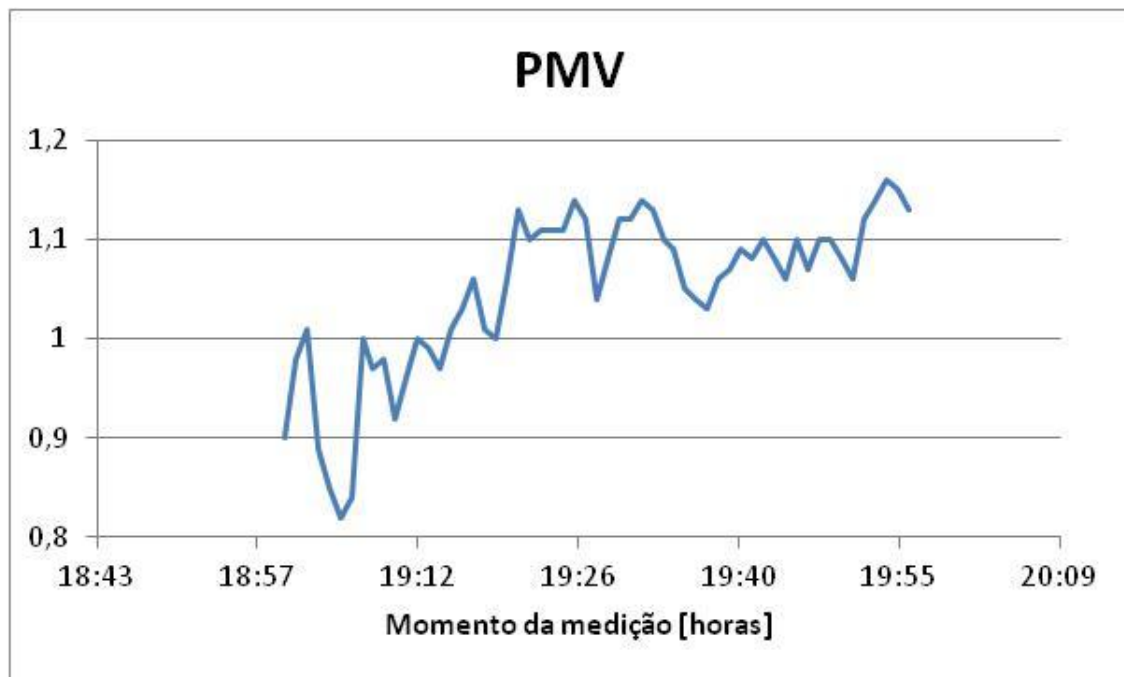


Figura 4.2 - PMV obtido para o estabelecimento A.



Figura 4.3. PPD obtido para o estabelecimento A.

A temperatura do ar em Coimbra durante as medições foi de 19°C, sendo de prever que em dias mais quentes haverá um acréscimo da taxa de insatisfação. Isto é

facilmente comprovado pela avaliação subjetiva, tendo as três trabalhadoras afirmado que, por vezes, sentem mais calor ao desempenhar o mesmo tipo de funções.

Os valores do índice de *WBGT*, representados na *Figura 5.4*, encontram-se bastante abaixo dos 30°C , valor de referência para a classe de metabolismo considerada. Tal nível só seria ultrapassado em situações muito pontuais, não apresentando risco elevado de stress térmico. O gráfico da *Figura 3.5* da *Secção 3.5*, para as condições presentes, afirma não existir necessidade de paragens durante o período de atividade laboral.

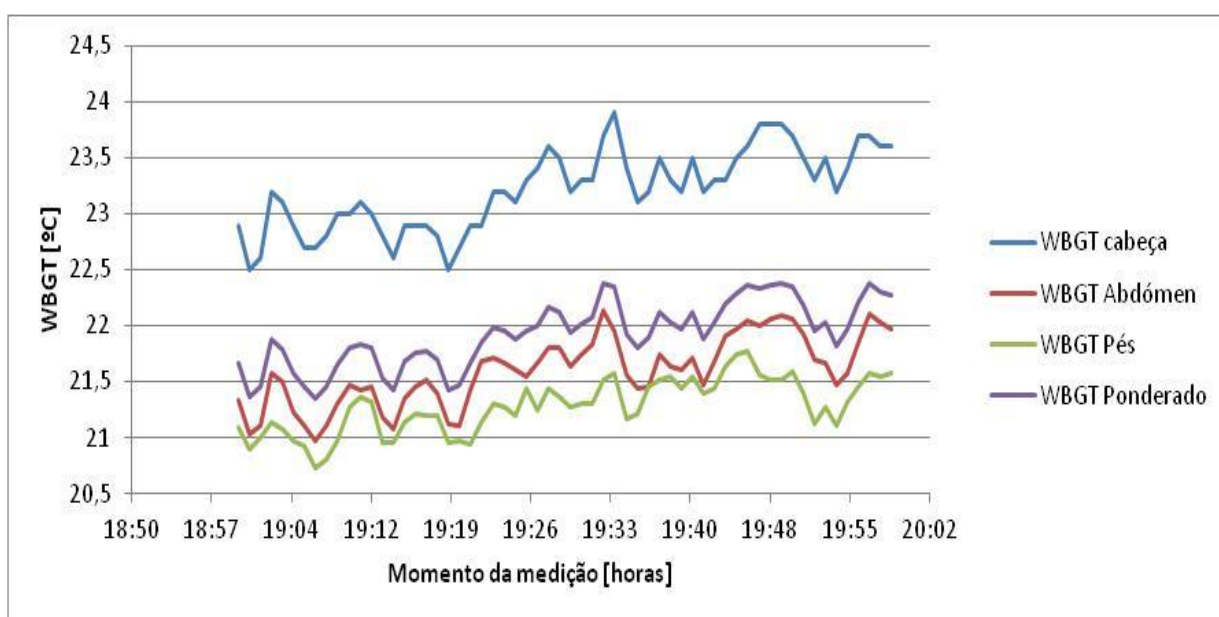


Figura 4.4 – Valores de WBGT recolhidos no estabelecimento A.

Na Figura 5.5 observam-se as diferentes temperaturas registadas ao longo das medições térmicas. Os valores médios são os seguintes: *Temperatura do Ar* de $23,7^{\circ}\text{C}$; *Temperatura Operativa* de $27,4^{\circ}\text{C}$; *Temperatura do Bolbo Húmido Natural* de $18,0^{\circ}\text{C}$; *Temperatura de Globo* de $29,9^{\circ}\text{C}$ e *Temperatura Média Radiante* de $32,2^{\circ}\text{C}$.

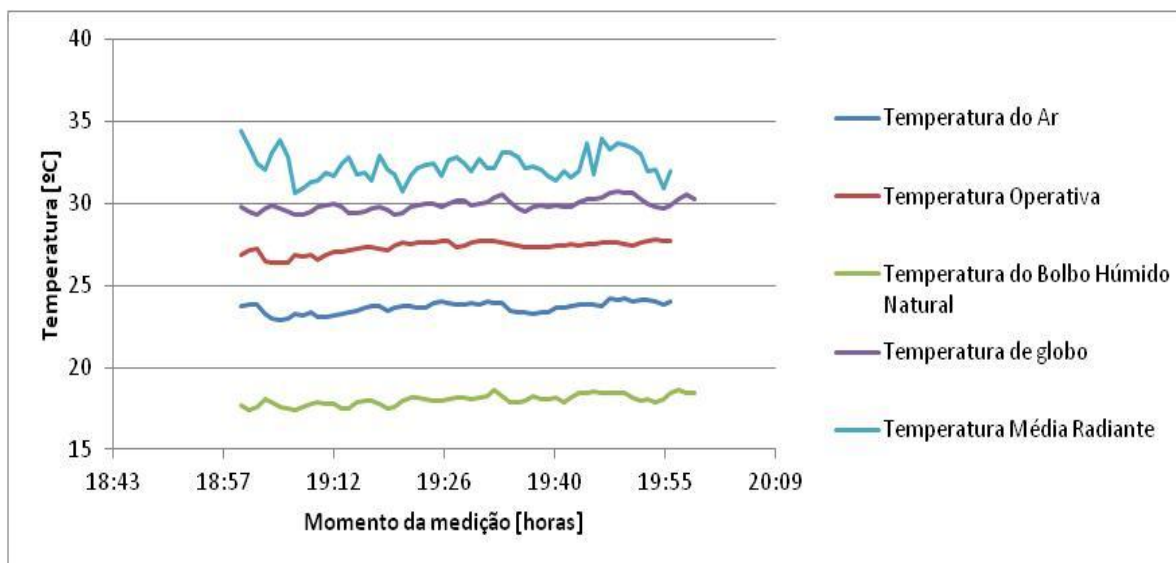


Figura 4.5 - Gráfico de temperaturas registadas para uma altura de 1,1m do estabelecimento A.

A temperatura de globo é sempre inferior a 35°C , valor definido como limite a que os testículos devem estar expostos. Ao calcular-se a temperatura radiativa a que o globo está sujeito, é possível verificar que a temperatura radiativa é superior, apresentando um valor médio de $32,2^{\circ}\text{C}$ e um valor máximo de $34,4^{\circ}\text{C}$. Estes valores poderão ser superiores aos 35°C em dias de maior intensidade, quer junto aos queimadores, quer junto ao forno. Assim, aconselha-se aos trabalhadores do sexo masculino a utilização de vestuário com bom isolamento térmico, nomeadamente as calças.

Das três trabalhadoras inquiridas, uma afirma já ter sentido dores de cabeça e outra fadiga. A trabalhadora que afirmou sentir dores de cabeça, referiu também que seria de forma pontual em dias de calor extremo, podendo existir aqui situações e stress térmico pontual. A trabalhadora que menciona fadiga, sublinha que este facto ocorre com mais frequência nos meses mais quentes do ano. Isto poderá ser associado à quebra de produtividade existente quando se atingem temperaturas superiores às temperaturas de conforto. Sobre as medidas adotadas em situações de demasiado calor, apenas a trabalhadora que trabalha há 3 anos no ramo afirma abrir a porta ou janela, sendo que as outras duas continuam a sua atividade normalmente. Pelo que em escala, as trabalhadoras mais antigas possuem uma maior tolerância térmica. Nenhuma das trabalhadoras possui qualquer tipo de informação ou conhecimento técnico de forma a prevenir o calor excessivo. Contudo demonstram alguns princípios básicos e técnicas adquiridas pela sua experiência, como: deslocações a locais mais frescos; repouso, durante o final do almoço e

preparação do jantar, em locais frescos e afastadas do ambiente da cozinha, trocando de roupa; ingestão de 1 a 2 litros de água ao longo do seu dia de trabalho.

4.1.2. Estabelecimento B

O estabelecimento B é um restaurante situado na zona histórica da baixa de Coimbra. Procedeu-se ao estudo da qualidade do ar e à avaliação das condições térmicas através da utilização do equipamento *Indoor Climate Analyzer, Type 1213* e *Heat Stress Monitor, Type 1219*. As medições das condições térmicas decorreram das 11.00 às 12.00h, enquanto a aquisição referente à qualidade do ar decorreu das 11.00 às 13.00h. Foram inquiridas três trabalhadores do sexo feminino que se encontram expostas de forma contínua e regular às condições térmicas do espaço em estudo. A temperatura do ar durante o período de medições foi de 25°C e foram confeccionadas doses para 120 refeições.

De forma a manter o bom funcionamento da cozinha, não congestionando a livre circulação dos seus trabalhadores, os diversos equipamentos de medição foram colocados em locais distintos. O *Heat Stress Monitor, Type 1219*, foi colocado juntamente com a bomba de HAP's, como ilustra a Figura 5.6, numa zona que se localiza entre os queimadores e a fritadeira, juntamente com o grelhador. O equipamento *Indoor Climate Analyzer Type, 1213*, foi colocado no lado oposto dos queimadores (vd. *Figura 5.7*).



Figura 4.6 - Localização do equipamento Indoor Climate Analyzer Type 1219 e bomba de HAPs na cozinha.



Figura 4.7 - Localização do equipamento Indoor Climate Analyzer Type 1213 na cozinha.

A Figura 5.8 mostra a evolução do índice *PMV* ao longo das medições. O valor médio é de 2, pelo que o ambiente térmico é considerado quente. Saliente-se que, neste caso, esta classificação corresponde à avaliação subjetiva efetuada por duas colaboradoras que trabalham no ramo há mais de 20 anos. A terceira funcionária, que desempenha a sua atividade no ramo na classe dos 10 aos 20 anos, considera que o ambiente do seu local de trabalho é muito quente.

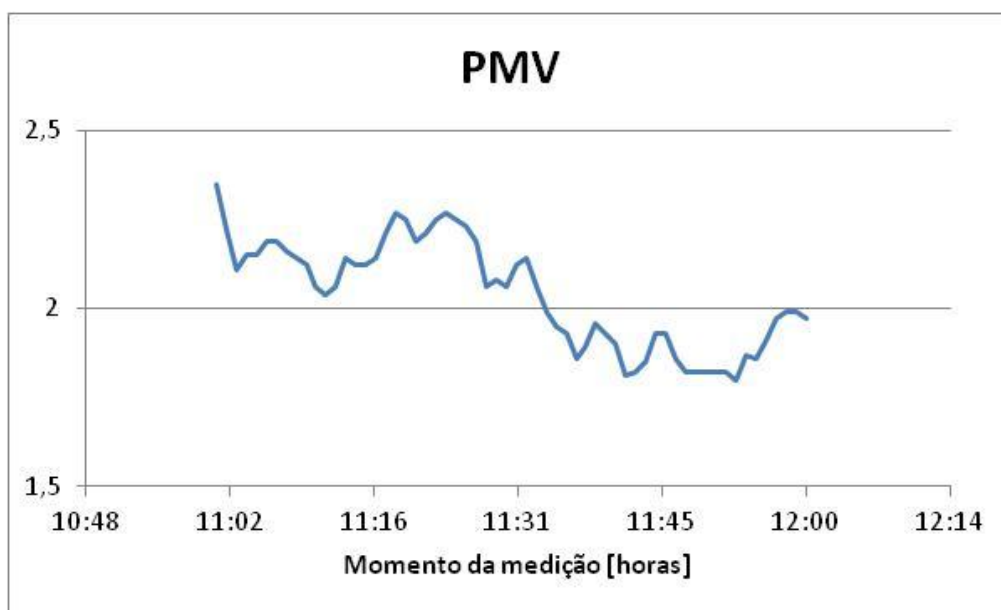


Figura 4.8 - PMV registado no estabelecimento B.

A *Figura 5.9* refere-se ao índice PPD que apresenta um valor médio de 78%. De acordo com os resultados do inquérito realizado, as três trabalhadoras afirmam sentir algum desconforto térmico e possuir alguma tolerância ao calor. Assim, os valores obtidos afirmam que os profissionais do ramo de Hotelaria e Restauração sentiram desconforto térmico para ambientes em que o PPD atinja estes valores. Isto será correlacionado com o facto de as três trabalhadoras afirmarem sentir, por vezes, fadiga, dores de cabeça e exaustão.

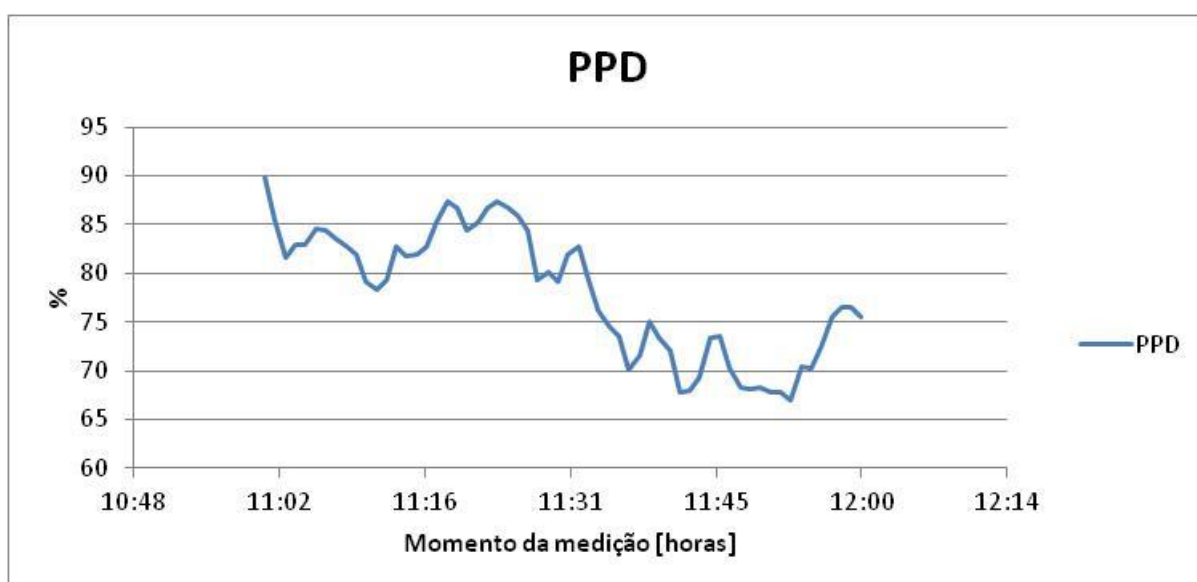


Figura 4.9 - PPD registado no estabelecimento B.

A *Figura 5.10* mostra que os valores do *WBGT* para as diferentes alturas de medição apresentam resultados bastante diferentes. Isto deve-se ao facto de os queimadores não possuírem qualquer tipo de equipamento de confeção até à altura do abdómen. Assim, verifica-se que apesar dos valores de *WBGT* indicarem um stress térmico ao nível da cabeça, e em alguns momentos para a zona do abdómen, o seu valor ponderado é inferior a 30°C, devido aos valores registados ao nível dos pés. Segundo a Norma *ISO 7243*, através do *WBGT* ponderado indicado os trabalhadores poderão desenvolver a sua atividade de forma contínua, sem que ocorram riscos.

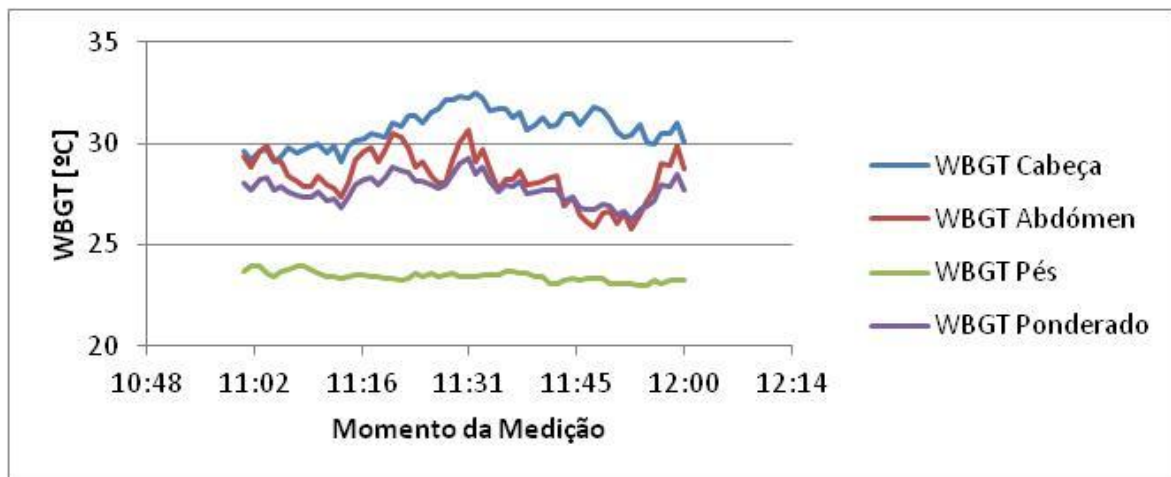


Figura 4.10 - Diferentes WBGTs obtidos nas medições do estabelecimento B.

Através da *Figura 5.11* é possível observar as diferentes temperaturas registadas ao longo das medições térmicas. Os valores médios são os seguintes: *Temperatura do Ar* de 28,9°C; *Temperatura Operativa* de 32,1°C; *Temperatura do Bolbo Húmido Natural* de 25,1°C; *Temperatura de Globo* de 36,0°C e *Temperatura Média Radiante* de 41,2°C.

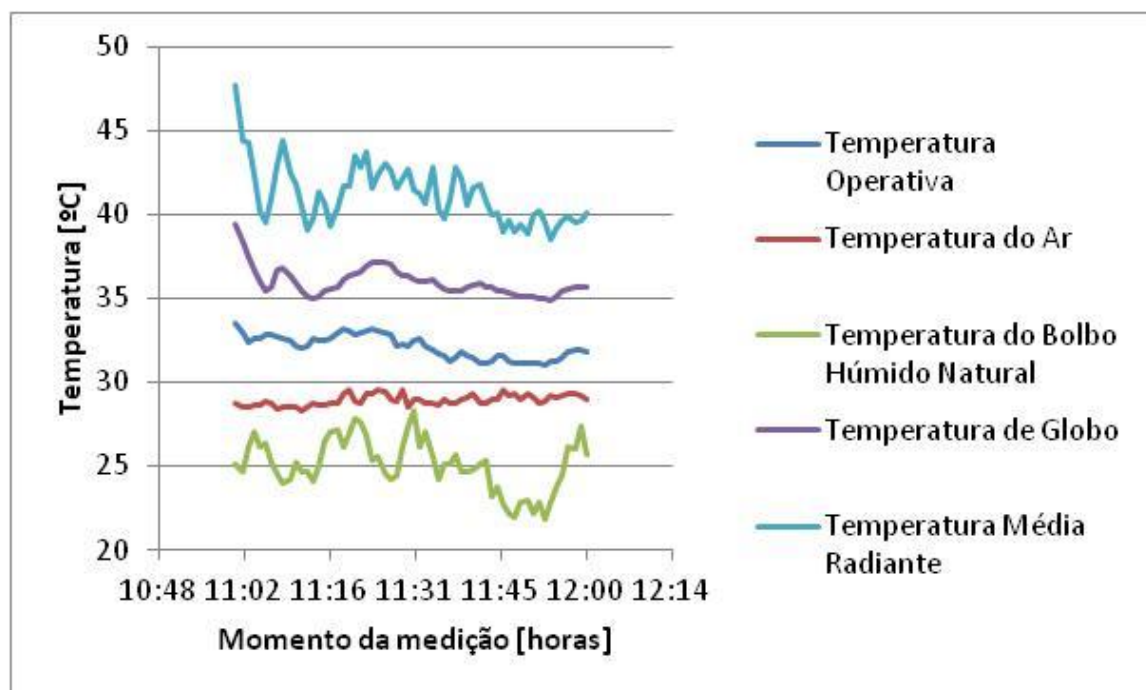


Figura 4.11 - Diferentes temperaturas à altura de 1,1m no estabelecimento B

Na análise realizada às diferentes temperaturas à altura de $1,1m$ verificou-se que a temperatura de globo e a temperatura radiativa ultrapassam os $35^{\circ}C$. Desta forma, na eventualidade da contratação de um funcionário para um dos postos sujeitos a estas cargas térmicas, será aconselhável utilizar um equipamento de forma a não expor os seus órgãos genitais a estas temperaturas. Na escolha deste equipamento de proteção individual deve dedicar-se especial atenção à proteção radiativa.

Alguns valores registados serão elevados devido ao facto da renovação do ar interior ser realizada através de insuflação mecânica não climatizada. Este estabelecimento encontrar-se numa zona histórica e, apesar da recente reconstrução imposta, existem várias contradições a nível autárquico, impossibilitando assim a projeção de um bom sistema de climatização do espaço. O gerente do estabelecimento afirma que em dias de maior calor se torna complicado trabalhar no espaço da cozinha. Por outro lado, no inverno os trabalhadores têm de estar equipados com vestuário quente, tornando-se assim pouco cómodo para o desempenho de tarefas.

Os valores da humidade relativa situam-se próximo dos 7% não sendo necessário qualquer tipo de equipamento de desumidificação. Os valores registados para a velocidade do ar também não apresentam qualquer problema, sendo o seu valor médio de $0,2$ m/s, o que confirma os resultados dos inquéritos onde os intervenientes afirmam não existirem correntes de ar no seu local de trabalho.

Os resultados dos inquéritos mostram que as três trabalhadoras afirmam não possuir qualquer tipo de formação sobre como evitar o calor excessivo. Como medidas individuais, nos momentos de maior desconforto térmico deslocam-se a locais mais frescos e ingerem 1 a 2 litros de água durante a sua atividade. Os resultados da avaliação subjetiva mostram ainda que os trabalhadores que afirmam sentir maior tolerância ao calor referem também transpirar mais durante a sua atividade.

4.1.3. Estabelecimento C

O estabelecimento C é um restaurante Buffet. Para este caso de estudo procedeu-se apenas a uma avaliação das condições térmicas através do *Indoor Climate Analyzer, Type 1213* e do *Heat Stress Monitor, Type 1219*. As medições tiveram início às 10h30 e terminaram às 11h30, hora em que verifica uma maior atividade na cozinha. Durante este período de tempo foram confeccionadas cerca de 180 refeições, e os termómetros indicavam uma temperatura do ar exterior de 22°C.

De forma a manter o bom funcionamento da cozinha, não congestionando a livre circulação dos seus trabalhadores, os equipamentos de medição foram colocados na área delimitada pela Hotte com a disposição que a *Figura 5.12* ilustra. Esta análise pressupõe assim a avaliação desta área, como um todo, pelo que será o espaço mais quente em que os trabalhadores se movimentam durante a sua atividade.



Figura 4.12. Montagem dos equipamentos de avaliação das condições térmicas no estabelecimento C.

O *Heat Stress Monitor, Type 1219*, foi montado junto a dois queimadores, sendo um deles de altura reduzida, podendo assim avaliar os seus efeitos às diferentes alturas.

Na *Figura 5.13* apresentam-se os valores de PMV obtidos ao longo da medição. Registou-se um valor médio de 1,7, pelo que será considerado um ambiente ligeiramente quente. Contudo é natural que em dias de calor mais intenso, este ambiente seja considerado quente.

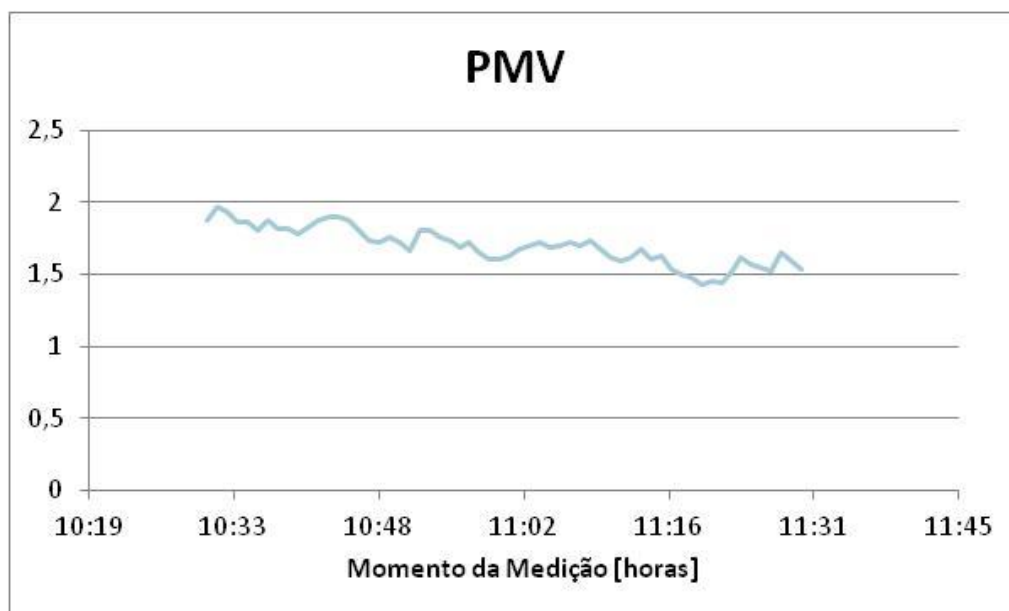


Figura 4.13. PMV registado no estabelecimento C.

A *Figura 5.14* refere-se ao índice PPD que apresenta um valor médio de 61,5%. Face a este valor constatou-se algum desconforto térmico em trabalhadores, que se encontram em estágio profissional.

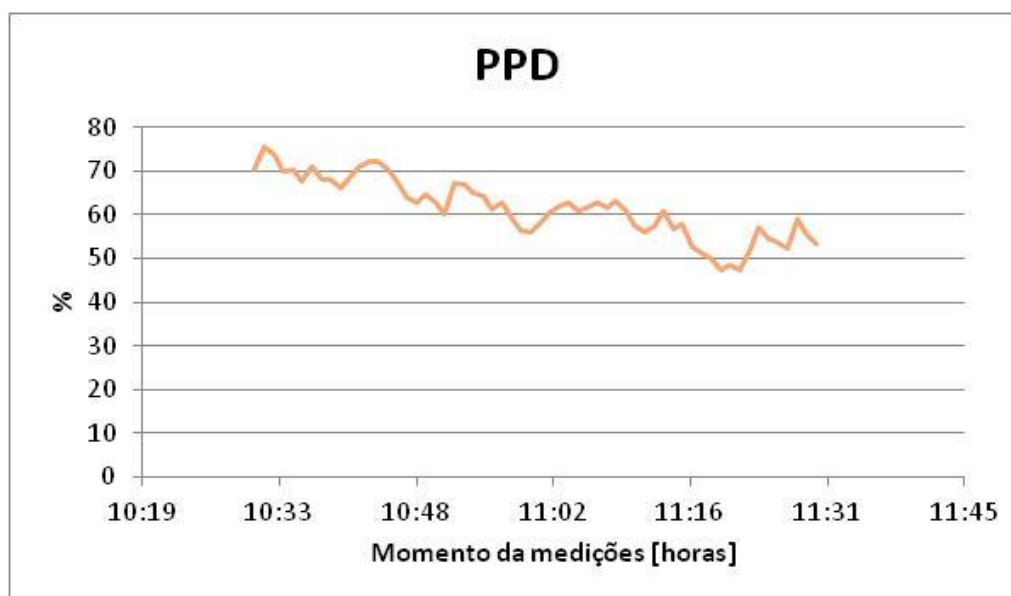


Figura 4.14. PPD registado no estabelecimento C.

A *Figura 5.15* mostra uma diferença acentuada dos valores de *WBGT* às diferentes alturas, sendo este mais elevado ao nível da cabeça. Contudo, o valor médio ponderado é de 25.7°C , tendo um pico máximo de 28°C . Assim é de esperar que em dias mais quentes do ano se verifiquem alguns casos de stress térmico.

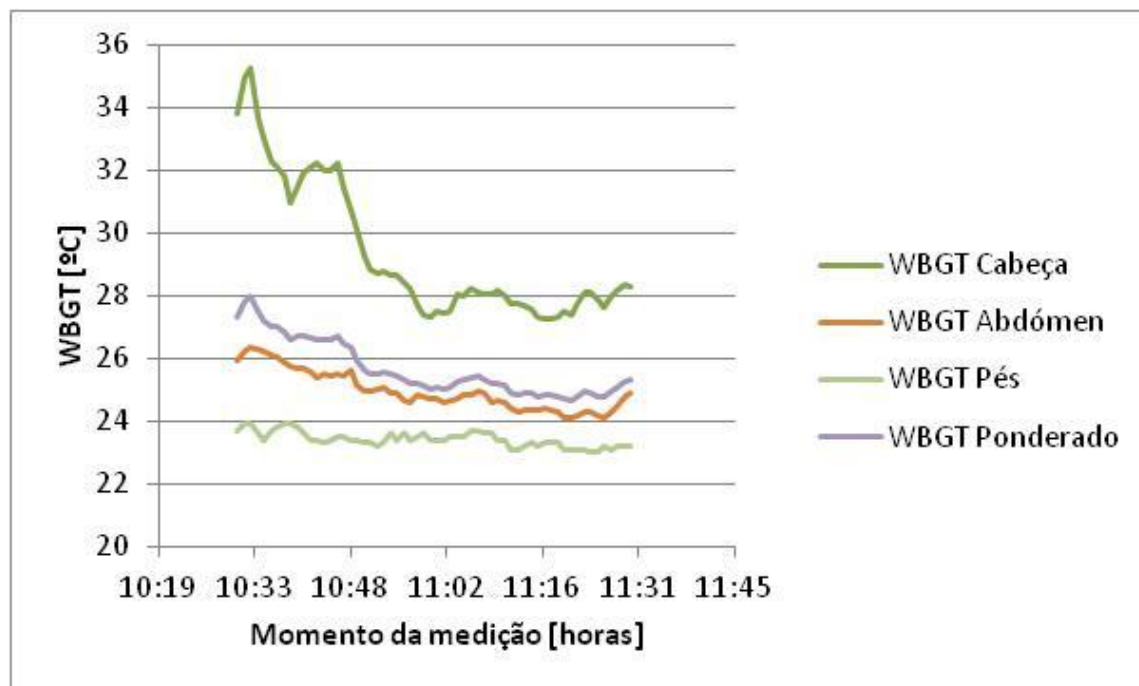


Figura 4.15. WBGT registrado no estabelecimento C.

Através da *Figura 5.16* é possível averiguar uma diferença acentuada a nível do *WBGT* às diferentes alturas, sendo este mais incidente a nível da cabeça. Contudo, com o balanço corporal o índice *WBGT* médio de 25.7°C , tendo um pico máximo de 28°C . Assim é de esperar que em dias mais quentes do ano se verifiquem alguns casos de stress térmico. Para os valores de *WBGT Ponderado* apresentados, a Norma *ISO 7243* não recomenda necessidade de pausas durante a atividade laboral.

No estudo efetuado à altura de 1.1m obtiveram-se as temperaturas representadas no gráfico da *Figura 5.16*. Os seus valores médios são: *Temperatura do Ar* de $28,1^{\circ}\text{C}$; *Temperatura Operativa* de $30,5^{\circ}\text{C}$; *Temperatura do Bolbo Húmido Natural* $21,5^{\circ}\text{C}$; *Temperatura de Globo* de $32,9^{\circ}\text{C}$ e *Temperatura Média Radiante* de $37,3^{\circ}\text{C}$.

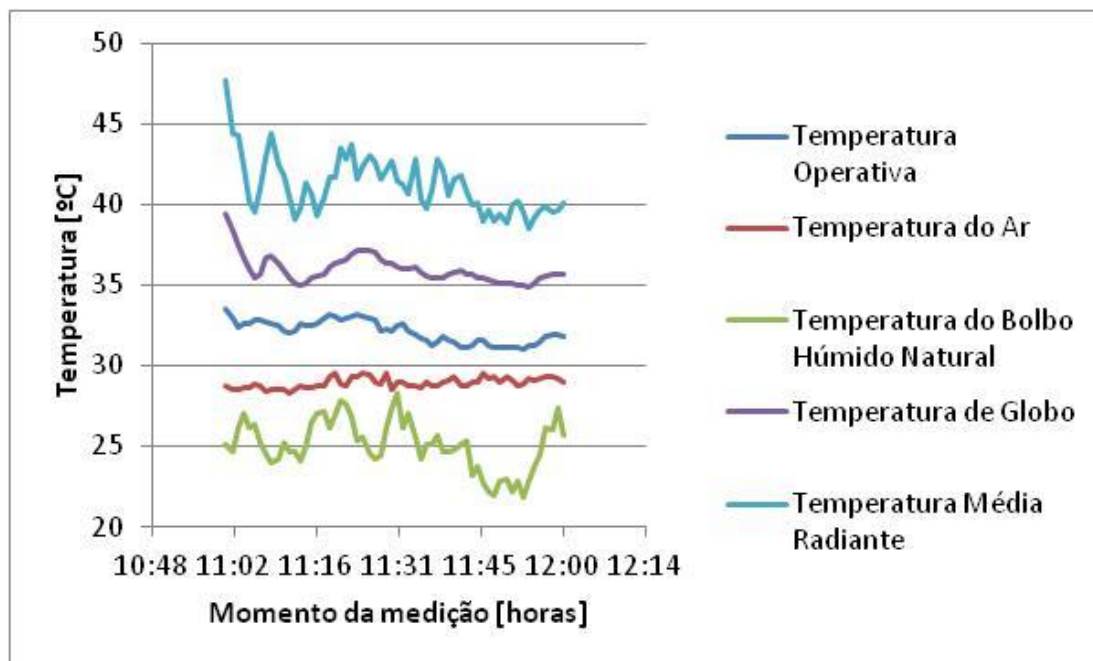


Figura 4.16. Diferentes temperaturas medidas à altura de 1,1m no estabelecimento C.

A temperatura média radiante atinge um pico máximo de $44,8^{\circ}\text{C}$, enquanto a temperatura de globo apresenta um pico de $36,1^{\circ}\text{C}$. Será aconselhável à utilização de material de proteção da zona genital, a trabalhadores do sexo masculino que trabalhem nesta instalação.

Através dos dados recolhidos pelo equipamento *Indoor Climate Analyzer Type 1213*, é possível verificar que os valores da humidade relativa e da velocidade do ar se situam na gama dos valores ideais, da *Tabela 3.1* e entre 0 e 1m/s respetivamente.

4.2. Comparação de globos

No presente trabalho a temperatura de globo é medida com o propósito de calcular o índice *WBGT*, utilizando assim globos com as especificações referidas no *Capítulo 3.6*. Contudo, em algumas medições de curta duração, será vantajosa a utilização de globos mais pequenos, visto possuírem uma inércia térmica mais baixa, tendo assim um tempo de resposta mais baixo a variações térmicas (*Oliveira, 1998*). Os globos negros de 150mm demoram aproximadamente 20-30 minutos até estabilizarem, enquanto os globos pequenos têm tipicamente tempos de resposta de 5 minutos. Assim os globos pequenos são consequentemente mais sensíveis a flutuações do ambiente térmico (*Budd, Grahame M., 2008*).

A par das medições feitas através dos globos de 150mm, pretende-se realizar medições de temperaturas de globo com globos negros de 50mm. Isto irá possibilitar estabelecer uma correlação entre as medições feitas, sendo possível obter as temperaturas de globo de 150mm (*Tg150*) através dos globos de 50mm (*Tg50*). Na presente dissertação procede-se a uma introdução ao tema que certamente será objeto de desenvolvimentos futuros.

Para a presente análise foi concebida uma instalação experimental em que os globos foram submetidos a condições idênticas, devendo estes encontrar-se equidistantes da fonte de calor. Como o objetivo consiste na comparação dos valores obtidos através da utilização de equipamentos diferentes, não sendo necessário encontrar-se efetivamente no interior de uma cozinha, colocaram-se os globos no telhado de um edifício durante aproximadamente 21h, tendo-se iniciado a aquisição de dados cerca das 18h10, de um dia, e terminado pelas 15h30 do dia seguinte.

A *Figura 4.17* ilustra as temperaturas obtidas nos dois globos utilizados. Estas temperaturas encontram-se dentro da gama de valores obtidos para as situações observadas nas três cozinhas em estudo. Contudo, admite-se que em condições críticas de funcionamento, os valores poderão estar fora do domínio analisado.

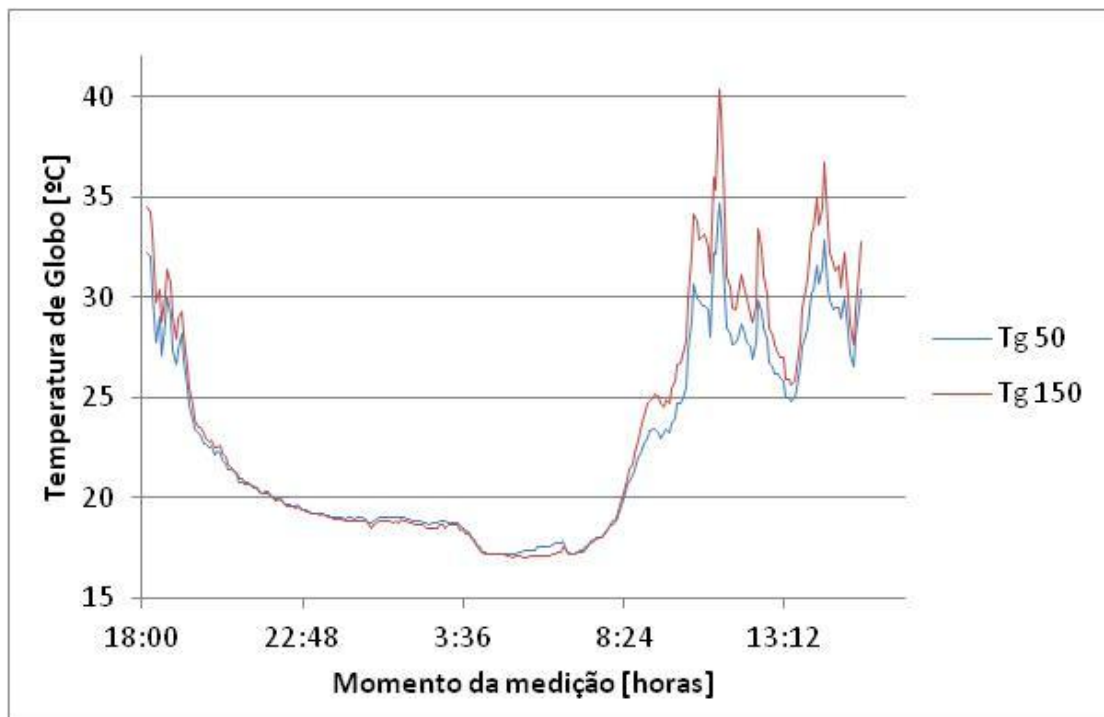


Figura 4.17. Temperaturas de globo adquiridas durante o período de medição.

A Figura 4.18 ilustra, para o tempo total de aquisição, a variação da temperatura do globo de 50mm de diâmetro, de ponto para ponto, e a diferença entre a temperatura do globo de 50 e 150mm.

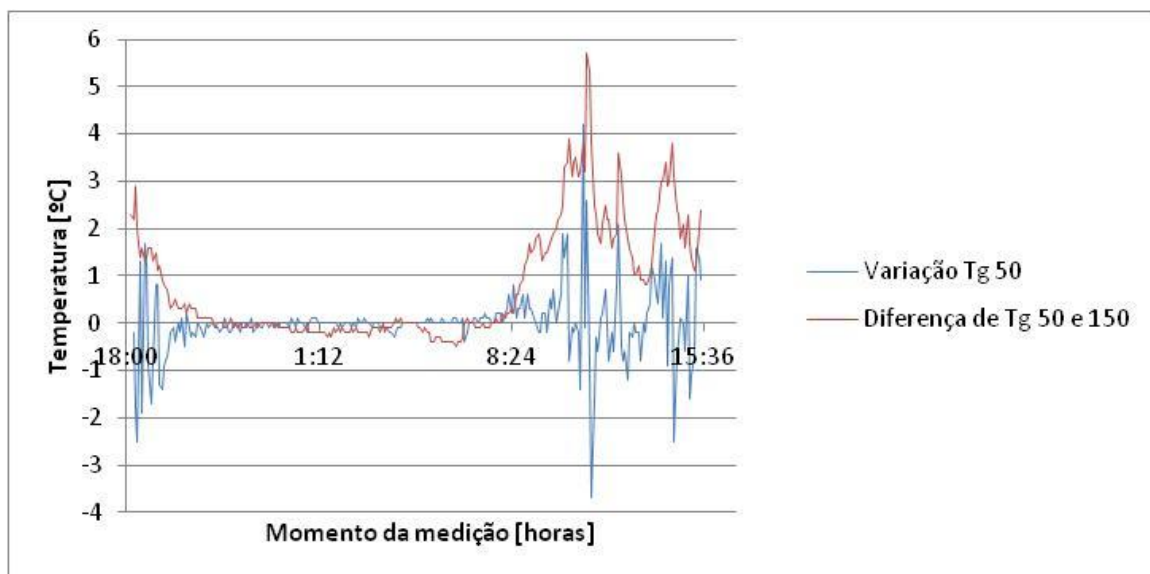


Figura 4.18. Variação da temperatura com globo de 50mm e a diferença entre temperaturas entre as temperaturas de globo de 50 e 150mm.

A *Figura 4.19* ilustra a diferença entre os valores obtidos entre os dois globos em função da temperatura de globo indicada pelo globo de 50mm de diâmetro. É possível verificar que essa diferença entre as temperaturas de globo se acentua com o aumento da temperatura.

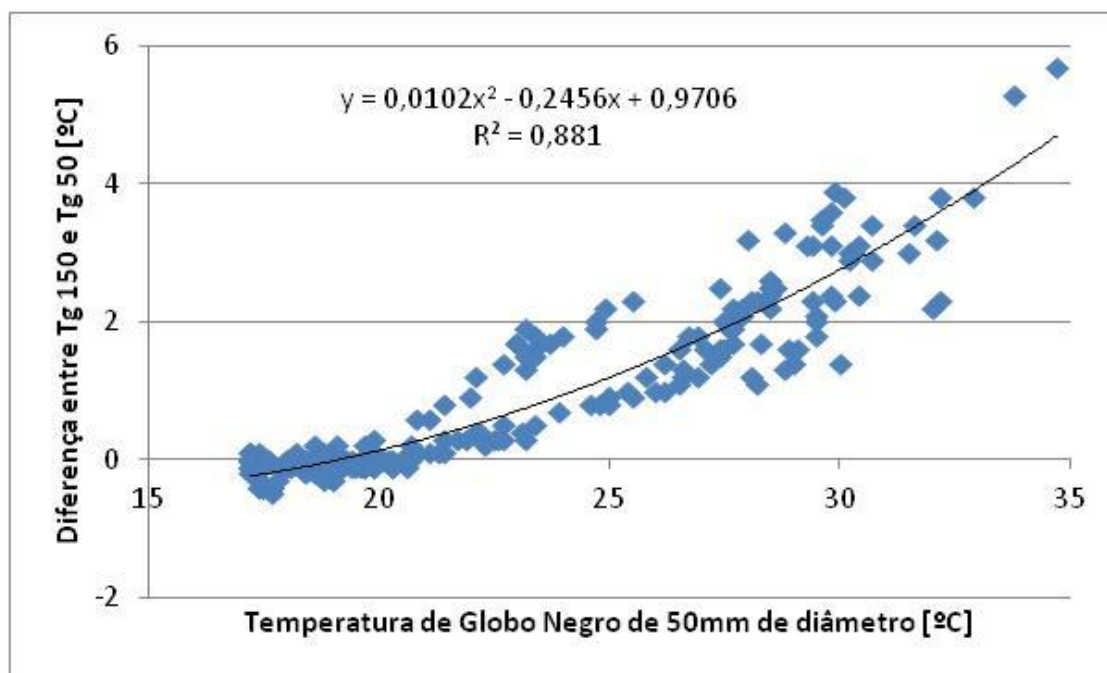


Figura 4.19. Diferença entre temperaturas de globo medidas em função da temperatura de globo medida com o globo de 50mm.

A calibração do globo de 50mm é feita através da função obtida no gráfico da *Figura 4.19*. Assim, para previsão de um valor expectável da temperatura de globo de 150mm a partir do de 50mm, deverá aplicar-se a *Equação 4.1*.

$$T_{g150(\text{expectável})} = 0,0102 \cdot T_{g50}^2 + 0,7544 \cdot T_{g50} + 0,9706 \quad (4.1)$$

Segundo *Grahame M. Budd (2008)*, ao aplicar a calibração sugerida na presente dissertação, os problemas na utilização de globos que não sigam as normas *ISO 7243* aparentemente ficam resolvidos. A mesma norma considera aceitável a utilização de qualquer dispositivo que após calibração forneça dados semelhantes aos de um globo negro de 150 com as especificações impostas. Contudo a própria norma não fornece informação

sobre as condições térmicas em que o dispositivo deverá ser calibrado. Isto torna-se crucial, pois apesar da resposta dos sensores de globo depender de características físicas do próprio, tendo em foco o seu diâmetro, também vai ter uma resposta variável consoante os parâmetros físicos do ambiente em que se encontra. Assim, o resultado obtido para a mesma gama de temperatura do ar, mas resultante de diferentes combinações de temperaturas médias radiantes, velocidades do ar e humidades, poderá não respeitar a calibração proposta. *Budd (2008)* refere ensaios experimentais realizados por *Ciriello e Snook (1971)* com o propósito de estabelecer uma correlação entre globos de diferentes diâmetros, numa gama de temperaturas entre os 17 e os 43°C. Segundo as observações realizadas, os resultados não eram uniformes para diferentes combinações de valores de temperatura média radiante, humidade e velocidade do vento. Assim o autor sugere que, para uma possível utilização de globos negros com um diâmetro que não siga as especificações da *Norma 7243*, os globos sejam previamente calibrados segundo uma combinação de parâmetros físicos ambientais muito semelhante ao encontrado no espaço em estudo. Será sempre desejável possuir calibrações para uma vasta gama de combinações, de forma a melhor adaptar os resultados obtidos.

5. CONCLUSÕES

5.1. Qualidade do Ar

Infelizmente não foi possível apresentar resultados sobre a qualidade do ar dos espaços em estudo. Contudo, pela bibliografia consultada, é possível verificar grandes indefinições neste campo, pelo que terá alguma margem de progressão para futuras investigações.

5.2. Condições Térmicas

É possível verificar que nem sempre as instalações um projeto ideal, de forma a manter um elevado nível de qualidade e condições de trabalho. Isto pode dever-se ao facto de o estabelecimento em causa se encontrar numa zona histórica, em que a imposições autárquicas poderão pôr em causa a liberdade do projecionista. O ramo da Hotelaria e Restauração é um ponto muito importante no turismo urbano e rural. Assim, as autarquias deverão procurar soluções no seu plano de reconstrução das zonas históricas, de forma a salvaguardar os profissionais deste ramo.

Aquando das avaliações dos parâmetros ambientais nos estabelecimentos *A*, *B* e *C*, a temperatura do ar exterior era de 19°C , 25°C e 22°C , respetivamente. Face a condições mais adversas, é de esperar que o nível de stress térmico aumente, podendo os trabalhadores apresentar sintomas indesejados. Será assim conveniente que os trabalhadores se encontrem bem informados dos riscos inerentes ao desempenho da atividade neste tipo de ambiente laboral. Recomenda-se que estes trabalhadores tenham uma formação de curta duração ou workshop, no âmbito da *Higiene e Segurança do Trabalho*, de forma a estarem consciencializados dos perigos, serem capazes de reconhecer sintomas e de compreender e executar as suas tarefas de forma a evitar situações extremas. Através dos inquéritos realizados é possível verificar que nenhum trabalhador afirma possuir qualquer tipo de formação ou conhecimento técnico neste âmbito.

Apesar dos índices de stress térmico e de desconforto elevados que se verificam durante algumas fases da época de verão, será de presumir que os níveis anuais destes índices se encontrem dentro da gama aceitável, devendo assim ser aplicadas as medidas referidas no *Secção 3.3.* em alturas críticas do ano.

Através das observações feitas ao longo das medições e dos inquéritos realizados, é possível verificar que um dos fatores fundamentais será a experiência no ramo. Para trabalhadores do mesmo espaço é claramente existente um maior desconforto térmico nos colaboradores com menos experiência e pouco habituados a ambientes quentes. Dos inquéritos é também possível observar que o índice *PPD* poderá não se encontrar devidamente adaptado à realidade dos profissionais do ramo de Restauração e Hotelaria. Através das comparações dos valores obtidos nos vários estabelecimentos e da avaliação subjetiva será de prever que o conforto térmico dos profissionais do ramo se encontre numa gama, que represente valores de insatisfação geral na ordem dos 60 a 70% da população.

Ao longo das medições o equipamento *Heat Stress Monitor, Type 1219*, encontra-se preferencialmente junto a equipamentos cuja emissão de calor se realize abaixo da altura normal dos queimadores. Apesar disto é notória uma diferença dos valores de *WBGT* aos diferentes níveis, aumentando dos pés para a cabeça. Assim, a cabeça será sempre a zona do corpo mais exposta a níveis de maior stress térmico. Poderá existir aqui uma necessidade de preocupação visto que temperaturas de globo elevadas correspondem a temperaturas radiantes elevadas, sendo a cara uma zona do corpo desprotegida.

Face às pesquisas bibliográficas e às avaliações realizadas, poderá admitir-se que a temperatura radiante representa uma causa da infertilidade masculina. Assim o autor associa a elevada taxa de infertilidade no ramo da hotelaria e restauração aos elevados valores obtidos para a temperatura média radiante, em relação às restantes temperaturas. Isto poderá dever-se ao fato de os testículos se encontrarem a 35°C e as elevadas temperaturas médias radiantes poderem representar ganhos térmicos nesta zona. Pela investigação realizada verifica-se uma notória dificuldade em encontrar acessórios de cozinheiro que ajudem a prevenir este fator. Pode-se constatar assim um mercado bastante vasto, com margem de progressão, que não se encontra devidamente explorado.

5.3. Comparação de Globos Negros

Sugere-se uma expressão de conversão de valores medidos com sensores de *50mm* de diâmetro em valores expectáveis medidos com globos de *150mm*.

Através do ensaio experimental descrito, o autor pôde concluir que a resposta entre os dois globos, de 50 e 150mm, vai depender de vários parâmetros. Assim, à medida que a temperatura de globo aumenta, é expectável que a diferença entre a resposta dos dois globos aumente também.

Um dos fatores importantes na medição da temperatura de globo com sensores de diâmetros diferentes é o tempo de resposta. Este aspeto representa, aliás, uma das vantagens normalmente associadas à avaliação de temperaturas de globo recorrendo a sensores de diâmetro reduzido devido à sua menor inércia térmica. Assim, é expectável que para situações de temperatura variável, a resposta não corresponda à resposta fornecida por globos de 150mm de diâmetro. Será um fator importante a ser considerado no momento em que se realizam as calibrações.

Para a aplicação destes aparelhos em medições experimentais é desejável que o utilizador possua várias calibrações, de forma a melhor adaptar os resultados consoante o ambiente encontrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry; “Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), September 1996.

American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2004), “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”.

Andrology Australia (2011), “*Male Infertility – a child of my own*”.

Baptista, F.M. (2011), “*Ventilação em Cozinhas Profissionais (Ambiente Térmico e Qualidade do Ar.)*”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Energia e Ambiente, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Budd, Grahame M. (2008), *Web-Bulb globe temperature (WBGT) – its history and its limitations*, Journal of Science and Medicine in Sport, 11, 20-32.

Department of Health, Government of South Australia; “Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH’s): Health Effects”, February 2009.

Colorado Department of Public Health and Environment; *Volatile organic compounds – health effects fact sheet*, November 2000.

European Agency for Safety and Health at Work; *Dangerous substances in horeca*, E-facts 26.

European Agency for Safety and Health at Work; *Good practice: accident prevention in horeca*, E-facts 23.

European Agency for Safety and Health at Work; *Hot environments in horeca*, E-facts 27.

European Agency for Safety and Health at Work; *Safety and health risks in horeca*, E-facts 22.

Faust, Rosmarie A. et al. (1994), “*Toxicity summary of Benzo[a]pyrene*”. Chemical Hazard Evaluation Group; Biomedical and Environmental Information Analysis Section; Health Sciences Research Division; Oak Ridge National Laboratory.

Halton (2007), “*Kitchen desing guide*”.

Hunter, Charles H.; Minyard, C. Olivia; *Estimating wet bulb globe temperature using standard meteorological measurements*, WSRC-MS-99-00757. College of Charleston, Charleston, South Carolina.

ISO 7730, *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, 2005.

ISO 7933, *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*, 2004.

ISO 8996, *Ergonomics of the thermal environment – Determination of metabolic heat production*, 2001.

Irvine, D. Stewart, “*Epidemiology and aetiology of male infertility*”. MRC Reproductive Biology Unit, Centre for Reproductive Biology.

Li, Chun-The et al; *Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons and their carcinogenic potencies from cooking sources to the urban atmosphere*, Environmental health perspectives, volume 111, number 4, April 2003. (Halton, 2007) Halton – kitchen_Design_Guide0107

Monteiro, V.; “Sistemas de ventilação em cozinhas profissionais”, INFTURCoimbra Escola de Hotelaria e Turismo de Coimbra, 2009.

National Institute for Occupational Safety and Health (1988); “Polynuclear Aromatic Hydrocarbons”, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition.

NIOSH. Criteria for a recommended standard. . . Occupational exposure to hot environments. Revised criteria 1986. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control. National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 86—113; 1986.

NP EN 689 (2008), “*Atmosfera dos locais de trabalho – Guia para apreciação da exposição por inalação a agentes químicos por comparação com valores limite e estratégias de medição*”. Instituto Português da Qualidade.

Oliveira, A. V. M. et al. (2008), “*Measuring thermal insulation of clothing with different manikin control methods. Comparative analysis of the calculation methods*”. Department of Mechanical Engineering, Superior Institute of Engineering, Polytechnic Institute of Coimbra.

Quintela, D.; “*Condições de trabalho em cozinhas profissionais – Avaliar e melhorar*”, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologias de Universidade de Coimbra, 2009.

VDI 2052, *Ventilation equipment for kitchens*, 2006.

Sítios da Internet:

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (2012)
“*Compostos Orgânicos Voláteis*”. Acedido em 24 de Março de 2012, em:
http://campus.fct.unl.pt/afr/ipa_9899/grupo0032_ordenamento/html/covs.html


Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto “*Compostos Orgânicos Voláteis*”. Acedido em 24 de Março de 2012, em:
http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0708/g8_hap/haps.html

Direcção Regional de Educação do Centro “*Ambiente Térmico*”. Acedido em 18 de Março de 2012, em: http://www.prof2000.pt/users/eta/Amb_Termico.htm

CoolBerries “*Chef fertility protection from CoolBerries*”. Acedido em 10 de Abril de 2012, em: <http://www.caterersearch.com/Articles/27/06/2007/314537/Chef-fertility-protection-from-CoolBerries.htm>

Uma Química Irresistível “*Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos*”.
Acedido em 22 de Abril de 2012, em:
<http://umaquimicairresistivel.blogspot.pt/2011/08/hidrocarbonetos-aromaticos-policiclicos.html>

ANEXO A. INQUÉRITOS



Departamento de Engenharia Mecânica
Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade de Coimbra

Questionário

O presente questionário realiza-se no âmbito de um estudo sobre a exposição de trabalhadores em cozinhas profissionais a ambientes térmicos quentes. Neste questionário, para além de uma breve caracterização dos trabalhadores, são efetuadas várias perguntas sobre os postos de trabalho, ambiente térmico desses locais e o vestuário utilizado.

Todas as respostas ao inquérito são estritamente confidenciais e anónimas.

Instruções: na resposta a cada pergunta deve colocar um na opção que melhor caracterize a sua situação, ou que melhor traduza a sua opinião sobre as afirmações feitas.

1. Idade:

<input type="checkbox"/> 18 – 25anos	<input type="checkbox"/> 46 – 55anos
<input type="checkbox"/> 26 – 35anos	<input type="checkbox"/> Mais de 55anos
<input type="checkbox"/> 36 – 45anos	

2. Sexo

Feminino
 Masculino

3. Na seguinte escala, como consideraria pessoalmente as condições térmicas do seu local de trabalho

Muito Quente
 Quente
 Ligeiramente Quente
 Neutro
 Ligeiramente Frio
 Frio
 Muito Frio

4. Alguma vez, durante o seu trabalho, apresentou um dos seguintes sintomas?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Dores de Cabeça | <input type="checkbox"/> Pasmos Musculares |
| <input type="checkbox"/> Vertigens | <input type="checkbox"/> Exaustão |
| <input type="checkbox"/> Desidratação | <input type="checkbox"/> Erupção Cutânea |
| <input type="checkbox"/> Ritmo cardíaco acelerado | <input type="checkbox"/> Vômitos, convulsões |
| <input type="checkbox"/> Suores frios | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Desmaio | |
| <input type="checkbox"/> Fadiga | |

5. Atividades que desempenha?

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Chefe | <input type="checkbox"/> Ajudante de cozinha |
| <input type="checkbox"/> Cozinheiro | <input type="checkbox"/> Copeiro |

6. Há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de 1 anos | <input type="checkbox"/> 5 a 10 anos |
| <input type="checkbox"/> 1 a 3 anos | <input type="checkbox"/> 10 a 20 anos |
| <input type="checkbox"/> 3 a 5 anos | <input type="checkbox"/> Mais de 20 anos |

7. Estação do ano em que sente maiores dificuldades na realização das suas tarefas?

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Primavera | <input type="checkbox"/> Outono |
| <input type="checkbox"/> Verão | <input type="checkbox"/> Inverno |

8. Períodos do dia em que sente maior calor no seu local de trabalho?

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 8h – 10h | <input type="checkbox"/> 16h – 18h |
| <input type="checkbox"/> 10h – 12h | <input type="checkbox"/> 18h – 20h |
| <input type="checkbox"/> 12h – 14h | <input type="checkbox"/> 20h – 22h |
| <input type="checkbox"/> 14h – 16h | |

9. Durante a sua atividade desloca-se a locais mais frescos do que o seu local habitual de trabalho?

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Nunca | <input type="checkbox"/> Com frequência |
| <input type="checkbox"/> Por vezes | <input type="checkbox"/> Sempre |

10. Em média, qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Menos de 1 litro | <input type="checkbox"/> 2 a 3 litros |
| <input type="checkbox"/> 1 a 2 litros | <input type="checkbox"/> Mais de 3 litros |

11. Durante as horas de trabalho, quantos períodos de dedica a repouso, além do período de refeições?

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nenhum | <input type="checkbox"/> 3 a 4 |
| <input type="checkbox"/> 1 a 2 | <input type="checkbox"/> Mais de 4 |

12. Se sim, qual a duração desse(s) período(s) de tempo?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menos de 15 minutos | <input type="checkbox"/> 30 a 45 minutos |
| <input type="checkbox"/> 15 a 30 minutos | <input type="checkbox"/> Mais de 45 minutos |

13. Como caracteriza o local onde costuma passar esse período de repouso em relação ao seu local de trabalho?

- Muito Quente
- Quente
- Ligeiramente Quente
- Neutro
- Ligeiramente Frio
- Frio
- Muito Frio

14. Períodos do dia em que sente maior calor no seu local de trabalho?

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 8h – 10h | <input type="checkbox"/> 16h – 18h |
| <input type="checkbox"/> 10h – 12h | <input type="checkbox"/> 18h – 20h |
| <input type="checkbox"/> 12h – 14h | <input type="checkbox"/> 20h – 22h |
| <input type="checkbox"/> 14h – 16h | <input type="checkbox"/> 22h – 24h |

15. Tem algum tipo de informação ou conhecimento técnico de forma prevenir o calor em excesso?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
|------------------------------|------------------------------|

16. Que medidas adota quando sente demasiado calor?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Reduz a sua atividade | <input type="checkbox"/> Abre porta ou janela |
| <input type="checkbox"/> Pára a sua atividade | <input type="checkbox"/> Continua a sua atividade normalmente |
| <input type="checkbox"/> Vai para outro local | |

17. Considera elevada a temperatura do seu local de trabalho?Pouco 12345678910 Muito**18. Transpira no exercício da sua atividade?**Pouco 12345678910 Muito**19. Sente calor no seu local de trabalho?**Pouco 12345678910 Muito**20. Tolerar o calor do seu local de trabalho?**Pouco 12345678910 Muito**21. É frequente existirem correntes de ar no seu local de trabalho?**Pouco 12345678910 Muito**22. Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco?**Pouco 12345678910 Muito**23. Neste momento sente-se termicamente confortável?**Pouco 12345678910 Muito

Grato pela colaboração,

Pedro Carneiro

ANEXO B. SENSORES

1. Qualidade do Ar

- Bombas de amostragem para análise de HAP's: Casella Cel, Personal Air Sampling, Tuff;
- Ampolas: Orbo 4;
- Equipamento de calibração da bomba de amostragem: TSI, 4100 Series.

2. Ambiente Térmico

Brüel & Kjær Indoor Climate Analyzer 1213

Sensores acoplados:

- Temperatura do Ar;
- Temperatura Operativa;
- Humidade Relativa;
- Velocidade do Ar.

Parâmetros Indicados

- Temperatura do Ar [°C];
- Temperatura Operativa [°C];
- Humidade Relativa [%];
- Velocidade do Ar [m/s];
- PMV [unidade];
- PPD [%].

Brüel & Kjær Heat Stress Monitor 1219

Sensores acoplados:

- 3 x Temperatura do Ar;
- 3 x Globos Negros de 150mm de diâmetro;
- 3 x Temperatura do Bolbo Húmido Natural.

Parâmetros Indicados

- Temperatura do Ar [°C];
- Temperatura de Globo [°C];
- Temperatura de Bolbo Húmido Natural [°C];
- WBGT [°C].

3. Comparação de Globos

TESTO 175-T2

Sensores acoplados

- Termómetro externo;
- Termómetro externo com globo negro de 50mm.

Parâmetros indicados

- Temperatura do Ar [°C];
- Temperatura do globo negro de 50mm [°C].

TESTO 445

Sensores Acoplados

- Anemómetro de Copos;
- Globo negro de 150mm.

Parâmetros Indicados

- Velocidade do ar [m/s];
- Temperatura de globo negro de 150mm [°C].

ANEXO C. PROTOCOLOS

Protocolo para a recolha de temperaturas

- Colocar os globos negros na cozinha junto à zona onde se pretende fazer a medição;
- Programar equipamentos para aquisição de dados;
- Preparar, fora da cozinha, tripés e sensores;
- Colocar na cozinha os sensores montados nos tripés
- Ligar os equipamentos de medição aos sensores;
- Iniciar gravação de dados;
- No fim do tempo de aquisição, retirar os equipamentos.

Protocolo de amostragem de qualidade do ar

- Calibrar o caudal da bomba previamente;
- Colocar gelo na caixa térmica;
- Escolher o local onde se pretende fazer a medição e montar todo o material necessário para fazer amostragem estática. O orifício do tubo que contém a cápsula deve ficar a 1,60m numa zona, e a uma distância, semelhante à que é ocupada pelo trabalhador aquando do processo de cocção;
- Por questões de higiene e segurança alimentar a cápsula de vidro deve ser cortada fora da cozinha em local limpo e colocada no equipamento o mais rápido possível;
- Cronometrar o tempo pretendido ($t=2$ horas);
- Anotar a intensidade segundo o número de refeições preparadas;
- Terminado o tempo da recolha, colocar tampas para vedar as extremidades das cápsulas, envolver a amostra em folha de prata;
- Acondicionar o tubo de vidro que contém a cápsula dentro da caixa térmica com gelo;
- Entregar caixa térmica na FFUC.

Protocolo para a recolha de temperaturas

- Programação prévia dos equipamentos;
- Montagem dos equipamentos e sensores nos suportes;
- Iniciar as aquisições;
- Ao fim de algumas horas parar as medições e recolher material;
- Pós-processamento de dados.

ANEXO D. TABELA DE VALORES DOS CASOS DE ESTUDO

	Temp. Ar	Temp. Oper.	PMV	PPD	Var	HR	WBGT
Caso A	Média	23,6	1,0	28,3	0,1	17,9	21,9
	Máximo	24,2	1,2	33,3	0,3	55,0	22,4
	Mínimo	22,9	0,8	19,3	0,0	6,0	21,3
	Desvio Padrão	0,3	0,4	0,1	3,4	0,0	12,9
Caso B	Média	28,9	2,0	78,0	0,2	6,9	27,7
	Máximo	29,6	2,4	89,8	0,4	45,0	29,2
	Mínimo	28,3	1,8	66,9	0,1	4,0	26,2
	Desvio Padrão	0,3	0,7	0,2	6,6	0,1	9,0
Caso C	Média	28,0	1,7	61,5	0,2	24,9	25,7
	Máximo	29,2	2,0	75,6	0,4	55,0	28,0
	Mínimo	27,4	1,4	47,2	0,1	6,0	24,7
	Desvio Padrão	0,4	0,6	0,1	7,0	0,1	21,3