

Ventilação de Cozinhas Profissionais

(Ambiente Térmico e Qualidade do Ar)

Filipe Maia Baptista

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Júri

Presidente:	Professor Doutor Pedro de Figueiredo Vieira Carvalheira
Orientador:	Professor Doutor Divo Augusto Alegria Quintela
Vogais:	Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar Mestre Victor Manuel dos Santos Monteiro

Setembro, 2011

Aos meus Pais

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Divo Quintela pela orientação e disponibilidade durante todos estes meses.

Ao Professor Doutor Virgílio Monteiro que para além de ter facultado bibliografia e equipamentos de medição esteve sempre disponível para debater algumas das questões que surgiram.

Ao Dr. Rui Manadas que analisou as amostras de ar recolhidas e me explicou detalhadamente todo o processo empregue.

À Doutora Emília Telo com quem esclareci alguns pormenores relacionados com os processos de amostragem.

Ao Eng^o Victor Monteiro que forneceu alguma da bibliografia mais difícil de encontrar.

À M^a da Graça Loureiro que me deu a conhecer os sites médicos onde encontrei bastantes artigos interessantes e importantes para a realização desta dissertação.

Ao João Pinto que esteve disponível para verificar, debater e corrigir algumas das traduções.

À Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), por ter disponibilizado equipamentos necessários às medições térmicas e de qualidade do ar.

À Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra por ter facultado o equipamento que permitiu recolher amostras de ar.

À Ambergó que cedeu o seu próprio equipamento de medição para que as avaliações não deixassem de se realizar.

Ao Eng. Paulo Carvalho pela disponibilidade e todas as explicações sobre o manuseio do equipamento Brüel & Kjær 1213.

À Sara Francisco pelas noções necessárias para a utilização do equipamento Graywolf.

Aos meus colegas, Marisa Simões e Nuno Matias, com quem debati e esclareci algumas questões sobre os equipamentos de medição.

Um agradecimento especial ao Washington Oliveira que me acompanhou incansavelmente em todas as medições térmicas, o que possibilitou rentabilizar o tempo disponível e efectuar as várias medições nas duas cozinhas nos mesmos dias.

Ao Dr. Gouveia Monteiro e ao Dr. Fernando Melo que permitiram e acharam útil o estudo nas cozinhas profissionais apresentadas.

Aos trabalhadores, que apesar do incómodo causado, me receberam bem e colaboraram, o que foi imprescindível na execução da presente dissertação.

Resumo

Com o presente trabalho pretendeu-se estudar as condições térmicas e de qualidade do ar a que os trabalhadores estão sujeitos quando confeccionam os alimentos. Neste estudo as medições foram efectuadas num local fixo junto aos equipamentos de cocção, mais concretamente onde o trabalhador necessita de estar para executar da sua tarefa.

Com os dados térmicos recolhidos empregaram-se as normas ISO 7730 e ISO 7243. De acordo com a norma ISO 7243, apenas no local de trabalho junto ao grelhador se pôde considerar que o trabalhador esteve sujeito a stresse térmico. Na proximidade dos queimadores e da frigideira basculante não é ultrapassado o limite imposto pela norma ISO 7243, no entanto a norma ISO 7730 quantificou momentaneamente máximos de insatisfação térmica em 77% e 81%, respectivamente. É necessário ainda atender a que os valores obtidos consideraram valores médios de metabolismo (1,8 met) e de isolamento do vestuário (0,6 clo) sugerido pela *Halton*™

A avaliação da qualidade do ar procurou encontrar no ambiente hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP's), compostos orgânicos voláteis (COV's), dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO).

Na proximidade dos queimadores os valores de CO₂ e de CO chegaram a ultrapassar os valores limite da concentração máxima de referência e num determinado momento os valores de COV's também excederam o limite. Neste caso só foi detectado um único HAP (naftaleno) e numa quantidade tão baixa que não foi possível quantificar.

Junto ao grelhador as bombas de amostragem colocadas neste local detectaram apenas a presença de naftaleno, acenaftileno, fenantreno, pireno, criseno, benzo(a)antraceno e benzo(k)fluoranteno. No entanto só se conseguiram quantificar as quantidades de naftaleno (0,004 mg/m³), acenaftileno (0,003 mg/m³) e benzo(k)fluoranteno (0,002 mg/m³).

No caso da fritadeira verificou-se um único instante em que os valores de COV's superaram os limites estabelecidos. Além disso, e apesar do fumo libertado, nunca se detectaram HAP's.

Abstract

The present work intended to study the thermal conditions and air quality, that workers are subjected to while cooking. In this study the measurements were made at a fixed location by the cooking equipment, precisely where the employee needs to stay to perform the task.

With the thermal data were employed ISO 7730 and ISO 7243 standards. In accordance to the ISO 7243 standard, only the workplace near the grill is considered that the employee was subjected to heat stress. In the proximity of the burners and the fryer it was not exceeded the limit imposed by ISO 7243, however ISO 7730 briefly quantified a maximum thermal dissatisfaction in 77% and 81%, respectively. It is also needed to attend that the mean metabolism value (1,8 met) and the cloth insulation (0,6 clo) were proposed by Halton™

The air quality assessment tried to find polycyclic aromatic hidrocarbons (PAH), volatile organic compounds (VOC), carbon dioxide (CO₂) and carbon oxide (CO).

Near the burners CO₂ and CO values exceeded the reference maximum concentration limit, and once the VOC values exceeded the limit too. In this equipment was detected a single PAH (naphthalene), at such low amount that was not possible to quantify it.

Next to the grill the sampling pumps only detected naphthalene, acenaphthylene, phenanthrene, pyrene, chrysene, benzo(a)anthracene and benzo(k)fluoranthene. However only the amounts of naphthalene could be quantified (between 0,002 and 0,004 mg/m³), acenaphthylene (0,003 mg/m³) and benzo(k)fluoranthene (0,002 mg/m³).

In the case of the fryer there was a single moment in which the VOC values exceeded the established limits. Moreover, despite the smoke released, PAH was never detected.

Siglas e Abreviaturas

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

ASTDR – Agency for Toxic Substances & Disease Registry

ASTM – American Society for Testing and Materials

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

CDPHE – Colorado Department of Public Health and Environment

CEC – California Energy Commission

COV – Composto Orgânico Volátil

DHGSA – Department of Health - Government of South Australia

EASHW – European Agency for Safety and Health at Work

FTE – Factor de Toxicidade Equivalente

HAP – Hidrocarboneto Aromático Policíclico

HORECA – Hotelaria, restauração e catering

HPA – Health Protection Agency

ISO – International Organization for Organization

MDH – Minnesota Department Health

NP – Norma Portuguesa

WHO – World Health Organization

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

PMV – Predicted Mean Vote

PPD – Predicted Percentage Dissatisfied

SHST – Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho

VDI – Verein Deutscher Ingenieure

WBGT – Wet Bulb Globe Temperature

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Siglas e Abreviaturas	vi
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Motivação	1
1.3. Objectivos	2
Capítulo 2. Qualidade do ar em cozinhas profissionais	3
2.1. Substâncias perigosas resultantes do processo de cocção	3
2.2. Compostos orgânicos voláteis	3
Efeitos na saúde	4
2.3. Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos	4
Efeitos na saúde	6
2.4. Estudos de qualidade do ar em cozinhas profissionais	7
2.4.1. Caso A – Tipos de restaurante e emissões para a atmosfera urbana	8
2.4.2. Caso B – Óleos e métodos de confecção.....	10
2.4.3. Caso C – Gás vs Indução.....	13
2.4.4. Caso D – Fogões a lenha, querosene e gás	14
Capítulo 3. Ventilação de cozinhas profissionais	16
3.1. Ventilação geral.....	16
3.1.1. Ventilação por diluição ou mistura	16
3.1.2. Ventilação por deslocamento.....	16
3.2. Ventilação localizada	17
3.2.1. Pormenores construtivos da hote	18
3.2.2. Influência de outros factores na performance das hotes	18
3.2.3. Captura e contenção	19
3.3. Visualização do escoamento – Técnica de <i>Schlieren</i>	19
3.4. Ar de compensação.....	20
3.4.1. Distribuição do ar de compensação	20
3.5. Caudal de exaustão	23
Capítulo 4. Conforto térmico.....	25
4.1. Avaliação do ambiente térmico	26
4.1.1. ISO 7730 – PMV & PPD	26

4.1.2.	ISO 7243 – WBGT	28
4.1.3.	Avaliação subjectiva	29
4.2.	Medidas de Protecção	29
Capítulo 5.	Caso de estudo	31
5.1.	Avaliação do ambiente térmico dos locais de trabalho	33
5.1.1.	Queimadores	33
5.1.2.	Frigideira basculante	37
5.1.3.	Grelhador	40
5.1.4.	Resultados do inquérito	43
5.2.	Medições de qualidade do ar	49
5.2.1.	Queimadores	49
5.2.2.	Grelhador	50
5.2.3.	Fritadeira	51
Notas finais:	.....	52
Avaliação térmica .....	.....	52
Avaliação da qualidade do ar .....	.....	53
Conclusão .....	.....	55
Bibliografia.....	.....	59
Anexos .....	.....	63
A.	Plantas das cozinhas estudadas e localização dos equipamentos de medição	63
B.	Material utilizado.....	64
C.	Protocolos	65
D.	Medições térmicas	66
E.	Dados Meteorológicos	68
F.	Resumo da avaliação térmica	69
G.	Inquérito.....	74

Índice de Figuras

Fig. 2.1 - Estruturas moleculares compostas por anéis benzênicos – a) Benzeno; b) Naftaleno; c) Antraceno; d) Fluoranteno; e) Benzo[a]Pireno.....	5
Fig. 2.2 - Distribuição de HAP's [%] consoante o número de anéis.....	10
Fig. 2.3 - Emissões de HAP's na confecção de peixe e carne	11
Fig. 3.1 -Ventilação por diluição ou mistura	16
Fig. 3.2 - Ventilação por deslocamento.....	17
Fig. 3.3 - Hote parietal	17
Fig. 3.4 - Hote parietal de proximidade	17
Fig. 3.5 - Hote de fornos	17
Fig. 3.6 - Hote central - ilha simples.....	17
Fig. 3.7 - Hote central - ilha dupla.....	17
Fig. 3.8 - Imagem de <i>Schlieren</i>	19
Fig. 3.9 - Hote de indução	22
Fig. 3.10 - Hote com cotina de ar	22
Fig. 3.11 - Hote com compensação pela face frontal	22
Fig. 3.12 - Hote parietal com compensação posterior.....	23
Fig. 3.13 - Compensação de ar por perimetro perfurado.....	23
Fig. 4.1 - Influência da temperatura na produtividade	25
Fig. 4.2 - Relação de PPD com PMV.....	27
Fig. 5.1 - Locais das medições	31
Fig. 5.2 - Medições térmicas	32
Fig. 5.3 - Medições da qualidade do ar	32
Fig. 5.4 - Colocação dos globos na cozinha antes da medição térmica.....	33
Fig. 5.5 - Comportamento instável da pluma térmica.....	34
Fig. 5.6 - Temperaturas a 1,10m de altura.....	34
Fig. 5.7 - Temperatura de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m	35
Fig. 5.8 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas	35
Fig. 5.9 - Índice WBGT	35
Fig. 5.10 - Humidade e velocidade do ar	36
Fig. 5.11 - Índices PPD PMV	36
Fig. 5.12 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV	36
Fig. 5.13 - Sistema de aquecimento da frigideira basculante - Vista por baixo.....	37
Fig. 5.14 - Vapores libertados pela frigideira basculante.....	37
Fig. 5.15 - Temperaturas a 1,10 m de altura.....	38
Fig. 5.16 - Temperaturas de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m.....	38
Fig. 5.17 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas	38
Fig. 5.18 - Índices WBGT	39
Fig. 5.19 - Humidade e velocidade do ar	39
Fig. 5.20 - Índices PPD PMV	39
Fig. 5.21 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV	39
Fig. 5.22 - Manípulos do grelhador	40
Fig. 5.23 - Regulação das grelhas em percentagem e posição dos globos	40
Fig. 5.24 - Temperaturas a 1,10 de altura.....	41

Fig. 5.25 - Temperaturas de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m.....	41
Fig. 5.26 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas	41
Fig. 5.27 - Índice WBGT	42
Fig. 5.28 - Humidade e velocidade do ar	42
Fig. 5.29 - Índices PPD PMV	42
Fig. 5.30 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV	42
Fig. 5.31 - Distribuição de idades	43
Fig. 5.32 - Distribuição por género	43
Fig. 5.33 - Sintomas declarados.....	43
Fig. 5.34 - Actividade que desempenha	44
Fig. 5.35 - Tempo na actividade de restauração	44
Fig. 5.36 - Nº de horas que o trabalhador passa em ambientes quentes	44
Fig. 5.37 - Vestuário utilizado	45
Fig. 5.38 - Calçado utilizado	45
Fig. 5.39 - Estação de maior desconforto.....	45
Fig. 5.40 - Posição de trabalho	45
Fig. 5.41 - Período mais desfavorável durante um dia de trabalho.....	46
Fig. 5.42 - Deslocações para locais mais frescos.....	46
Fig. 5.43 - Ingestão de líquidos durante o período de trabalho	46
Fig. 5.44 - Momentos de repouso	46
Fig. 5.45 - Período em que desenvolve actividades mais intensas.....	46
Fig. 5.46 - Duração da pausa	46
Fig. 5.47 - Local da pausa	47
Fig. 5.48 - O que o trabalhador faz quando se sente termicamente desconfortável.....	47
Fig. 5.49 - Considera a temperatura no seu local de trabalho elevada	47
Fig. 5.50 - Transpira no exercício da actividade.....	47
Fig. 5.51 - Sente calor no seu local de trabalho	48
Fig. 5.52 - Tolerava bem o calor no seu local de trabalho	48
Fig. 5.53 - Acha o seu local de trabalho quente.....	48
Fig. 5.54 - É frequente haver correntes de ar no seu local de trabalho	48
Fig. 5.55 - Gostaria que o seu local de trabalho não fosse tão quente	48
Fig. 5.56 - Neste preciso momento sente-se termicamente confortável.....	48
Fig. 5.57 - Se pudesse, baixaria a temperatura do seu local de trabalho	48
Fig. 5.58 - Fumos resultantes da confecção.....	50
Fig. E.1 - Temperaturas máximas e mínimas registadas antes e depois do dia da medição.....	68
Fig. E.2 - Variação da temperatura do ar no dia 28 de Junho.....	68

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Sintomas e patologias relacionados com a exposição a COV's	4
Tabela 2.2 - Factores tóxicos equivalentes	6
Tabela 2.3 - Óleos e métodos de confecção	8
Tabela 2.4 - Emissões de HAP's [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9
Tabela 2.5 - Emissões de HAP's na confecção de peixe e carne [$\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kg}$]	11
Tabela 2.6 - Quantidades médias de HAP's inalados por dia [$\mu\text{g}/\text{d}$]	12
Tabela 2.7 - Concentrações de HAP's [ng/m^3] em fumos de óleo a diferentes temperaturas.....	12
Tabela 2.8 - Concentrações medidas.....	14
Tabela 2.9 - Índice WBGT e Ruído.....	14
Tabela 2.10 - Concentração de HAP's nas amostras de pó recolhidas na cozinha [g/kg].....	15
Tabela 4.1 - Escala de sensações térmicas.....	26
Tabela 5.1 - Contaminantes presentes no ar	49
Tabela 5.2 - Contaminantes presentes no ar	50
Tabela 5.3 - Contaminantes presentes no ar	51
Tabela A.0.1 - Medições térmicas – WBGT (Resumo)	69
Tabela A.0.2 - Medições térmicas - PPD/PMV (Resumo).....	69

Capítulo 1. Introdução

1.1. Generalidades

Desde sempre o Homem necessitou de se alimentar e ao longo dos tempos adoptou técnicas que lhe permitiram conhecer novos sabores. No entanto só recentemente, alguns dos métodos de cocção começaram a ser apontados como fortes emissores de partículas prejudiciais à saúde dos ocupantes da cozinha, e por isso, motivo de estudo da comunidade científica. Também o ambiente térmico a que os trabalhadores são sujeitos é um factor que os pode afectar, reduzindo o seu bem-estar e consequentemente a sua produtividade.

Actualmente é espectável que numa cozinha existam condições de higiene e conforto para o bem de todos, mas essa preocupação é recente.

Todos os trabalhadores têm o direito a trabalhar em condições de segurança e num ambiente saudável. Ao empregador é exigido avaliar o risco e informar os seus trabalhadores sobre os perigos que enfrentam no seu local de trabalho, assim como aplicar medidas de prevenção, treinar e estabelecer regras para o caso de algo correr mal.

1.2. Motivação

O conhecimento dos riscos associados à actividade laboral e a minimização dos seus efeitos sobre a saúde e a segurança dos trabalhadores são tarefas que exigem uma intervenção específica adequada, capaz de avaliar os problemas existentes e de propor soluções compatíveis com a realidade do mundo do trabalho, agregando a participação responsável de todos os intervenientes. A melhoria da segurança, higiene e saúde no trabalho (SHST) constitui hoje em dia um dos maiores desafios que o nosso país enfrenta no contexto europeu.

No caso particular das cozinhas profissionais, a importância económica e social do sector da Hotelaria e Restauração reveste-se de grande significado no país. A sua relevância pode ser rapidamente compreendida se considerarmos que afecta trabalhadores directamente envolvidos que representam mais de 4% da população activa.

Em Portugal, os sistemas de ventilação de cozinhas profissionais são actualmente projectados e instalados, utilizando metodologias de cálculo pouco fiáveis, resultando assim em instalações deficientes, tanto na perspectiva da segurança alimentar como das condições de trabalho dos profissionais. Não obstante a existência da norma NP 1037:4-2001, relativa à instalação e ventilação de cozinhas profissionais, as suas indicações têm sido quase sempre inobservadas, omitidas ou ignoradas. Assim, a prática corrente de cálculo, selecção e instalação de equipamentos visando a ventilação de cozinhas profissionais, baseia-se em procedimentos

fundamentalmente empíricos, realizada por técnicos com formação obtida ao longo da vida, que transportam para a realização da instalação seguinte a experiência obtida na situação anterior, tratando de forma igual instalações com diferentes equipamentos, sistemas, área, volume e requisitos de funcionamento em que a economia com os custos iniciais é sempre a principal condicionante e factor de preocupação.

Os riscos profissionais associados a esta actividade, bastante diversos consoante os locais e zonas de trabalho que se considerem, são razoavelmente conhecidos o que, em princípio, permite a adopção de medidas adequadas na fase de projecto de uma determinada instalação. Convirá reconhecer, todavia, que a realidade portuguesa carece ainda de um esforço de intervenção apreciável no que concerne à aplicabilidade de legislação e de normas, mas sobretudo da aplicação de regras de boas práticas cuja preocupação maior se centra na definição do *layout* e na instalação dos correspondentes sistemas de ventilação. Aquelas regras raramente são observadas pelos instaladores, resultando instalações de baixa eficiência, sem plano de manutenção preventiva, contribuindo assim para a degradação progressiva das condições de trabalho, baixa qualidade, baixa produtividade e excessivo consumo de energia. Acresce a falta de rotinas de limpeza de hotes e condutas que promove o crescimento bacteriano local, a acumulação de gorduras e o risco de incêndio.

Atribui-se particular relevância aos problemas relacionados com a ventilação e o conforto em cozinhas profissionais, colocando-os entre os mais graves. Esta consciência constituiu motivação suficiente para procurar contribuir decisivamente para a melhoria das condições de trabalho neste sector de actividade com elevado impacto social e económico.

1.3. Objectivos

O tema da presente tese está orientado para a avaliação e melhoria das condições de trabalho nas cozinhas profissionais. A consideração dos problemas colocados pela 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 pressupõe avaliações no terreno, através da realização de medições dos parâmetros relevantes do ambiente de trabalho e da caracterização dos processos de cocção, instalações e condições de operação dos trabalhadores envolvidos. Embora o conhecimento actual e a experiência de outros países já permita desenhar uma apreciação prévia sobre as condições actuais do sector, falta ainda quantificar os níveis de exposição individual diária dos diversos trabalhadores que ali operam: chefes, cozinheiros, copeiros, entre outros.

De forma sucinta, o principal objectivo da presente dissertação é analisar as condições térmicas e a qualidade do ar junto dos equipamentos onde os alimentos são grelhados, fritos, cozidos ou estufados.

Capítulo 2. Qualidade do ar em cozinhas profissionais

2.1.Substâncias perigosas resultantes do processo de cocção

Os profissionais do sector da hotelaria, restauração e catering (HORECA) estão sujeitos a muitas substâncias perigosas provenientes quer de fumos resultantes dos processos de confecção, quer de produtos de limpeza e desinfecção, ambos passíveis de causar lesões ou doenças. As consequências dessa exposição podem ocorrer subitamente ou depois de um período de tempo dependendo da susceptibilidade de cada pessoa.

A perigosidade das substâncias relaciona-se com o tipo, do que são feitas, da quantidade e da forma como entram no organismo (*EASHW*).

Em cozinhas profissionais têm-se registado várias substâncias contaminantes no ar. São disso exemplo o monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de azoto, metano, PM10, PM2.5 entre outras substâncias, algumas das quais serão aqui enquadradas no grupo dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV's) e dos Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP's).

2.2.Compostos orgânicos voláteis

Compostos orgânicos voláteis são um grupo de químicos, com ou sem odor, que contêm compostos orgânicos de carbono e que à pressão de 101,325 kPa evaporam a uma temperatura igual ou inferior a 250 °C (*Directiva 2004/42/CE*). Este grupo de químicos tem diferentes toxicidades e potencial para causar problemas de saúde. O odor não indica o nível de risco de inalação destas substâncias químicas. Usualmente estas partículas existem em solventes de tintas, produtos de limpeza assim como nos fumos e vapores produzidos na confecção de alimentos. (*CDPHE, 2000*).

De acordo com o Minnesota Department of Health (2010) o nível de COV's em espaços interiores geralmente é duas a cinco vezes superior ao nível de COV's no exterior. A concentração de COV's em ambientes interiores depende de vários factores como a quantidade de COV's no produto, da taxa a que são libertados, volume de ar no compartimento, da taxa de ventilação e da concentração de COV's no exterior.

Efeitos na saúde

O risco para a saúde está relacionado com a dose e via de exposição. A inalação de químicos depende da quantidade presente no ar, a duração e a quantidade de vezes que a pessoa respirou esse ar. A exposição é classificada em períodos de tempo curtos, quando se refere a horas ou dias, e períodos longos quando a exposição é de anos (*MDH, 2010*).

Os sintomas e patologias comuns resultantes da exposição a altos níveis COV's geralmente ocorrem de acordo com o nível de exposição (*Tabela 2.1*).

Tabela 2.1 - Sintomas e patologias relacionados com a exposição a COV's

Curtos períodos de exposição	Longos períodos de exposição
Irritação de olhos, nariz e garganta	Cancro
Dores de cabeça	Problemas de fígado e rins
Náuseas	Danos no sistema nervoso central
Tonturas	
Agravamento dos sintomas de asma	

A melhor medida de protecção é limitar a exposição (*MDH, 2010*).

Nos processos de confecção destacam-se os compostos orgânico voláteis: aldeído acético, penteno, pentanol, ciclopentano, alquilbenzeno, benzeno, butadieno, isómeros de octano, octeno, n-heptanal, dieno, hidrocarbonetos insaturados e, particularmente graves, salientam-se os aldeídos de cadeia curta, tri-hexanal, formaldeídos e acroleína (*Monteiro, 2009*).

2.3.Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

As substâncias designadas por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP's), são estruturas com dois ou mais anéis benzénicos, dispostos de forma linear, angular ou agrupada. A título de exemplo ilustra-se na *Figura 2.1*: a) estrutura molecular do benzeno; b) naftaleno; c) antraceno; d) fluoranteno; e) benzo[a]pireno.

Os HAP's foram uma das primeiras substâncias cancerígenas a ser identificadas e surgem porque o carbono ou combustível não é convertido em CO e CO₂ no processo de combustão (Lemos *et al* 2009). Estes contaminantes estão presentes no meio-ambiente¹, no interior das habitações e locais de trabalho. No Ambiente a maior parte dos HAP's provêm de erupções vulcânicas, fogos florestais, queima de madeira para aquecimento nas habitações, pela exaustão dos veículos, queima de combustíveis para gerar energia, incineração (Masih *et al*, 2010), e de cozinhas profissionais quer pelas superfícies queimadas dos alimentos quer pelos óleos quentes utilizados no processo de confecção (Chun-The Li *et al*, 2003).

Tipicamente não se verificam concentrações de um único HAP, mas sim de misturas de HAP's (HPA, 2010). Conhecem-se mais de uma centena de HAP's diferentes e de acordo com Chukwujindu Iwegbue (2011) quanto maior o peso molecular mais cancerígeno é o HAP e menor é a toxicidade aguda. Geralmente os HAP's ocorrem de forma natural em misturas complexas, mas podem também ser fabricadas como compostos individuais para investigação (ASTDR, 1995)

Comummente os HAP's são incolores, brancos ou amarelo-esverdeados claros e podem ter um odor fraco agradável. Alguns HAP's são usados na medicina, mas também na indústria para fazer corantes, plásticos, pesticidas e outros são usados no asfalto com que se constroem as estradas. Podem também ser encontrados no petróleo, no carvão ou mesmo no ar, na água e no solo. A movimentação de HAP's no ambiente depende da forma como evaporam para o ar e da facilidade de dissolução na água. Estas substâncias estão presentes no

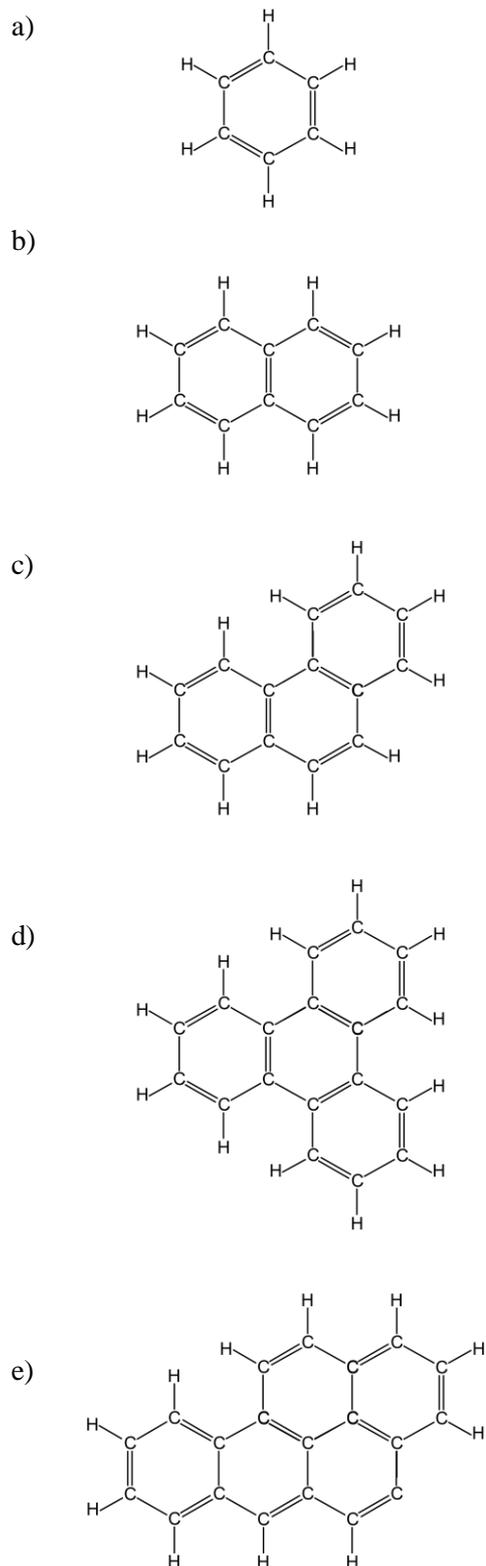


Fig. 2.1 - Estruturas moleculares compostas por anéis benzénicos – a) Benzeno; b) Naftaleno; c) Antraceno; d) Fluoranteno; e) Benzo[a]Pireno

¹ Alguns valores representativos de HAP's no ar referem a existência de 0,02-1,2 ng/m³ para áreas rurais e 0,15-19,3 ng/m³ para zonas urbanas. (ASTDR, 1995)

ar como vapores ou presos às pequenas partículas sólidas. Desta forma conseguem viajar longas distâncias até voltarem novamente ao solo por causa da chuva ou quando a partícula se deposita naturalmente. Algumas partículas de HAP's evaporam do solo ou da água para a atmosfera, mas muitas associam-se a outras partículas que acabam no fundo dos rios e dos lagos. Quando depositados no solo, alguns HAP's conseguem ainda contaminar águas subterrâneas. Os HAP's podem quebrar-se e originar produtos de maior durabilidade pela reacção com a luz solar e outros químicos no ar, resistindo geralmente por períodos de dias ou semanas. No solo ou na água, essa modificação, demora várias semanas e é causada essencialmente pela acção de microorganismos (ASTDR, 1995).

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

Tabela 2.2 - Factores tóxicos equivalentes

A determinação do valor carcinogénico dos HAP's é efectuado com base na concentração equivalente do benzo[a]pireno. A cada HAP corresponde um factor tóxico equivalente, FTE, que representa a potência carcinogénica relativa, usando o benzo[a]pireno como o composto de referência (valor unitário = 1). De acordo com Nisbet e P. LaGoy (1992) as diferentes substâncias podem relacionar-se com o benzopireno de acordo com os valores da *Tabela 2.2*.

Efeitos na saúde

São muitos os factores que determinam se um indivíduo exposto a HAP's contrai alguma lesão, de que tipo e qual a severidade. Os efeitos para a saúde da exposição a uma substância perigosa depende da dose, duração, como foi exposto, se outros químicos estão presentes, e varia com a idade, sexo, estado nutricional, tendência genética, estilo de vida e estado de saúde (DHGSA, 2009).

Não é conhecido com que rapidez os pulmões absorvem HAP's, no caso de serem ingeridos é lenta e pela pele muitos estudos concluíram que a absorção de HAPs pode ser considerável (Rooij Van et al, 1993). Na mesma investigação o autor estima que a absorção de pireno através da pele varie entre 23 e 75% da dose total. De acordo com Virpi Väänänen (2005) a contaminação com HAPs correlaciona-se fortemente com os metabolitos existentes na urina.

Os HAP's conseguem penetrar em todos os tecidos do corpo humano que contenham gordura e geralmente alojam-se nos rins, fígado e pequenas quantidades são depositadas no baço, glândulas supra-renais e ovários. Os HAP's são alterados pelos tecidos corporais em muitas substâncias diferentes, algumas das quais mais nocivas do que as originais. Estudos realizados em animais mostram que os HAP's não tendem a permanecer no corpo humano por muito tempo. Muitos dos HAP's abandonam o corpo humano em poucos dias através das fezes ou da urina (*ASTDR, 1995*).

Os HAP's podem ser nocivos para a saúde dependendo das circunstâncias. Muitos HAP's, incluindo benzo[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, e indeno[1,2,3-cd]pireno, têm causado tumores em animais de laboratório que respiram estas substâncias no ar, quando as ingerem ou através da sua pele pelo contacto por longos períodos de tempo. Em humanos, estudos mostram que indivíduos expostos pela respiração ou pela pele por longos períodos a misturas que contenham HAP's e outros compostos podem também desenvolver cancro (*ASTDR, 1995*).

Ratinhos de laboratório alimentados a benzo(a)pirenos tiveram dificuldade em se reproduzir em período fértil e verificou-se que os ratinhos que nasceram apresentavam defeitos de nascença e baixo peso (*Faust, 1994*). Efeitos semelhantes podem ocorrer em humanos, mas não existem informações que mostrem que estes efeitos ocorram (*ASTDR, 1995*).

Estudos em animais mostraram também que podem existir efeitos prejudiciais para a pele, fluidos corporais e sistema imunitário, no entanto estes efeitos não têm sido relatados em humanos (*ASTDR, 1995*).

A presença de HAP's pode ser medida nos tecidos ou no sangue após a exposição. Os HAP's ou os seus metabolitos podem ser medidos na urina, sangue ou tecidos corporais. Embora os testes mostrem se um indivíduo esteve exposto a estes contaminantes, as análises não podem ser usadas para prever reflexos na saúde ou para quantificar o nível de exposição. Habitualmente, análises para identificar HAP's ou seus produtos, não estão disponíveis em laboratórios médicos, uma vez ser requerido equipamento especial para detectar estes químicos (*WDHS, 2010*).

2.4. Estudos de qualidade do ar em cozinhas profissionais

Nos últimos anos, vários estudos apontam para o aumento de problemas cancerígenos entre os trabalhadores do sector da HORECA, o que tem despertado um grande interesse na comunidade científica. Descobriu-se que as concentrações de HAP's contidos nos fumos de óleos quentes (entre 1,08–22,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) eram superiores aos existentes num escritório onde eram consumidos 96 cigarros em 6 horas (1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (*Siegmabb e Sattler, 1996*). Outros autores referem mesmo que o processo de confecção é o que mais contribui para a actividade

mutagénica do ar interior (*Houdt et al, 1984*) e nas últimas décadas mostrou-se também que os HAP's têm uma variação significativa na sua composição conforme as fontes de combustão (*Gordon, 1988*).

Com os quatro estudos seguintes, apresenta-se o estado da arte na análise dos contaminantes do ar produzidos em cozinhas industriais. O caso A e o caso B incidem sobre os contaminantes gerados pelos processos de cocção e de acordo com os óleos usados, enquanto que no caso C e no caso D expõe-se a influência da fonte de energia utilizada – indução, gás, lenha e querosene.

2.4.1. Caso A – Tipos de restaurante e emissões para a atmosfera urbana ²

Em 2003, em Taiwan, para além do trânsito consideraram-se as cozinhas como fonte emissora de HAP's, e comprovou-se uma contribuição importante nessas emissões. Nesse estudo os autores referem que os resultados obtidos devem ser analisados atendendo a que as emissões de HAP's provenientes das cozinhas variam com os métodos de confecção, taxas de consumo de óleos alimentares e as condições de tráfego consideradas no estudo. (*Chun-The Li et al., 2003*).

Os tipos de restaurante analisados utilizaram os métodos de confecção e os tipos de óleo descritos na *Tabela 2.3*, o que resultou na emissão dos HAPs presentes na *Tabela 2.4*.

Tabela 2.3 - Óleos e métodos de confecção

		Tipo de restaurante			
		<i>Chinês</i>	<i>Ocidental</i>	<i>Fast-food</i>	<i>Japonês</i>
Método de confecção	Saltear		Grelhar	Fritar	Vapor
	Cozer		Assar	Estufar	Cozer
	Vapor		Fritar		Saltear
	Assar		Fumar		
	Fumar		Estufar		
	Estufar				
Tipo de óleos	Soja	Amendoim	Vegetal	Soja	
	Amendoim	Milho	Manteiga	Manteiga	
			Milho	Milho	

² Chun-The Li, Yuan-Chung Lin, Wen-Jhy Lee, Perng-Jy Tsai (2003) – Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons and their carcinogenic potencies from cooking sources to the urban atmosphere.

Tabela 2.4 - Emissões de HAP's [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

HAP	Chinês			Ocidental			Fast-food			Japonês			
	Intervalo	Média		Intervalo	Média		Intervalo	Média		Intervalo	Média		
Naftaleno	15,900	56,200	36,050	39,400	83,200	61,300	22,200	71,300	46,750	14,200	65,800	40,000	
Acenaftaleno	1,730	21,600	11,665	1,060	7,360	4,210	1,520	1,580	1,550	0,562	1,940	1,251	
Acenafteno	0,967	2,330	1,649	0,778	1,000	0,889	0,282	0,434	0,358	0,120	0,451	0,286	
Fluoreno	0,982	3,560	2,271	1,310	1,560	1,435	0,823	3,020	1,922	1,740	3,020	2,380	
Fenantreno	1,960	10,800	6,380	5,710	8,580	7,145	4,890	6,350	5,620	6,350	8,460	7,405	
Antraceno	0,474	1,580	1,027	0,454	1,850	1,152	0,189	0,261	0,225	0,191	0,266	0,229	
Fluorantreno	0,821	1,830	1,326	0,655	2,050	1,353	0,542	0,901	0,722	0,372	0,908	0,640	
Pireno	1,010	1,650	1,330	0,711	2,470	1,591	0,487	0,492	0,490	0,172	0,483	0,328	
Ciclopenta [c,d] pireno	0,232	2,590	1,411	0,054	0,750	0,402	0,911	2,400	1,656	ND	2,240	1,120	
Benzo [a] antraceno	0,111	1,520	0,816	0,011	0,290	0,151	0,163	0,392	0,278	0,011	0,021	0,016	
Criseno	0,134	0,870	0,502	0,020	0,480	0,250	0,484	0,720	0,602	0,067	0,142	0,105	
Benzo [b] fluoranteno	0,121	1,630	0,876	0,905	1,490	1,198	0,504	1,000	0,752	ND	0,805	0,403	
Benzo [k] fluoranteno	0,130	1,500	0,815	0,794	1,780	1,287	0,444	0,621	0,533	ND	0,705	0,353	
Benzo [e] pireno	0,245	1,710	0,978	0,389	3,210	1,800	0,143	0,367	0,255	0,051	0,654	0,353	
Benzo [a] pireno	0,622	1,820	1,221	0,036	3,150	1,593	0,210	0,393	0,302	0,139	0,420	0,280	
Perileno	0,508	2,880	1,694	0,024	2,950	1,487	0,025	0,226	0,126	0,201	0,261	0,231	
Indeno [1,2,3-cd] pireno	0,729	4,840	2,785	ND	2,150	1,075	0,134	0,226	0,180	0,542	0,930	0,736	
Dibenzo [a,h] antraceno	1,260	2,560	1,910	ND	2,700	1,350	0,051	0,096	0,074	ND	ND	ND	
Benzo [b] criceno	0,610	5,360	2,985	ND	4,280	2,140	0,094	0,145	0,120	ND	0,322	0,161	
Benzo [ghi] perileno	0,560	2,730	1,645	0,013	1,290	0,652	0,093	0,233	0,163	ND	0,303	0,152	
Coroneno	0,399	1,080	0,740	0,033	0,870	0,452	0,028	0,732	0,380	0,242	0,558	0,400	
Total HAP's	29,505	130,640	80,073	52,357	133,460	92,909	34,217	91,889	63,053	24,960	88,689	56,825	
Peso molecular	Baixo	21,800	91,600	56,700	40,100	103,000	71,550	29,900	83,000	56,450	23,200	79,800	51,500
	Médio	1,940	4,990	3,465	1,370	4,800	3,085	1,180	1,780	1,480	0,550	1,400	0,975
	Alto	5,590	29,600	17,595	2,230	25,200	13,715	3,510	7,120	5,315	0,958	5,150	3,060
Total B _{(a)P} _{eq}	2,950	5,200	4,075	3,010	6,700	4,855	0,484	0,715	0,600	0,314	0,598	0,486	

Em todos os restaurantes estudados as emissões de HAP's no estado gasoso foram superiores às emissões libertadas sob a forma de partículas. No entanto o potencial carcinogénico das emissões gasosas de HAP's foi menor.

Para o presente estudo as amostras foram recolhidas durante 45 minutos, em tubos Whatman (25 × 90 mm) de filtro de fibra de vidro, e recorrendo a bomba de amostragem regulada para aproximadamente 10 litros por minuto (Adaptação do Método 5 da U.S. EPA; *Determination of particulate matter emissions from stationary sources*).

2.4.2. Caso B – Óleos e métodos de confecção³

Na China, Lizhong Zhu e Jing Wang (2002) mediram em cozinhas profissionais chinesas concentrações de benzo(a)pirenos entre 0,15 e 0,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e foram registados níveis médios totais de HAP's de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o que permite afirmar que a cozinha chinesa é responsável por uma grande libertação de HAP's.

Neste estudo consideraram-se cozinhas domésticas⁴ e cozinhas profissionais. Nestas últimas, a quantidade de HAP's com diferentes anéis apresenta a distribuição ilustrada na *Figura 2.2* onde as substâncias detectadas foram agrupadas de acordo com o número de anéis benzénicos. Dois anéis: naftaleno; três anéis: acenafteno, fluoreno, fenantreno e antraceno; quatro anéis: fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno e criseno; cinco anéis: benzo(e)pireno, benzo(k)fluoranteno e benzo(a)pireno.

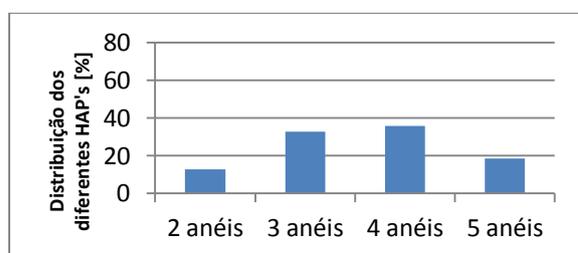


Fig. 2.2 - Distribuição de HAP's [%] consoante o número de anéis

Neste estudo analisaram-se também três processos de confecção para peixe e carne que se apresentam na *Tabela 2.5* e *Figura 2.3*.

As emissões de HAP's de diferentes óleos de cozinha utilizados diariamente a diferentes temperaturas são apresentadas na *Tabela 2.7* e mostram que a capacidade de produção de HAP's segue a ordem: *Banha de porco* > *Óleo de sementes de colza* > *Óleo de soja*. Os mesmos autores indicaram que os HAP's são formados principalmente por ácidos gordos insaturados, que oxidam a altas temperaturas através de dois processos: pirólise (onde os compostos orgânicos se quebram em fragmentos instáveis mais pequenos) e pirossíntese (onde os radicais de calor gerados são recombinados originando HAP's relativamente estáveis). Com o aumento da temperatura, a maioria dos níveis de HAP's aumentaram, entre os quais o acenafteno que exhibe o maior crescimento. Alguns dos HAP's de três anéis, como é o caso do fenantreno, registaram pequenos crescimentos com o aumento da temperatura.

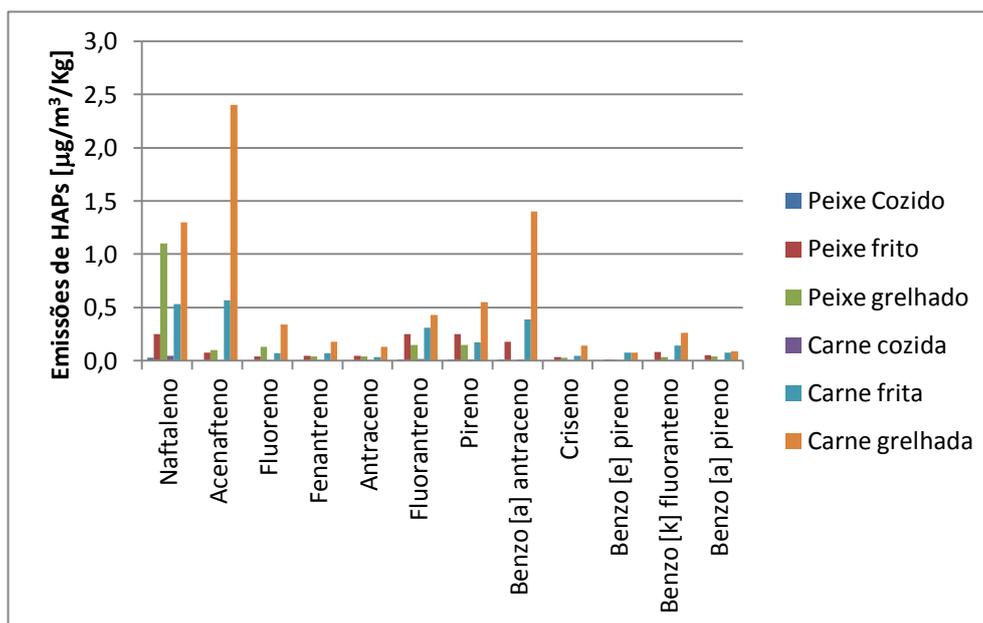
³ Lizhong Zhu, Jing Wang (2002) – Sources and patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons pollution in kitchen air

⁴ Em cozinhas domésticas chinesas registaram-se valores elevados de Naftaleno causadas pela utilização de bolas de naftalina para evitar traças nos roupeiros e proteger a roupa.

Tabela 2.5 - Emissões de HAP's na confecção de peixe e carne [$\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kg}$]

HAP's	Peixe			Carne		
	Cozido	Frito	Grelhado	Cozido	Frito	Grelhado
Naftaleno	0,028	0,25	1,1	0,045	0,53	1,3
Acenafteno	nd	0,08	0,1	0,0013	0,57	2,4
Fluoreno	nd	0,042	0,13	nd	0,071	0,34
Fenantreno	0,0021	0,045	0,043	0,0031	0,069	0,18
Antraceno	0,003	0,048	0,043	0,0022	0,033	0,13
Fluorantreno	0,011	0,25	0,15	0,015	0,31	0,43
Pireno	0,009	0,25	0,15	0,013	0,17	0,55
Benzo[a]antraceno	0,0082	0,18	nd	0,012	0,39	1,4
Criseno	0,0022	0,033	0,028	0,0031	0,049	0,14
Benzo[e]pireno	0,0021	0,011	0,01	0,0031	0,079	0,08
Benzo[k]fluoranteno	nd	0,082	0,037	0,0011	0,14	0,26
Benzo[a]pireno	nd	0,055	0,04	nd	0,075	0,089
Total HAP's	0,0656	1,326	1,831	0,0989	2,486	7,299

Fig. 2.3 - Emissões de HAP's na confecção de peixe e carne



Nas cozinhas onde se efectuou o presente estudo considerou-se que os trabalhadores trabalharam durante 8 horas o que corresponde à inalação das quantidades de HAP's indicadas na Tabela 2.6.

As amostras de ar foram recolhidas em filtros de fibra de vidro Whatman (GFF, 25 mm, Whatman, England) com uma bomba de amostragem (MP-15CF mini pump, Shibata, Japan) programada para um fluxo de aspiração de 1,0 l/min.

Tabela 2.6 - Quantidades médias de HAP's inalados por dia [$\mu\text{g}/\text{d}$]

HAP	Cozinha 1	Cozinha 2	Cozinha 3	Cozinha 4
Naftaleno	6,30	3,30	4,00	6,40
Acenafteno	10,00	6,50	6,60	13,00
Fluoreno	2,20	1,60	1,50	2,80
Fenantreno	0,98	0,87	0,42	0,88
Pireno	0,95	1,20	0,71	0,84
Antraceno	2,40	2,90	1,30	2,70
Fluorantreno	10,00	13,00	4,30	8,60
Benzo [a] antraceno	1,70	0,91	0,31	0,50
Criseno	0,60	4,10	1,10	0,80
Benzo [k] fluoranteno	3,80	1,30	0,30	5,90
Benzo [e] pireno	1,50	2,20	0,81	3,30
Benzo [a] pireno	0,32	0,48	0,62	0,94

Tabela 2.7 - Concentrações de HAP's [ng/m^3] em fumos de óleo a diferentes temperaturas

	Temperatura	Naftaleno	Acenafteno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluorantreno	Pireno	Benzo[a]antraceno	Criseno	Benzo[e]pireno	Benzo[k]fluoranteno	Benzo[a]pireno
Óleo de colza	180	11	18	1,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,9	0,1	3	0,5	0,6
	210	13	32	1,4	0,2	0,3	0,3	0,7	0,9	0,1	3,5	0,6	0,7
	230	13	92	3,1	0,2	0,2	0,6	0,6	1,3	0,2	3,2	0,5	0,9
	270	14	110	3,1	0,2	0,3	0,9	0,6	1,2	0,2	3,2	0,6	1
	180	9,4	4,3	2,3	0,4	0,2	0,5	0,6	0,8	0,2	2,4	0,3	0,3
Óleo de soja	230	11	15	2,5	0,1	0,1	0,2	0,3	1,2	0,1	1,6	0,5	0,7
	270	14	30	3,3	0,2	0,1	0,3	0,3	1,8	0,3	2,2	0,7	2,1
	180	16	17	1	0,2	0,2	0,4	0,7	1,7	0,1	3,3	0,6	0,9
Banha de porco	230	15	66	1,5	0,3	0,4	0,6	0,7	1,7	0,2	3,1	0,8	1,2
	270	16	81	1,6	0,3	0,4	0,7	0,7	2,8	0,1	3,3	1,1	1,1

2.4.3. Caso C – Gás vs Indução⁵

Ao longo de 16 meses analisaram-se 393 trabalhadores de 53 restaurantes chineses, 21 dos quais equipados só com fogões de indução e os restantes apenas com fogões a gás (Wong *et al*, 2011). A distribuição dos funcionários foi de 115 indivíduos nos restaurantes com sistemas de indução e 278 nos restaurantes com equipamentos a gás. Todos os trabalhadores foram inquiridos sobre sintomas respiratórios e funcionamento pulmonar. Mediram-se concentrações de óxido de azoto (NO), dióxido de azoto (NO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), hidrocarbonetos excluindo o metano (NMHC), compostos orgânicos voláteis (COV), e partículas em suspensão (PM2.5). Neste estudo avaliou-se também a temperatura e o ruído.

A concentração média de CO foi 60% superior em cozinhas a gás. De forma similar as concentrações médias de NO, NO₂ em cozinhas a gás foram, respectivamente, 7,4 e 1,5 vezes maiores do que em cozinhas com equipamentos de indução. Também as concentrações médias de PM2.5 e COV foram de 81% e de 78% maiores, respectivamente, em cozinhas com fogões a gás. No caso do CH₄ e NMHC as diferenças foram pequenas, 12% e 11% (Tabela 2.8). Cozinhas com sistemas de indução registam temperaturas 4,5 °C mais baixas e com menos 9 dBA de ruído (Tabela 2.9). Por espirometria⁶ verificou-se que os trabalhadores que utilizam equipamentos de indução tinham desempenhos pulmonares significativamente melhores que os seus homólogos a trabalhar com fogões a gás. Depois de ajustados, os valores de FEV₁⁷ e de FVC⁸, foram 5,4% e 3,8% maiores para os trabalhadores a gás. Pieira, expectoração, tosse e garganta inflamada foram sintomas mais frequentes em utilizadores de equipamentos a gás. Tal, pode ser associado à exposição a altas concentrações de poluentes do ar tóxicos gerados pela combustão do gás durante a cocção.

A cozinha chinesa envolve muitas vezes técnicas de fritura onde a carne, vegetais e outros ingredientes são cozinhados a elevadas temperaturas com quantidades consideráveis de óleos, como por exemplo óleos de amendoim, canola e palma. Os métodos de preparação geram vapores que são misturas complexas de aerossóis orgânicos, incluindo ácidos gordos, n-alcanos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, assim como d-glucopiranosose, β-sitosterol e nonanal. Foi demonstrado que durante o processo de confecção são produzidos químicos orgânicos que

⁵ Tze Wai Wong, Andromeda Wong, Frank Lee, Hong Qiu (2011) – Respiratory health and lung function in chinese restaurant kitchen workers

⁶ A espirometria é um exame médico em que numa expiração forçada se mede o volume de ar expirado em função do tempo.

⁷ FEV₁ (volume expirado no 1º segundo ou VEMS): volume expirado no primeiro segundo durante o registo da FVC. É influenciado pela idade, sexo, altura e etnia, e regista-se em litros e na percentagem que lhe corresponde em relação ao valor normal previsto. Quanto menor a percentagem de FEV₁ em relação ao valor previsto, maior a obstrução pulmonar.

⁸ FVC (Capacidade Vital Forçada): volume de ar medido numa expiração forçada após inspiração máxima.

compõe cerca de 5 a 20% das partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 µm.

Tabela 2.8 - Concentrações medidas

	Gás	Indução	Unidades
PM _{2,5}	0,281	0,155	mg/m ³
CO	1,66	1,04	ppm
NO	86,2	11,6	ppb
NO ₂	40,2	26,2	ppb
TVOC	402	226	ppb
CH ₄	2,88	2,58	ppm
CO ₂	768	596	ppm
NMCH	0,754	0,682	ppm

Em Hong Kong, os restaurantes chineses cozinham tradicionalmente com fogões a gás. Os queimadores permitem ao cozinheiro atingir e controlar altas temperaturas de confecção enquanto o *woc* de fundo curvo permite saltar os ingredientes enquanto fritam. Para além das substâncias já citadas presentes nos

vapores, a combustão do gás gera partículas de óxido de azoto, dióxido de carbono, dióxido de enxofre e compostos orgânicos voláteis; Sendo que muitos destes químicos são perigosos para a saúde. Em cozinhas pouco ventiladas regista-se também a presença de monóxido de carbono, um gás altamente tóxico que desactiva a hemoglobina no sangue, impedindo o transporte de oxigénio pondo a saúde em risco à medida que se acumula no organismo. Acresce ainda que os trabalhadores em cozinhas a gás são expostos a maiores níveis de ruído e calor, além de que esse excesso de calor produzido pelo fogão a gás representa um maior risco de queimaduras. As medições médias de temperatura (WBGT) e ruído destas cozinhas indicam-se na *Tabela 2.9*.

Tabela 2.9 - Índice WBGT e Ruído

	Gás	Indução	Unidades
WBGT	26,8	22,3	°C
Ruído	88,8	79,8	dBA

Neste estudo o equipamento de amostragem do ar foi colocado à retaguarda do cozinheiro (cerca de 1 metro), a 1 metro de altura. Recolheram-se também, durante 10 minutos, amostras de ar em sacos à altura das vias respiratórias quando o cozinheiro usou a fritadeira.

2.4.4. Caso D – Fogões a lenha, querosene e gás⁹

Um outro estudo efectuado na Nigéria apresenta as emissões de HAP's de equipamentos com diferentes fontes de energia: lenha; querosene, e; gás (*Tabela 2.10*). Para o presente estudo analisaram-se 30 amostras de ar colhidas nas cozinhas em áreas urbanas e rurais de Delta State.

⁹ Chukwujindu Iwegbue (2011) – Polycyclic aromatic hydrocarbons profile of kitchen dusts

As amostras foram recolhidas das prateleiras, mesas e tectos das cozinhas usando uma pá do lixo plástica limpa e um pincel.

Tabela 2.10 - Concentração de HAP's nas amostras de pó recolhidas na cozinha [g/kg]

HAP	Fontes energéticas do sistema de cocção		
	Lenha	Querosene	Gás butano
Naftaleno	47,0	2,5	3,2
2-Metilnaftaleno	69,4	5,6	4,5
Acenaftaleno	29,6	16,4	32,2
Acenafteno	30,6	5,1	8,4
Fluoreno	41,7	5,8	18,5
Fenantreno	26,8	6,0	5,2
Antraceno	17,5	6,7	11,9
Fluorantreno	7,7	5,1	2,5
Pireno	10,0	2,4	1,8
Benzo[a,b]antraceno	4,0	4,6	

Capítulo 3. Ventilação de cozinhas profissionais

A ventilação na cozinha é um requisito para que exista um local de trabalho confortável e seguro. Para além de possibilitar renovação do ar do local, cabe também à ventilação a exaustão de fumos, vapores e calor resultante da confecção de alimentos. Em cozinhas profissionais a ventilação mecânica deverá ser preferível à ventilação natural, possibilitando assim um controlo fiável e evitando a entrada de ar não filtrado, ar proveniente de “áreas sujas” e correntes de ar.

Em cozinhas profissionais a ventilação deve ser geral e localizada e a distribuição do ar deve proporcionar ventilação adequada na zona ocupada sem prejudicar a pluma térmica.

3.1. Ventilação geral

3.1.1. Ventilação por diluição ou mistura

De acordo com este método, o ar novo é insuflado no local por aberturas relativamente pequenas, situadas no tecto ou na proximidade, numa ou mais correntes fora da zona ocupada. A velocidade com que o ar é insuflado é relativamente elevada, formam-se jactos parietais e o ar novo mistura-se com o ar que já ocupava o compartimento. Contudo, há sempre algum ar novo que sai directamente pela extracção sem participar na remoção dos poluentes resultantes da cocção (*Figura 3.1*)

Teoricamente deve existir uma temperatura uniforme do pavimento ao tecto, no entanto a estratificação ocorre naturalmente com grandes concentrações de calor. Consequentemente o efeito de arrefecimento perde a sua eficácia e a transferência de calor proporcionada pela insuflação ocorre apenas com o ar que se encontra junto ao tecto.

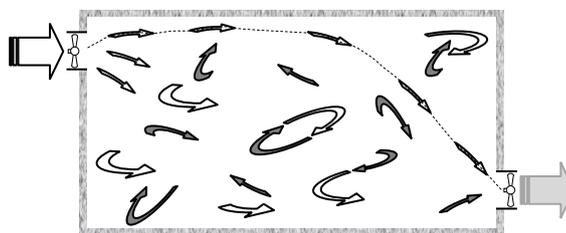


Fig. 3.1 -Ventilação por diluição ou mistura

3.1.2. Ventilação por deslocamento

A ventilação por deslocamento térmico é baseada na convecção natural do ar, ou seja, quando o ar aquece, sobe. Em vez de combater a estratificação natural, a ventilação por deslocamento promove o deslocamento do ar para uma zona onde possa ser exaurido (*Figura 3.2*)

Para que a ventilação por deslocamento se verifique, o ar insuflado tem de ter uma temperatura ligeiramente mais fria que a do ar ambiente. A temperatura de insuflação deve ser $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ inferior à da temperatura ambiente e o ar deve ser insuflado a baixa velocidade.

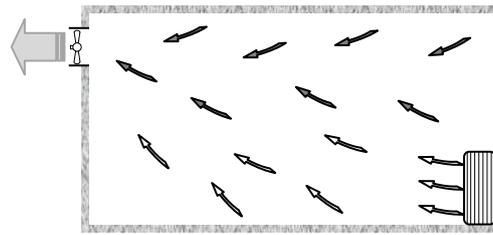


Fig. 3.2 - Ventilação por deslocamento

3.2. Ventilação localizada

A recolha de efluentes é mais eficiente se for feita próxima dos equipamentos. Dependendo da natureza dos efluentes de cocção a classificação dos sistemas é do *tipo I* ou do *tipo II*.

Sistemas do tipo I – efluentes que contenham vapores de óleo e/ou partículas de gordura (Figuras 3.3 – 3.7)

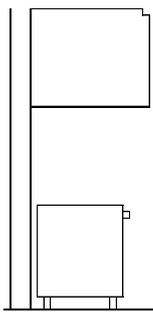


Fig. 3.3 - Hote parietal

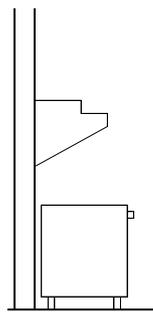


Fig. 3.4 - Hote parietal de proximidade

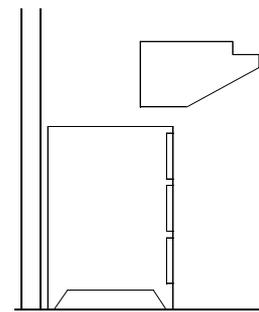


Fig. 3.5 - Hote de fornos

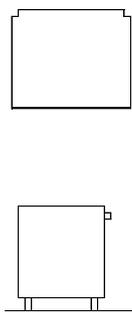


Fig. 3.6 - Hote central - ilha simples

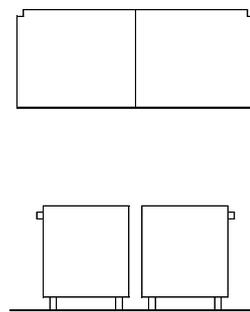


Fig. 3.7 - Hote central - ilha dupla

Sistemas do tipo II – utilizam-se para recolher e remover vapor de água, calor, fumos e odores de equipamentos que não produzem gordura (fornos a vapor e máquinas de lavar loiça).

- Hote de condensados – especialmente concebidas para máquinas de lavar;
- Hote de condensados com filtro inercial – para máquinas de lavar;
- Hote de fumos e calor (sem partículas de gordura) – para fornos a vapor e cozedores multifuncionais;
- Hote de fumos e calor – especialmente concebida para fornos e dotada de rede especial para condensados.

3.2.1. Pormenores construtivos da hote

Para que seja efectuada a captura, contenção e evacuação da pluma térmica de forma eficaz, devem-se atender aos seguintes requisitos técnicos (*Monteiro, 2009*):

- Na zona de captura, a geometria da hote deve incluir ângulos internos que facilitem o escoamento de efluentes para os filtros e contribuam para a eficácia da hote;
- As dimensões da hote deverão resultar das dimensões, potência e da fonte de energia dos equipamentos de confecção e dos equipamentos de apoio sobre ela instalados;
- As dimensões laterais da hote devem sempre exceder 300 mm para cada lado e as dimensões frontal e posterior (no caso de hote central) igualmente em 300 mm;
- Em hotes individuais para fornos convectores, combinados, mistos e a vapor, a profundidade da área aberta deverá ter, no mínimo, 600 mm, medidos a partir da porta do forno. Desta forma obtém-se uma rápida evacuação dos vapores quando o forno é aberto.

Além do que já foi referido, a hote deve ainda:

- Formar uma estrutura rígida e estável;
- Permitir uma fácil desmontagem para efeitos de limpeza/manutenção;

3.2.2. Influência de outros factores na performance das hotes

Correntes de ar cruzadas

As correntes cruzadas têm um efeito prejudicial na performance de qualquer hote. Podem acontecer quando existem portas e janelas abertas, se o sistema de ventilação não for o mais adequado para aquela cozinha, ou se este sistema tiver alguma anomalia. O efeito das correntes de ar cruzadas é mais notório em hotes do tipo ilha do que em qualquer outro tipo de hote.

Painéis laterais

A utilização de painéis laterais permite minimizar os efeitos das correntes cruzadas. São uma forma relativamente económica para melhorar a captura e contenção, o que permite na maioria dos casos reduzir o caudal de exaustão.

3.2.3. Captura e contenção

O termo “captura e contenção da hote” foi definido pela *ASTM F-1704 Standard Test Method for the Performance of Commercial Kitchen Ventilation System*, como a capacidade para a hote capturar e conter gordura, vapores, calor convectivo e outros produtos do processo de confecção. A captura da hote refere-se aos produtos que entram no interior da hote vindos do plano de cocção, enquanto a contenção se refere aos produtos que se mantêm dentro do seu interior sem que estes transbordem para o espaço adjacente. Entende-se por captura e contenção mínima (caudal eficiente), as condições de funcionamento da hote para que o caudal mínimo seja suficiente para capturar e conter os produtos gerados pelos equipamentos em qualquer situação de funcionamento.

3.3. Visualização do escoamento – Técnica de *Schlieren*

A captura e contenção de uma hote pode ser verificada recorrendo a imagens de *Schlieren*, o que representou o maior avanço para a visualização da pluma térmica e de efluentes existentes no processo de confecção.

A técnica de *Schlieren* é um método não intrusivo que permite visualizar escoamentos. Desta forma é possível compreender o escoamento de calor e efluentes gerados pelos equipamentos de confecção.

Este processo de visualização utiliza uma fonte luminosa, uma lente, um espelho e um plano onde é projectada a luz refractada. A refração da luz deve-se à alteração do índice de refração do ar a diferentes temperaturas, resultando daí uma imagem que ilustra a pluma térmica.

No caso da ventilação de cozinhas, o método de *Schlieren* para visualização de escoamentos é usado para determinar se a pluma térmica gerada pelo equipamento de confecção é, ou não, capturada pela hote de exaustão. Com recurso a este método é assim possível redefinir o caudal

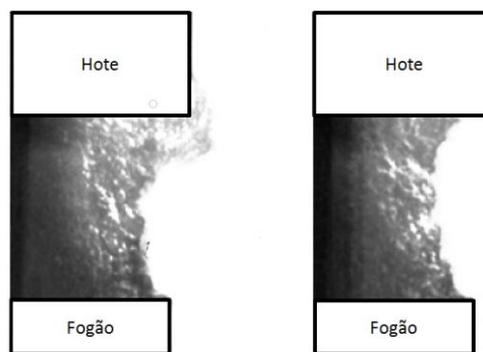


Fig. 3.8 - Imagem de *Schlieren*

de exaustão mais adequado para capturar a totalidade do calor e efluentes gerados pelo equipamento de confecção (*Figura 3.8*).

3.4.Ar de compensação

Um sistema de ventilação de uma cozinha profissional requer que a quantidade de ar que é exaurido seja igual à quantidade de ar insuflado na cozinha. Se não é repostado ar significa que não haverá exaustão e ocorrerão problemas. Não só a pressão do compartimento se torna bastante “negativa” como a hote se torna incapaz de capturar e conter os efluentes de cocção devido ao reduzido escoamento de exaustão. Comparando com a sala de jantar a diferença de pressão não deverá ultrapassar os 5 Pa. (*Monteiro, 2009*)

É também particularmente importante garantir ar de compensação adequado aos equipamentos a gás. A falta de ar de compensação, e/ou a incorrecta organização das condutas, podem levar à combustão incompleta e à acumulação dos produtos de combustão como o monóxido de carbono.

Por vezes existe a ideia errada de não investir em sistemas que permitam insuflar ar de compensação com o objectivo de poupar dinheiro na aquisição e no funcionamento desse equipamento. Em alternativa o ar pode ser insuflado pelo sistema de AVAC, no entanto pode não ser energeticamente eficiente fornecer 100% do ar de compensação por esta via.

A solução é especificar um abastecimento de compensação independente. Uma vez introduzido o ar de compensação, o desafio torna-se introduzir o ar na cozinha sem perturbar o desempenho da hote e/ou sem causar desconforto nos trabalhadores da cozinha.

3.4.1. Distribuição do ar de compensação

O ar que é removido da cozinha através de uma hote de exaustão deve ser compensado em igual volume de uma ou de várias das seguintes formas:

- Transferência de ar, por exemplo, da sala de refeições;
- Deslocamento;

O fornecimento do ar de compensação através de difusores de deslocamento a uma distância adequada é uma estratégia eficaz. É um processo análogo à transferência de ar a baixa velocidade da sala de refeições.

- Difusores de 4 vias;

Difusores de tecto localizados próximos dos sistemas de exaustão podem afectar a performance da hote, particularmente quando o escoamento se aproxima dos valores limite de projecto. A colocação de difusores em cozinhas profissionais deve ser feita a uma distância superior a três metros da hote, além de que o ar vindo de um difusor não deve ser direccionado para a hote. A velocidade de descarga no difusor deve ser regulada para um valor que tal como a velocidade terminal não exceda os 0,25 m/s nas bordas da área de captura da hote. A redução de velocidade do ar insuflado pelos difusores pode ser feita aumentando o numero de difusores.

- Hote com *plenum* (interno ou externo), integrados na hote:

Indução: curto-circuito interno;

Cortina de ar integrada;

Cortina de ar externa elevada;

Insuflação posterior;

Plenum frontal com grelha ou painel perfurado, e;

Combinação de *plenums* anteriores.

3.4.1.1. Influência do ar de compensação no desempenho da exaustão da hote

O ar de compensação colocado próximo de uma hote poderá interferir com a capacidade de captura e contenção da hote e torna-se mais susceptível com o aumento da percentagem de ar insuflado na proximidade da hote.

A temperatura do ar de compensação pode também prejudicar o desempenho da hote, dado que a densidade do ar influencia a dinâmica da movimentação do ar em redor da hote.

Os projectistas, mais do que definirem como ar de compensação, 80 a 90% do caudal de exaustão, devem assumir um rácio abaixo dos 60%, sendo os restantes 40% de ar repostos de outras fontes, como a transferência de ar ou do sistema AVAC (CEC, 2002).

Muitas vezes o ar insuflado nas salas de refeições é tratado, pelo que é vantajoso implementar um sistema de transferência e reutilizar esse ar na cozinha. É necessário no entanto que a sala de refeições seja de não-fumadores.

3.4.1.2. Método de fornecimento de ar de compensação na hote

As configurações mais comuns de fornecimento de ar de compensação em hotes são:

Indução

Estas hotes com compensação de ar interna foram desenvolvidas como uma estratégia de reduzir a quantidade de ar tratado necessário para o sistema de exaustão, introduzindo uma porção de ar de compensação directamente numa zona não temperada. Investigações mostram no entanto, que nos casos estudados, o fornecimento interno de ar de compensação não pode superar 15% do limite da taxa de exaustão sem afectar a captura e contenção dos efluentes. A diluição dos efluentes de cocção com o fornecimento de ar de compensação interno dificultam a visualização do derrame, mesmo usando a técnica de *Schlieren*, mas a degradação da cozinha confirmam que o desempenho da hote é afectado. Por esse motivo as hotes de indução não são recomendadas.

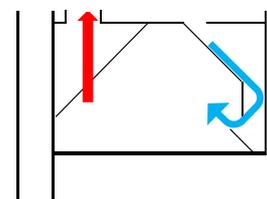


Fig. 3.9 - Hote de indução

Cortina de ar

A introdução de ar de compensação através de uma cortina de ar é arriscada, pelo que a maioria dos fabricantes recomenda limites de compensação de ar abaixo dos 20% do escoamento de exaustão (CEC, 2002).

Uma cortina de ar (por si própria ou em combinação com outros factores) não é recomendada, a menos que as velocidades sejam reduzidas ao mínimo e o projectista tenha acesso aos dados de desempenho da cortina actual. Velocidades de descarga elevadas afectam também a captura e contenção dos efluentes de cocção.

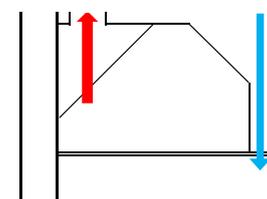


Fig. 3.10 - Hote com cortina de ar

Face frontal

O fornecimento de ar através da face frontal da hote é o método recomendado por muitos fabricantes. No entanto, a descarga pela face frontal, com grelhas ou face perfurada, podem ter desempenhos fracos se não tiver sido considerada a direcção e a velocidade de descarga do ar. A velocidade de descarga não deve exceder 0,75 m/s e deve sair com direcção horizontal. Maiores distâncias entre a borda inferior da hote e a

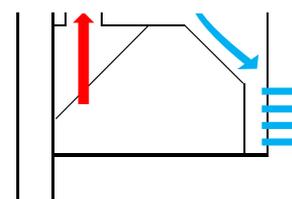


Fig. 3.11 - Hote com compensação pela face frontal

face de descarga podem diminuir a tendência do fornecimento de ar de compensação interferir com a captura e contenção da hote.

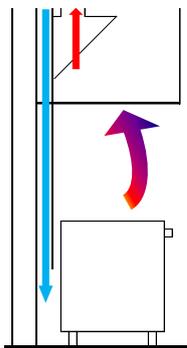


Fig. 3.12 - Hote parietal com compensação posterior

Compensação posterior

Estudos laboratoriais mostraram que o fornecimento de ar de compensação pela retaguarda pode ser uma estratégia eficaz. No entanto a descarga na retaguarda deve ser pelo menos 30 cm abaixo da superfície de cocção, para evitar a interferência com os queimadores de gás. A quantidade de ar introduzido desta forma não deve superar o valor de 60% do escoamento de exaustão da hote. Hotes com um *plenum* mais profundo ou com áreas de difusor maiores têm velocidades de descarga menores. No caso de se utilizarem difusores é importante prever o acesso para limpeza.

Perímetro perfurado

O fornecimento por plenums perfurados direcciona o ar para baixo em direcção à zona de captura da hote. A velocidade de descarga não deve exceder os 0,75 m/s e a distância à borda inferior da hote não deve ser menor do que 45 cm, caso estes valores não sejam respeitados o sistema actuará como uma cortina de ar (CEC, 2002). O alargamento do *plenum* diminuirá a velocidade de descarga do escoamento de compensação e reduz a hipótese de o ar de compensação afectar a captura e contenção. Caso o pleno se prolongue para as laterais, o aumento de área permitirá um maior fornecimento de compensação.

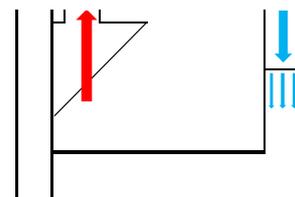


Fig. 3.13 - Compensação de ar por perímetro perfurado

3.5. Caudal de exaustão

Uma hote soluciona o problema dos contaminantes presentes no ar assim como da componente térmica de carácter convectivo. No entanto é necessário escolher o caudal de exaustão apropriado. A escolha depende do tipo e da utilização do equipamento de confecção sob a hote, da sua geometria e da forma como é insuflado o ar de compensação na cozinha.

As aplicações de cozinha são classificadas como ligeiras, moderadas, fortes, e muito-fortes, dependendo da pluma térmica, da quantidade de gordura e do fumo produzido. A pluma térmica é o factor mais importante no cálculo do caudal de exaustão. A pluma térmica pode ser muito turbulenta, varia com o processo de confecção. Equipamentos como fornos e fritadeiras

pressurizadas têm pequenas plumas térmicas até serem abertas para se retirar os alimentos. À medida que a pluma surge, o ar sobe, é capturado pela hote e é removido pelo ventilador de exaustão. O ar em redor da hote movimentar-se-á para substituir o espaço deixado pelo ar exaurido, ocorrendo assim a compensação.

O caudal de exaustão depende também do estilo da hote e das características do projecto. Hotes parietais, hotes de ilha simples ou dupla, hotes de proximidade, têm diferentes áreas de captura e são montadas a diferentes alturas, isto é, de acordo com o equipamento de confecção. Geralmente uma hote de ilha simples requer mais exaustão que uma hote parietal, e uma hote parietal requer mais exaustão que uma hote de proximidade. O desempenho de uma hote de ilha dupla assemelha-se ao desempenho de duas hotes parietais justapostas, no entanto a ausência de uma barreira física entre as secções das duas hotes torna a configuração mais sensível às correntes de ar.

A disposição dos pontos de distribuição do sistema AVAC e do ar de compensação podem afectar a performance da hote, destruindo as plumas térmicas e conseqüentemente a captura e contenção do equipamento de extracção. A localização de portas, janelas, passa-pratos, podem também possibilitar a ocorrência de correntes de ar e para evitar isso são tipicamente aplicados factores de segurança no cálculo do caudal de exaustão para compensar a movimentação de ar indesejado dentro da cozinha.

De acordo com a norma VDI 2052 o caudal de exaustão não deve exceder 3% a 5% do caudal de ar de compensação.

O caudal de exaustão começou por ser estimado com recurso a metodologias pouco fiáveis, considerando a área da cozinha, superfície de cocção, velocidade de aspiração da hote, taxa de renovação e número de refeições a servir simultaneamente. Actualmente, existem vários métodos, sendo que os melhores resultados se obtêm pelo método tradicional da aspiração, método do IMC (ASHRAE), método da convecção térmica, e o método da carga térmica. (Monteiro, 2009)

Capítulo 4. Conforto térmico

O conforto térmico não é um conceito exacto e não envolve condições térmicas únicas. Satisfazer todos os indivíduos inseridos num determinado ambiente térmico é uma tarefa quase impossível (Markov, 2002).

A temperatura do local de trabalho afecta a produtividade dos trabalhadores (Figura 4.1), além de que, as condições de conforto térmico diminuem também o número de acidentes. Quando a temperatura interior nas cozinhas profissionais é muito alta (acima de 28 °C) a produtividade e o conforto global diminuem rapidamente. (Halton, 2007)

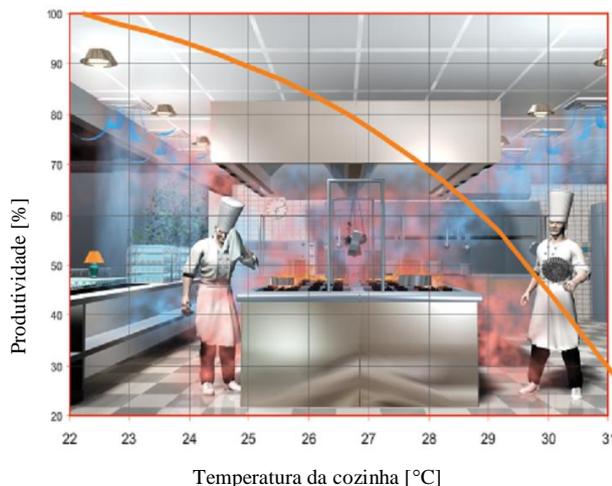


Fig. 4.1 - Influência da temperatura na produtividade

fonte: Halton™

O conforto térmico pode ser avaliado a partir da combinação de diferentes factores, tanto físicos como individuais. Dos parâmetros físicos condicionantes fazem parte a temperatura do ar, a temperatura média radiante; a humidade relativa do ar e a velocidade do ar. Quanto a parâmetros individuais destacam-se o vestuário usado e a actividade desenvolvida (Quintela, 2007). Além destes, o peso, idade, estado de saúde, entre outras, influenciam a sensibilidade da pessoa às condições térmicas (EASHW, 2008).

De modo a que o ser humano se sinta satisfeito no ambiente térmico em que se insere, a temperatura do organismo deve situar-se entre os 36 °C e 38 °C (EASHW, 2008). Quando a temperatura corporal ultrapassa estes valores, o corpo acciona determinados mecanismos¹⁰ fisiológicos, de modo a contrariar esse aumento. Se apesar disso o corpo continuar a aumentar a sua temperatura rapidamente, a pessoa entra em stress térmico (EASHW, 2008). O stress térmico corresponde à *quantidade de calor que tem de ser dissipado ou produzido para manter o corpo humano em equilíbrio térmico* (WHO, 1969). Quando a temperatura corporal central ultrapassa os 38 °C, o risco de ocorrência de stress térmico aumenta (OSHA, 2008).

¹⁰ No corpo humano o mecanismo capaz de controlar as trocas de calor é o hipotálamo, que a partir da temperatura interior, regula o caudal sanguíneo e a intensidade da transpiração, igualando a energia produzida no interior do corpo e as perdas térmicas para o exterior. No entanto este mecanismo é limitado a certas condições exteriores, não tendo por isso capacidade de resposta para grandes períodos de exposição a temperaturas muito altas ou muito baixas.

4.1. Avaliação do ambiente térmico

No presente estudo a análise térmica dos locais recorreu a duas normas:

ISO 7730 – Ambientes térmicos moderados

ISO 7243 – Ambientes térmicos quentes

4.1.1. ISO 7730 – PMV & PPD

A norma internacional ISO 7730 (2005) avalia ambientes térmicos moderados e foi desenvolvida e revista a par da norma 55 da ASHRAE.

A sensação térmica para o organismo humano é principalmente relacionada com o balanço térmico do corpo como um todo. Este balanço é influenciado pelos parâmetros ambientais e individuais já referidos. Quando estes parâmetros tiverem sido medidos, a sensação térmica do corpo como um todo pode ser prevista pelo cálculo do voto médio previsto (PMV – predicted

Tabela 4.1 - Escala de sensações térmicas

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

mean vote)

O índice PMV prevê o valor médio dos votos de um grande grupo de pessoas e classifica-os numa escala de sete sensações térmicas (Tabela 4.1), baseadas no balanço térmico do corpo humano. Esse balanço é obtido quando a produção interna de calor do corpo é igual à perda de calor para o ambiente. Num ambiente moderado, o sistema humano termo-regulador actua automaticamente para modificar a temperatura da pele, originando a

sudação e mantendo o balanço térmico.

De acordo com a norma, os indivíduos termicamente insatisfeitos são aqueles que sentem o ambiente quente (+3), morno (+2), fresco (-2) ou frio (-3).

O PMV pode ser calculado para diferentes combinações de metabolismo, vestuário, temperatura de ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e humidade do ar. O índice deve ser usado só para valores de PMV entre “-2” e “+2” e quando os seis principais parâmetros que se apresentam, se situam nos respectivos intervalos.

Metabolismo – 46 W/m² a 232 W/m² (0,8 met a 4 met)

Isolamento do vestuário – 0 m²·K/W a 0,310 m²·K/W (0 clo a 2 clo)

Temperatura do ar – 10 °C a 30 °C

Temperatura média radiante – 10 °C a 40 °C

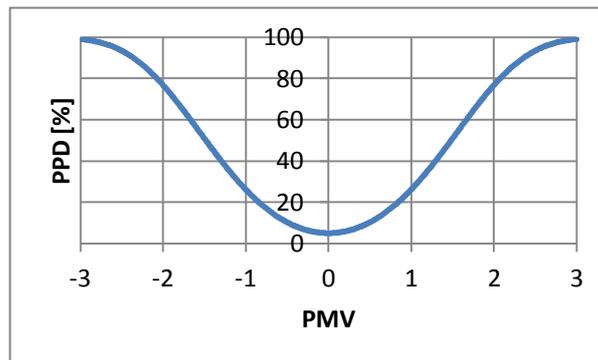
Velocidade do ar – 0 m/s a 1 m/s

Pressão parcial de vapor – 0 Pa a 2700 Pa

A percentagem de pessoas insatisfeitas (PPD – predicted percentage dissatisfied) fornece uma previsão do desconforto térmico de um grande número de pessoas expostas a um mesmo ambiente. Individualmente, os votos dispersam-se em redor de um valor médio, o que permite prever o número de pessoas com tendência a sentirem calor ou frio.

De acordo com a norma ISO 7730, um compartimento é considerado termicamente confortável quando o PPD não supera o valor de 10%, o que implica que PMV se situe entre “-0,5” e “+0,5”. Analisando a *Figura 4.2* constata-se que mesmo para a situação considerada como a de neutralidade térmica corresponde uma percentagem de insatisfeitos de 5%, o que denota as diferenças entre as pessoas e a subjectividade de uma temperatura de conforto normalizada.

Fig. 4.2 - Relação de PPD com PMV



O desconforto térmico pode ser também causado por aquecimento ou arrefecimento localizado numa determinada parte do corpo. Os factores mais comuns de desconforto são a assimetria da temperatura média radiante, correntes de ar, diferenças de temperatura de ar verticais e pavimentos frios ou quentes.

O cálculo do PMV e PPD foi efectuado com o software do equipamento Brüer & Kjær 1213 pelo que não são expostas as equações.

4.1.2. ISO 7243 – WBGT

Para situações de ambientes quentes mais distantes do patamar de conforto térmico pode avaliar-se o stresse térmico dos trabalhadores expostos através do índice WBGT. O stresse térmico a que uma pessoa se sujeita quando exposta a um ambiente quente, depende do calor produzido dentro do corpo em resultado da actividade física e das características da transferência do calor entre o corpo e o ambiente.

Uma análise detalhada da influência do ambiente no stresse térmico requer o conhecimento dos quatro parâmetros básicos: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e humidade. No entanto, uma estimativa global desta influência pode ser feita medindo parâmetros derivados destes parâmetros básicos e que são uma função de características físicas do espaço usado.

O índice WBGT combina a avaliação de dois parâmetros derivados, temperatura de bolbo húmido natural (t_{bhn}), a temperatura de globo (t_g) e em algumas situações da medição da temperatura do ar (t_a).

As expressões seguintes mostram a relação entre estes diferentes parâmetros:

Para situações com exposição solar directa,

$$WBGT = 0.7 \times t_{bhn} + 0.2 \times t_g + 0.1 \times t_a \quad (1)$$

E no caso de não existir exposição solar directa, como acontece nas cozinhas profissionais,

$$WBGT = 0.7 \times t_{bhn} + 0.3 \times t_g \quad (2)$$

Quando os parâmetros ambientais não podem ser considerados uniformes (homogeneidade <95%) no espaço que rodeia o trabalhador, é necessário determinar o índice WBGT em três posições correspondentes à altura da cabeça, do abdómen e dos tornozelos. Assim, se o trabalhador estiver de pé as alturas de medição devem ser respectivamente a 1,70 m; 1,10 m e; 0,10 m.

O valor médio ponderado do índice WBGT é obtido pela equação seguinte,

$$WBGT = \frac{WBGT_{cabeça} + (2 \times WBGT_{abdómen}) + WBGT_{tornozelos}}{4} \quad (3)$$

Caso os valores registados tenham homogeneidade acima dos 95%, basta adoptar a medição ao nível do abdómen.

Para uma medição rápida do índice WBGT basta considerar uma medição onde o nível de stresse térmico é máximo. No caso de não ser possível colocar os sensores na zona normal de trabalho, devem ser colocados onde possam ser expostos a influências semelhantes do ambiente.

4.1.3. Avaliação subjectiva

Com o objectivo de averiguar como é que os trabalhadores sentem o ambiente térmico dos seus locais de trabalho, tornou-se indispensável inquirir os trabalhadores.

A execução de questionários tem vindo a tornar-se um meio cada vez mais utilizado para a realização de avaliações subjectivas. A *International Organization for Standardization (ISO)* e a *EuroFound* são algumas das organizações que tem adoptado essa estratégia a fim de averiguar as condições de trabalho a que os trabalhadores estão sujeitos (*Oliveira, 2006*).

O questionário desenvolvido no âmbito desta dissertação é constituído por 26 questões que podem ser divididas em quatro grupos diferentes. O primeiro grupo, com o qual se pretende efectuar uma caracterização geral dos trabalhadores, com questões sobre idade, sexo e actividade desenvolvida. Um segundo grupo, sobre a existência de sintomas característicos da exposição a ambiente quentes. Questões relacionadas com o vestuário e calçado usado por estes trabalhadores formam um terceiro grupo. Por último, um quarto grupo, que se refere ao ambiente térmico do local de trabalho.

A realização deste questionário teve como base o questionário apresentado na dissertação de mestrado de Oliveira (*1998*).

Este questionário foi respondido por um total de 13 trabalhadores no mesmo dia das medições.

4.2. Medidas de Protecção

Existem diferentes medidas de protecção contra o calor, contudo a aplicação destas deve ser realizada após uma caracterização pormenorizada do ambiente térmico do local. Estas medidas podem incidir sobre as fontes de calor, o ambiente de trabalho ou medidas de protecção individual. Referem-se de seguida algumas das possíveis medidas de minimização da exposição a ambientes térmicos quentes (*EASHW, 2008*):

- Instrução dos trabalhadores acerca dos perigos de trabalhar com calor, dos benefícios de aplicar os controlos e dos métodos de trabalho adequados.
- Instalação de sistemas de ventilação/climatização nos locais propensos a atingirem temperaturas elevadas. Estes sistemas podem ser instalados de forma a fazerem uma adequada renovação do ar ambiente;

- Instalação de sistemas de exaustão por cima dos locais onde haja uma elevada produção de calor, como por exemplo, fogões, fritadeiras, grelhadores, entre outros;
- As tubagens de vapor e água quente ou qualquer outra fonte de calor devem ser isoladas de modo a que os trabalhadores não sejam incomodados pela irradiação de calor ou circulação de ar quente;
- Redução da humidade, através da instalação de aparelhos de ar condicionado e desumificadores;
- Ter em consideração as correntes de ar na implementação dos postos de trabalho;
- Os trabalhadores não devem ser expostos repentinamente a ambientes térmicos quentes, essa inserção deve ser realizada gradualmente;
- Devem ocorrer períodos de repouso em zonas mais frescas de modo a atenuar o stresse provocado pelo calor;
- Alternância de posto de trabalho
- Redução da actividade física;
- Beber água regularmente durante o horário de trabalho. Não ingerir álcool ou cafeína;
- Fornecimento de equipamentos de protecção individual, tais como luvas, aventais, entre outros.

Capítulo 5. Caso de estudo



Fig. 5.1 - Locais das medições

Para a presente dissertação analisaram-se duas cozinhas (*Anexo A*) onde os alimentos foram confeccionados recorrendo a equipamentos e técnicas diferentes. Na *cozinha do restaurante A* efectuaram-se medições na proximidade dos queimadores, frigideira basculante e fritadeira; e na *cozinha do restaurante B* os equipamentos foram colocados junto ao grelhador (*Figura 5.1*).

Na fritadeira efectuaram-se apenas medições para caracterizar a qualidade do ar e na frigideira basculante medições que permitiram avaliar o ambiente térmico a que o trabalhador está exposto.

Os equipamentos de medição (*Anexo B*) foram colocados na zona onde o trabalhador necessita de estar para realizar a actividade de confecção (*Figuras 5.2 e 5.3*). Mediu-se a temperatura do ar e de globo negro, ao nível da cabeça, do abdómen e dos tornozelos, respectivamente a 1,70 m, 1,10 m e 0,10 m¹¹.

Registaram-se também, à cota de 1,10 m, os valores de temperatura operativa, velocidade do ar e humidade relativa.

Os sensores utilizados para medir os contaminantes existentes no ar foram colocados à altura das vias respiratórias – 1,60 m. Com estes equipamentos mediram-se as concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, compostos orgânicos voláteis, monóxido de carbono e dióxido de carbono.

Nos parágrafos seguintes apresentam-se os resultados referentes à exposição mais desfavorável, isto é, à situação a que os trabalhadores estariam sujeitos se estivessem permanentemente no local onde os alimentos foram confeccionados. No entanto, durante a medição verificou-se que os trabalhadores desempenharam outras funções enquanto os

¹¹ Nas tabelas e figuras que se apresentam nas próximas páginas as cotas foram substituídas por letras. A = 1,70 m; B= 1,10 m; C=0,10 m

alimentos eram preparados, pelo que a avaliação do stresse e sobrecarga térmica deveria ser ponderada pelo período de tempo correspondente a cada uma das actividades desenvolvidas, acontecendo situação idêntica com o ar respirado.

Os valores de isolamento de vestuário (0,6 clo) e de metabolismo (1,8 met) utilizados nas medições correspondem aos valores médios sugeridos pela *Halton*TM. Para esse valor de metabolismo a norma ISO 7243 sugere que o valor de WBGT de referência, para uma pessoa aclimatada ao calor, seja de 30°C.

Os dados térmicos que caracterizam os locais de trabalho são exibidos resumidamente nas tabelas do *Anexo F*. Os valores de temperatura do ar, temperatura média radiante e temperatura de bolbo húmido natural foram calculados como se expõe no *Anexo D* e os dados meteorológicos registados nesse dia são os que se apresentam no *Anexo E*.

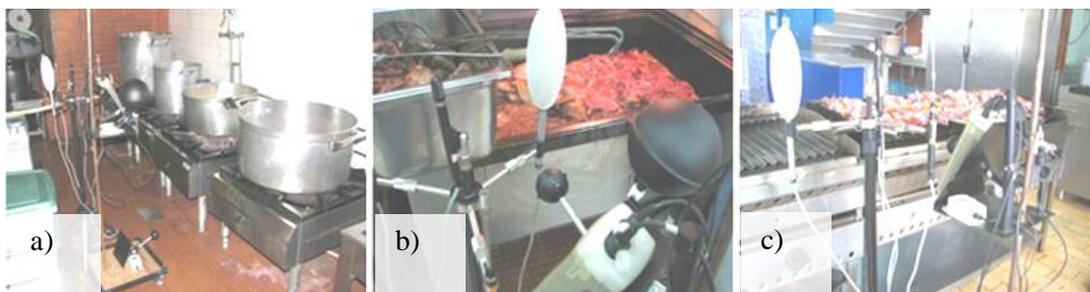


Fig. 5.2 - Medições térmicas

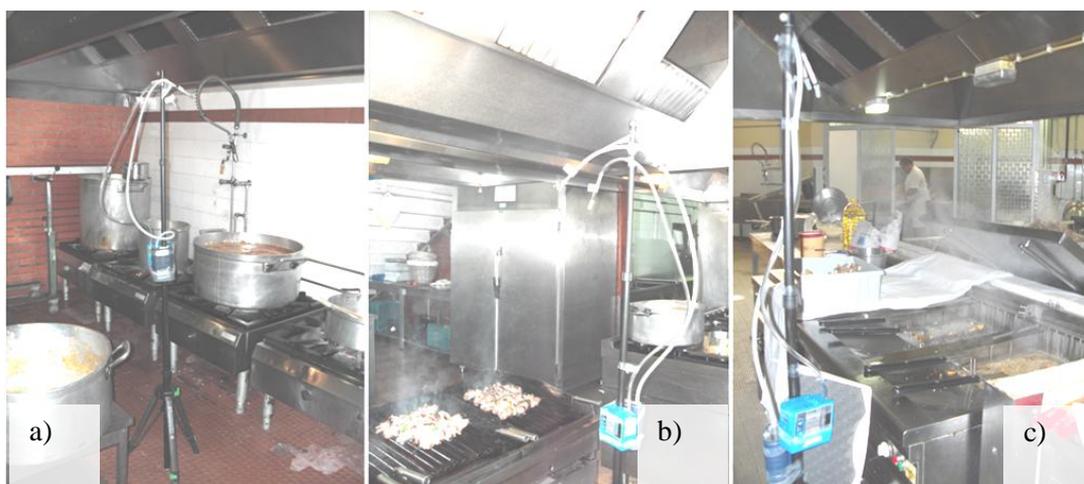


Fig. 5.3 - Medições da qualidade do ar

5.1. Avaliação do ambiente térmico dos locais de trabalho

5.1.1. Queimadores

A medição iniciou-se com a colocação dos globos negros na cozinha às 7:50h da manhã, à cota de 15 cm, numa banca de apoio existente junto aos queimadores (*Figura 5.4*). À mesma hora dois dos seis queimadores já se encontravam ligados e pelas 8:45h encontravam-se todos a funcionar. Os equipamentos de medição foram colocados na cozinha pelas 8:15h, mas só às 9:00h é que se iniciou o



Fig. 5.4 - Colocação dos globos na cozinha antes da medição térmica

período de registo de valores. O período compreendido entre a colocação dos equipamentos e o início da gravação dos dados, destinou-se à estabilização dos diversos equipamentos de medição, em particular do sensor de temperatura de globo negro. Nas medições efectuadas verificaram-se variações de temperatura que se explicam pela necessidade de regular a temperatura ao longo de todo o processo de confecção. As temperaturas mais altas registaram-se nos sensores ao nível dos tornozelos e do abdómen, o que acontece porque os queimadores se situam entre essas duas cotas (*Figura 5.7*. e *5.8*). O comportamento irregular da temperatura média radiante, visível na *Figura 5.8*, deve-se à velocidade do ar registada no mesmo instante (comparar com o gráfico da *Figura 5.10*).

Nesta cozinha a ventilação mecânica implementada serve apenas para fazer a exaustão das hotes e o ar que entra na cozinha deve-se sobretudo às correntes de ar, propositadamente criadas com a abertura de portas. A *Figura 5.10* mostra que a velocidade máxima alcançou os $0,4 \text{ m/s}$.

De acordo com os critérios definidos na norma ISO 7243, o trabalhador não se encontra numa situação de stresse térmico, uma vez que os valores de WBGT¹² não excedem o valor de referência ($30 \text{ }^\circ\text{C}$) (*Figura 5.9*). Por outro lado, à luz da norma ISO 7730 prevê-se que a Percentagem Prevista de Insatisfeitos (PPD) registre momentaneamente um máximo de 77%,

¹² Com os globos negros de diâmetro 50mm , calcularam-se os valores de WBGT às várias cotas e o valor de WBGT ponderado utilizando as equações (2) e (3), respectivamente. À cota de $1,10 \text{ m}$ mediu-se o valor de WBGT utilizando o globo negro de 150 mm de diâmetro e empregando a equação (2).

mas a média de valores é de 59% (Figura 5.11). Na Figura 5.12 é possível situar os pontos medidos na curva que relaciona PPD com PMV.

Nas várias visitas efectuadas, os exaustores estiveram sempre a funcionar à mesma velocidade de rotação durante todos os processos de cocção. Verificou-se, no entanto, com o auxílio de um conjunto de fios colados na hote, que ora a pluma térmica era capturada e contida pela hote ora transbordava (Figura 5.5).



Fig. 5.5 - Comportamento instável da pluma térmica

Na Figura 5.6 mostra-se o comportamento da temperatura do ar (T_{ar}), temperatura operativa ($T_{operativa}$), temperatura de globo com diâmetro 50 mm (T_g) e a temperatura do globo de diâmetro normalizado, 150 mm (T_{g150}). Neste gráfico é notória a contribuição radiativa na temperatura do local, além de se poder observar que a temperatura medida com globo de 150 mm é em média 1,45 °C superior à temperatura medida com um globo de 50 mm¹³.

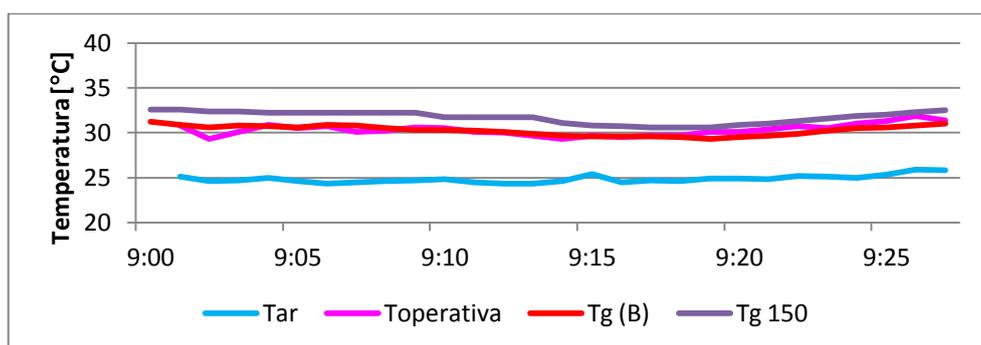


Fig. 5.6 - Temperaturas a 1,10m de altura

¹³ Na investigação efectuada por Oliveira (1998) foram comparadas temperaturas de globo com 38 mm e 150 mm e relacionadas com diferentes temperaturas do ar. A temperatura do ar neste local foi em média de 24,8°C e a temperatura do ar mais próxima considerada por Oliveira foi de 26,9 °C. Para esta temperaturas de ar o globo de 150 mm registou mais 0,2 °C que o globo de 38 mm, o que aponta para uma correcção ainda menor para o caso apresentado.

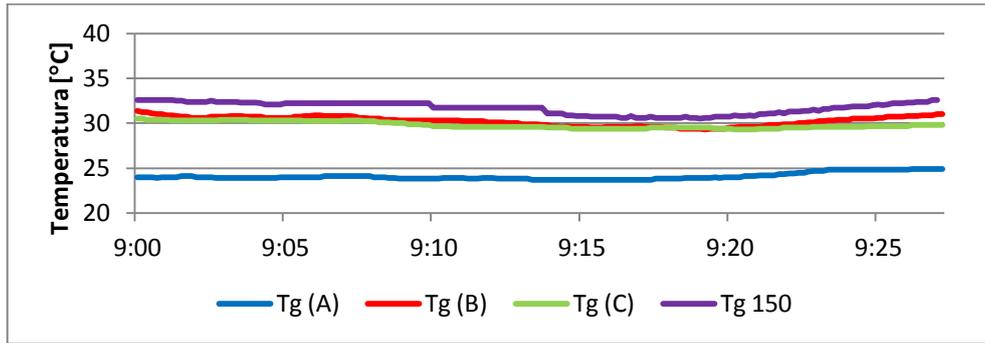


Fig. 5.7 - Temperatura de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m

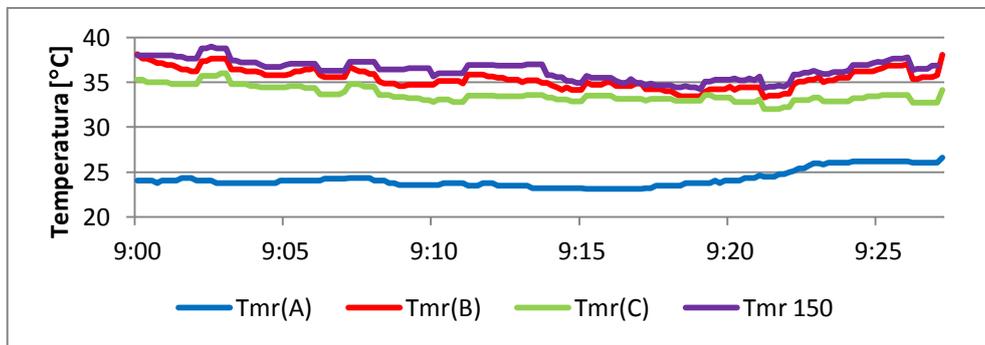


Fig. 5.8 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas

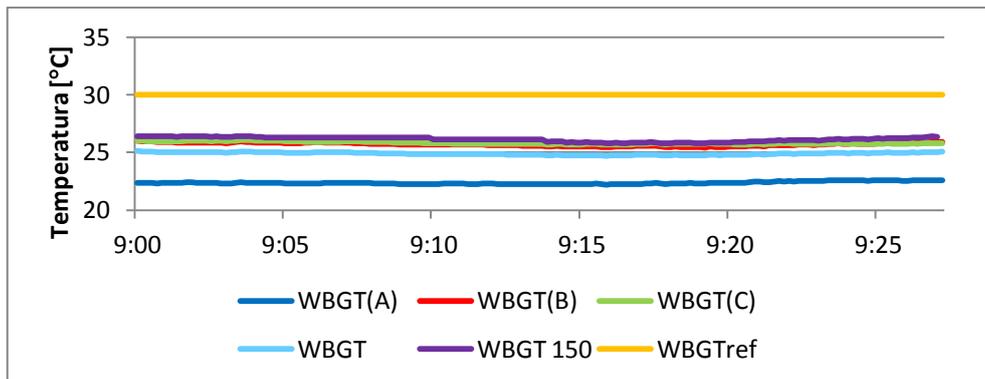


Fig. 5.9 - Índice WBGT

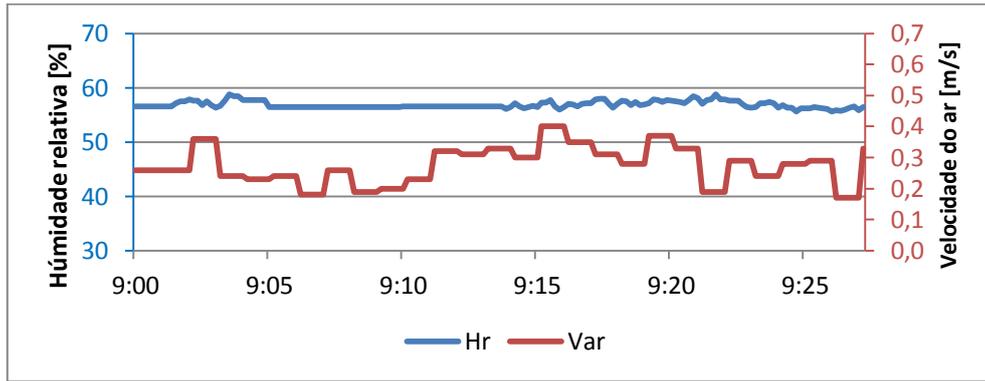


Fig. 5.10 - Humidade e velocidade do ar

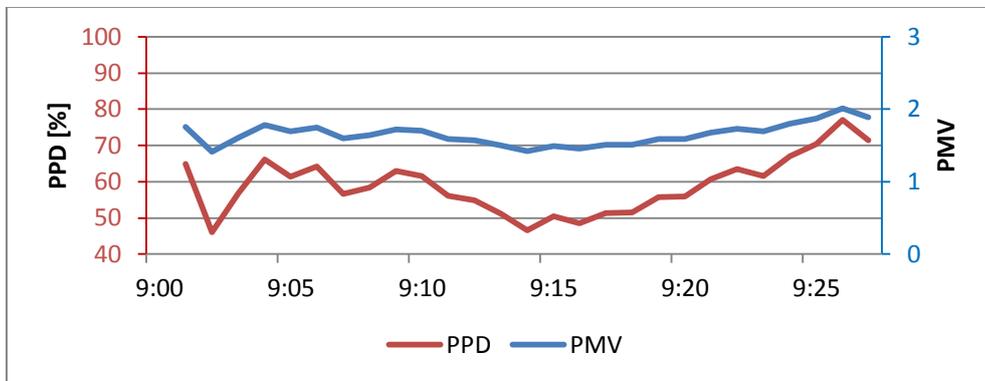


Fig. 5.11 - Índices PPD PMV

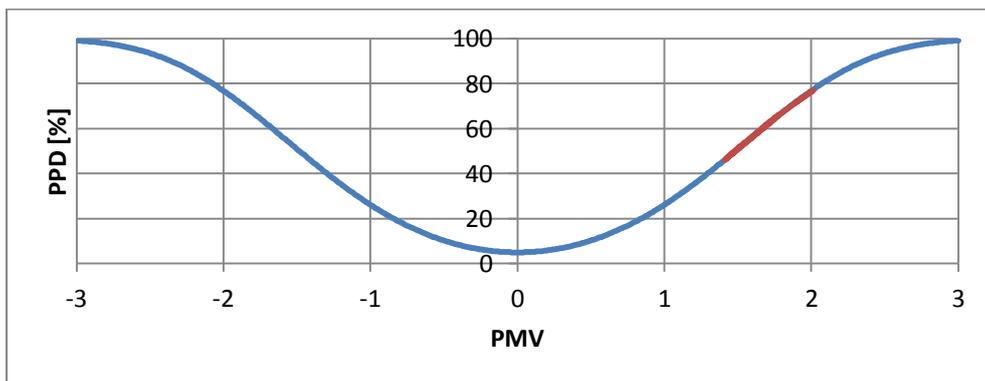


Fig. 5.12 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV

5.1.2. Frigideira basculante



Fig. 5.13 - Sistema de aquecimento da frigideira basculante - Vista por baixo

A caracterização do ambiente térmico junto deste equipamento aconteceu na mesma cozinha onde estavam os queimadores, no mesmo dia e utilizando os mesmos sensores. A frigideira basculante foi ligada pelas 9:26h e começou a ser usada às 9:36h. A colocação do material de medição foi feita às 9:55h e a aquisição dos dados iniciou-se às 10:10h e terminou às 10:24h.

Na *Figura 5.15* é notória a contribuição radiativa. Neste caso a temperatura medida com um globo de 150 mm é agora de 2,91 °C superior à mesma temperatura medida com um globo de 50 mm, o que se pode dever ao facto do globo de maiores dimensões ter estado mais próximo da pluma térmica (*Figura 5.2 b*) ou à necessidade de se ter de corrigir o valor medido com o globo de menores dimensões¹⁴.

De acordo com a norma ISO 7243 o valor de WBGT de referência não é ultrapassado, pelo que não se pode considerar que o trabalhador esteja sujeito a stresse térmico (*Figura 5.18*). A temperatura mais alta foi detectada ao nível dos tornozelos (*Figuras 5.16 e 5.17*) e isso acontece porque os queimadores que aquecem a frigideira basculante estão aproximadamente à cota de 50 cm e são apenas visíveis pelo sensor à cota mais baixa (*Figura 5.13*). Analisando o local à luz da norma ISO 7730, o valor médio previsto de insatisfação foi de 71% e o valor máximo detectado, num único momento, foi de 81% (*Figura 5.20 e 5.21*).



Fig. 5.14 - Vapores libertados pela frigideira basculante

A frigideira basculante estudada situa-se no meio da cozinha, num local entre as duas portas que se encontram abertas durante o processo de confecção, o que acontece ao longo de todo o

¹⁴ Neste caso a temperatura média do ar foi de 23,6 °C, o que aponta para que, a haver uma correcção da temperatura de globo, seja insignificante (*vd nota de rodapé 13*)

ano e origina uma forte corrente de ar que chega a alcançar os 0,6 m/s (Figura 5.19). Apesar da corrente de ar permanente, verificou-se que a hote capturava sempre os fumos e vapores (Figura 5.14).

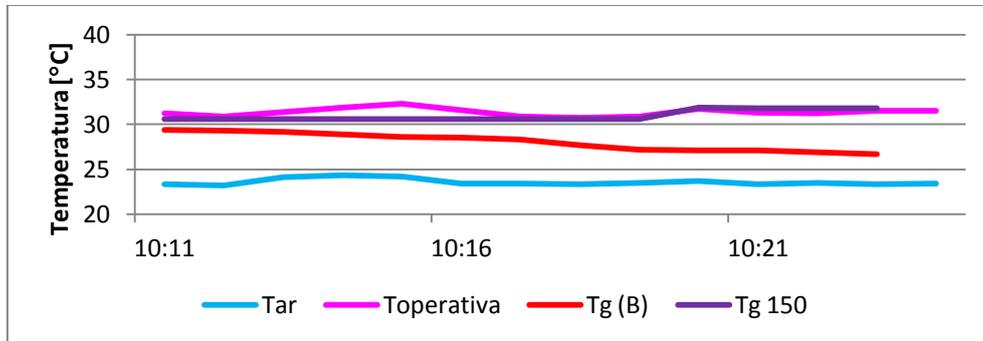


Fig. 5.15 - Temperaturas a 1,10 m de altura

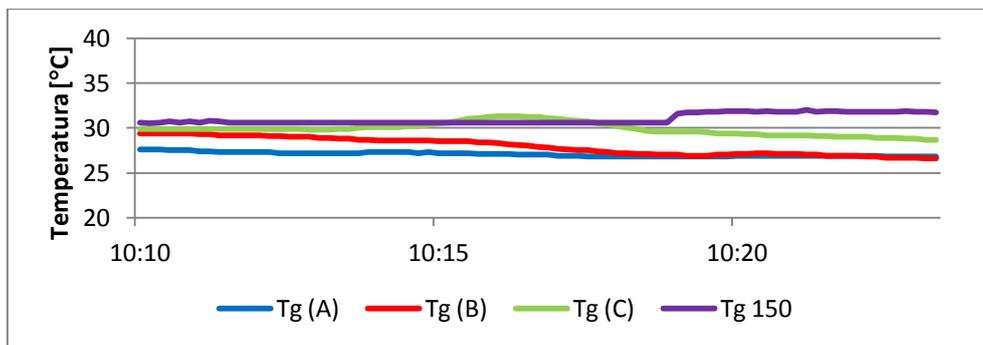


Fig. 5.16 - Temperaturas de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m

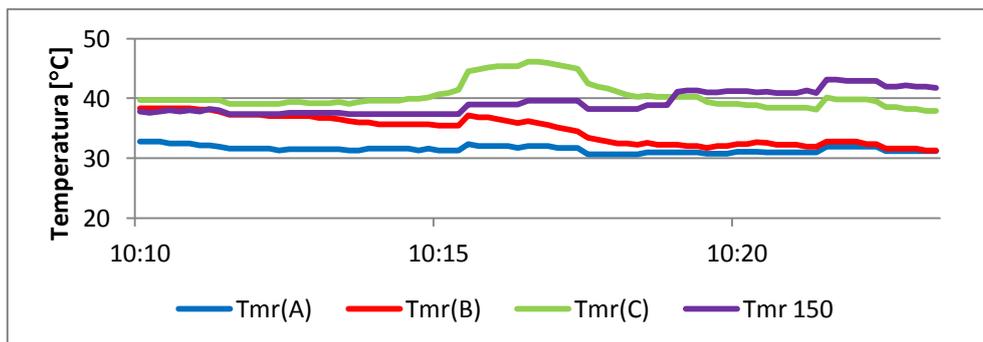


Fig. 5.17 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas

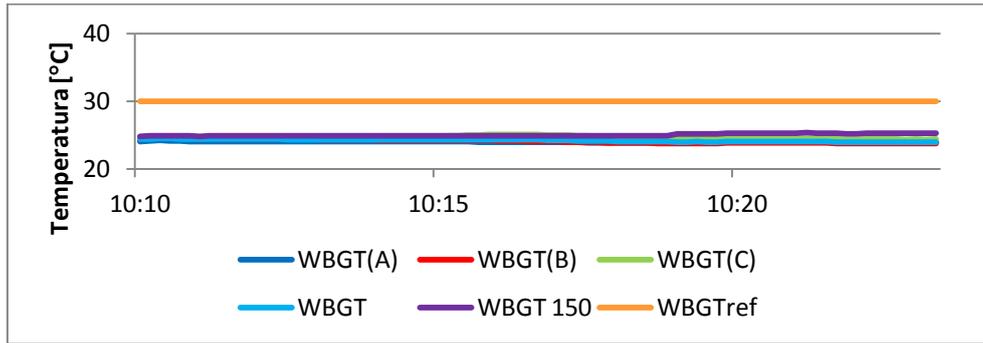


Fig. 5.18 - Índices WBGT

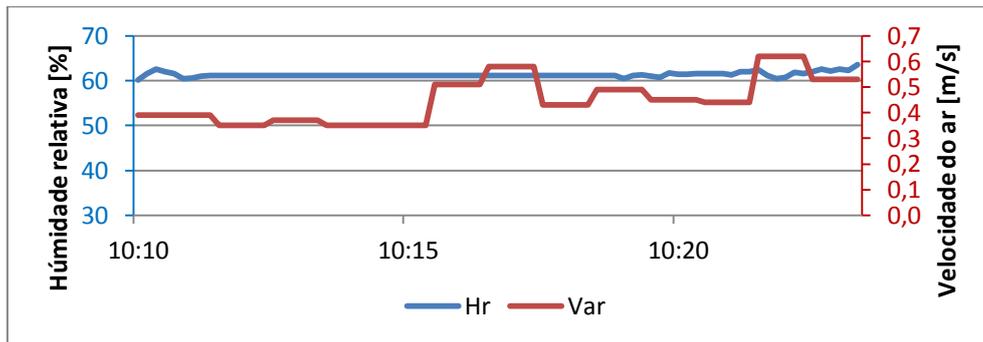


Fig. 5.19 - Humidade e velocidade do ar

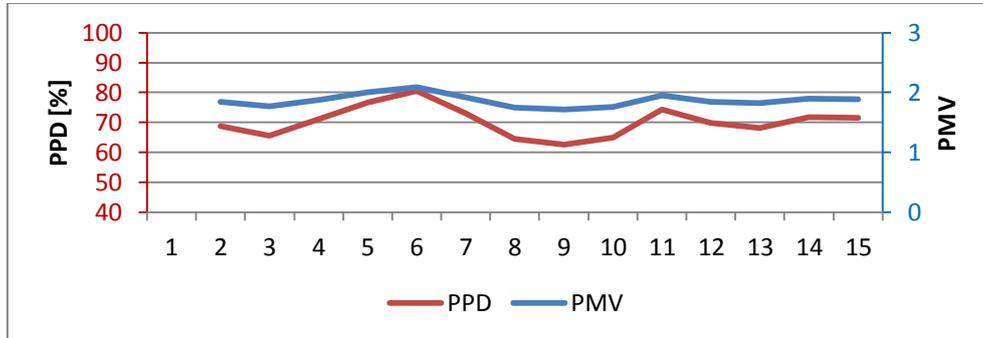


Fig. 5.20 - Índices PPD PMV

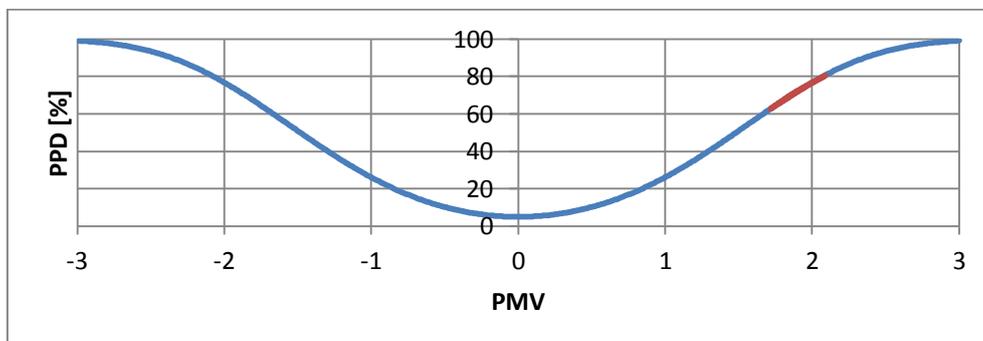


Fig. 5.21 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV

5.1.3. Grelhador



Fig. 5.22 - Manípulos do grelhador

A medição efectuada junto ao grelhador iniciou-se às 12:51h e terminou às 13:20h. Antes de iniciar a aquisição de dados, colocaram-se os globos no local da medição, cerca de dez minutos antes. O grelhador aqui apresentado é alimentado por gás e admite o controlo de 8 grelhas (*Figuras 5.22 e 5.23*), 4 utilizadas para grelhar peixe (*a*), (*b*), (*c*), (*d*) e as restantes para confeccionar carne (*e*), (*f*), (*g*), (*h*). Durante a preparação dos alimentos registaram-se poucas alterações nos manípulos do grelhador, o que também se reflecte na lenta evolução das temperaturas registadas (*Figuras 5.24*). Mais uma vez verifica-se que a temperatura de globo 150 mm regista valores superiores ao do globo de 50 mm colocado à mesma cota (*Figuras 5.25*), o que até poderia indiciar que o globo de 150 mm esteve mais próximo de uma pluma térmica mais significativa, aquela onde foi confeccionada carne. Neste caso a temperatura de globo de 150 mm foi, em média, superior 5,23 °C à da temperatura registada no globo de 50 mm¹⁵.

Pelas 13:10h, momento de maior afluência, os manípulos do grelhador foram regulados para os níveis indicados na *Figura 5.23* e os globos estiveram colocados como na mesma imagem se apresentam. Durante todo o período de almoço as grelhas *a*) e *d*) estiveram sempre desligadas.

<i>a</i>)	<i>b</i>)	<i>c</i>)	<i>d</i>)	<i>e</i>)	<i>f</i>)	<i>g</i>)	<i>h</i>)
-	100%	100%	-	75%	75%	100%	100%



Fig. 5.23 - Regulação das grelhas em percentagem e posição dos globos (a roxo o globo de 150 mm e a verde o globo de 50 mm)

Durante a recolha de dados para análise do ar verificou-se que os fumos resultantes da confecção se deslocavam para a hote justaposta (*Figura 5.58*). Dias antes, o mesmo local apresentava valores de velocidade do ar a atingir os 0,39 m/s (*Figura 5.28*).

No presente caso a norma ISO 7730 não se aplica, uma vez que todos os valores de PMV excedem o valor de “+2” (*Figura 5.29 e 5.30*). Fazendo a análise de acordo com a norma ISO 7243 o valor de WBGT, utilizando o globo de 150 mm de diâmetro, indica que o trabalhador está sujeito a stresse térmico. Com os globos de 50 mm, só o valor de WBGT à cota mais baixa indica que o trabalhador está sujeito a stresse térmico o que não é suficiente para que o WBGT

¹⁵ Recorrendo novamente à investigação de Oliveira (1998) para uma temperatura do ar (30,1 °C), a mais semelhante à que se registou a esta cota (29,1°C), a temperaturas de globos de 150 mm era 4,5 °C superior à dos globos de 38 mm.

ponderado ultrapasse o limite dos 30 °C impostos pela norma 7243 para o metabolismo seleccionado (Figura 5.27).

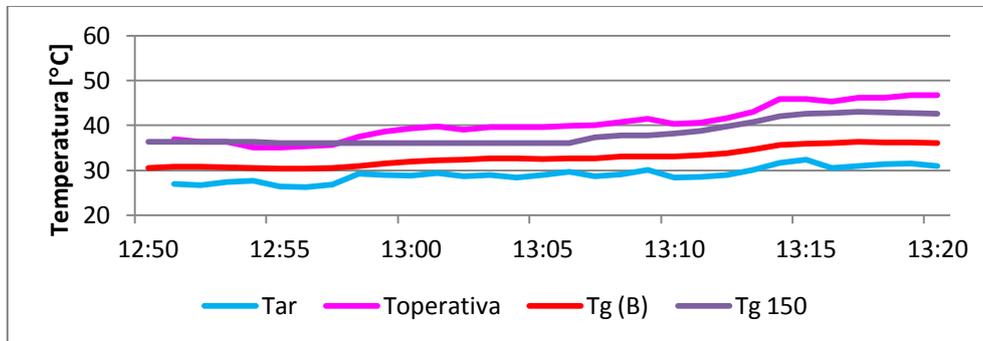


Fig. 5.24 - Temperaturas a 1,10 de altura

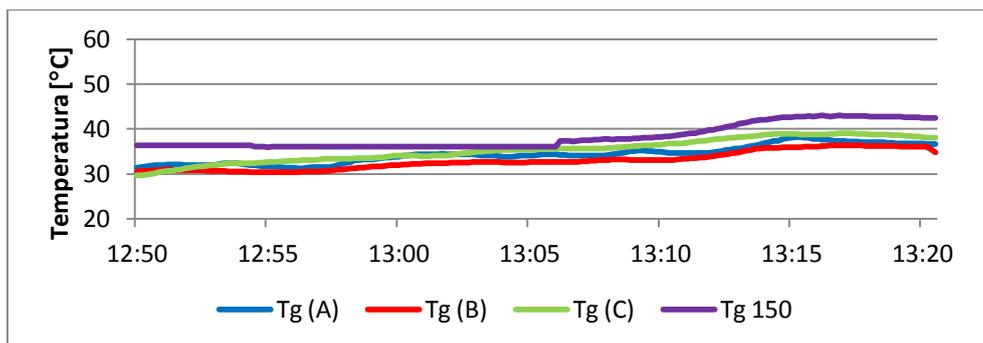


Fig. 5.25 - Temperaturas de globos com diâmetro de 50 mm a várias cotas e Temperatura de globo de diâmetro 150 mm à cota de 1,10 m

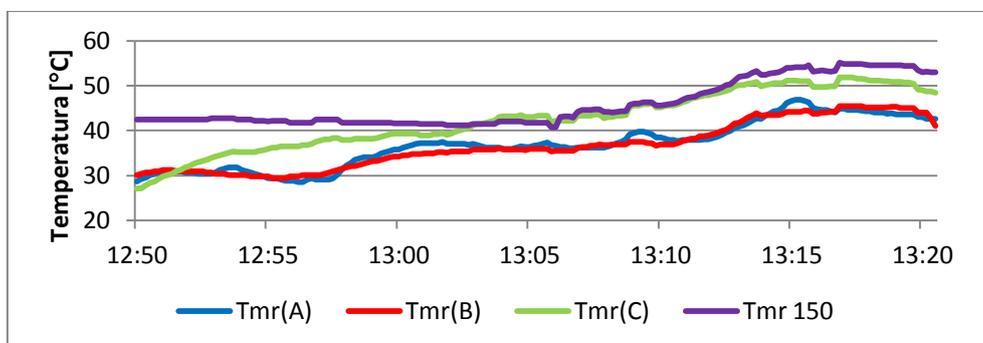


Fig. 5.26 - Temperaturas médias radiantes a várias cotas

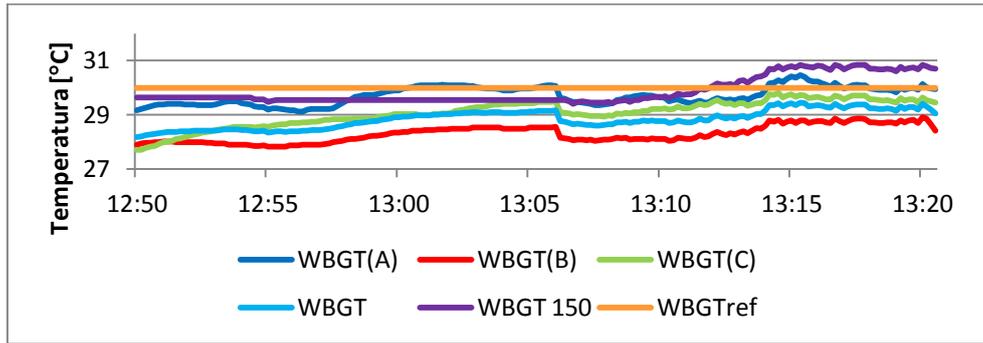


Fig. 5.27 - Índice WBGT

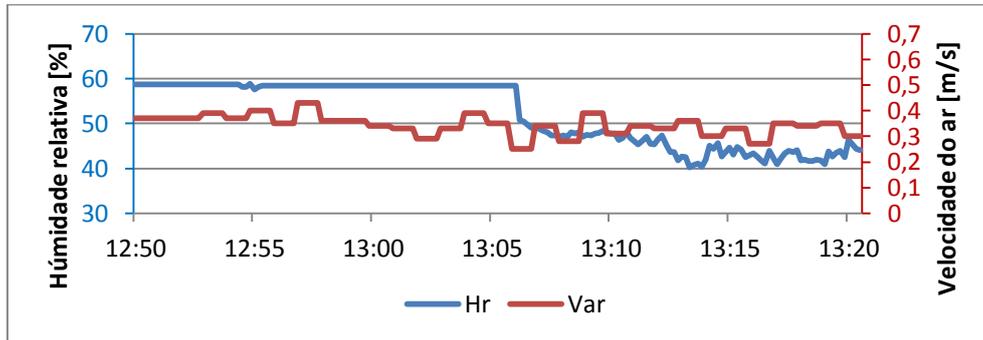


Fig. 5.28 - Humidade e velocidade do ar

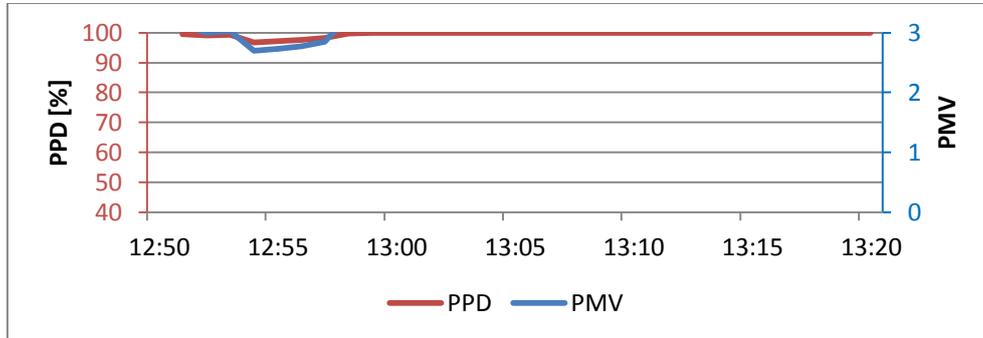


Fig. 5.29 - Índices PPD PMV

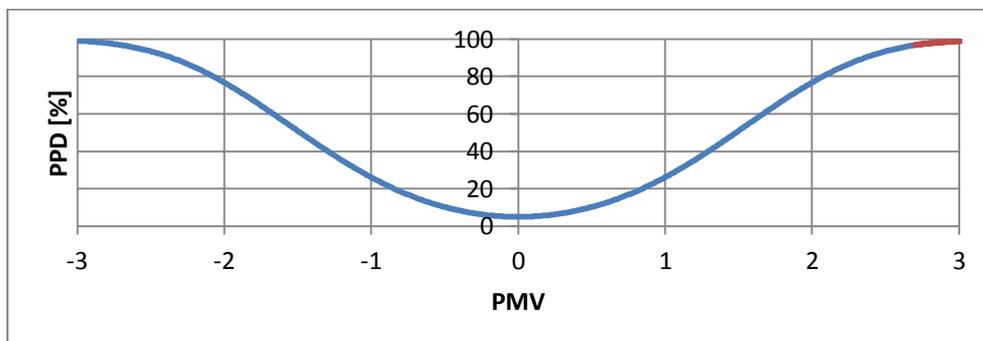


Fig. 5.30 - Amplitude de valores registados sobre a curva que relaciona PPD com PMV

5.1.4. Resultados do inquérito

Além das medições térmicas recolheram-se também as opiniões dos trabalhadores quanto ao seu local de trabalho. Na população em estudo 54% são do sexo feminino e a maioria tem mais de 40 anos de idade. (Figura 5.31 e 5.32)

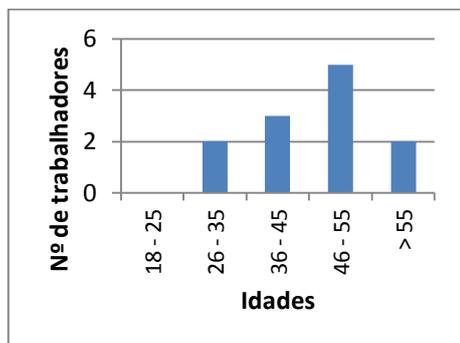


Fig. 5.31 - Distribuição de idades

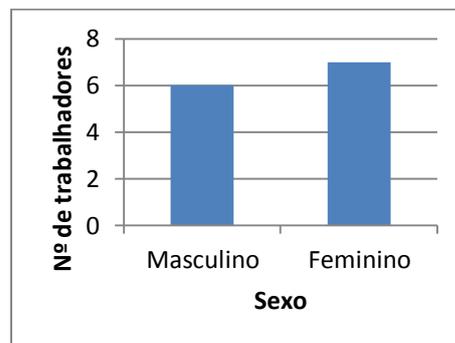


Fig. 5.32 - Distribuição por género

Quando inquiridos sobre sintomas, possivelmente causados por ambientes quentes, verificou-se que todas as mulheres referiram pelo menos um, e só dois homens responderam à questão (Figura 5.33).

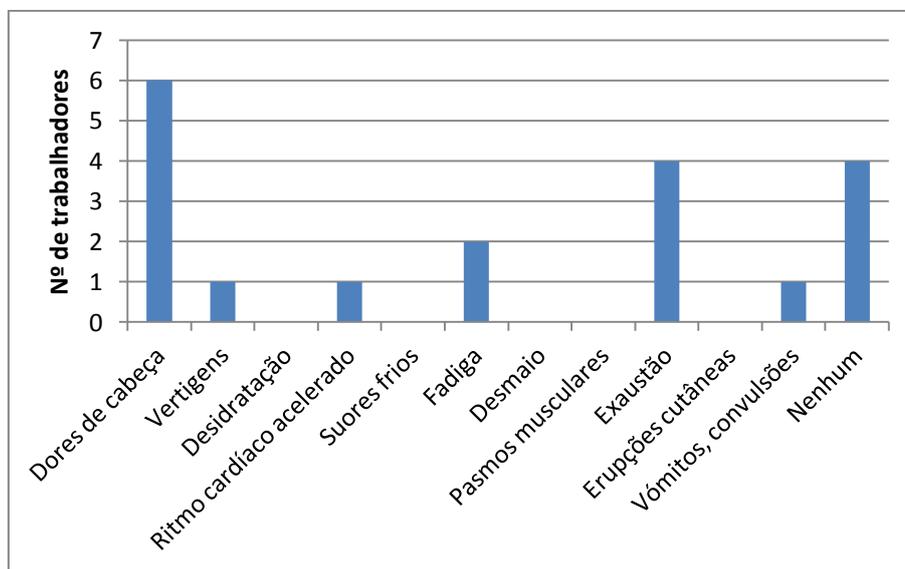


Fig. 5.33 - Sintomas declarados

Na Figura 5.34 ilustra-se a distribuição das categorias profissionais dos trabalhadores das cozinhas analisadas. A maioria trabalha na actividade de restauração há mais de 20 anos (Figura 5.35). Independentemente do tempo que desenvolvem a sua actividade no ramo da restauração, todos os trabalhadores afirmam que são sujeitos a ambientes térmicos quentes, um trabalhador

refere que essa exposição é de 3 a 5 horas e os restantes declaram que esse tempo de exposição supera as cinco horas (*Figura 5.36*).

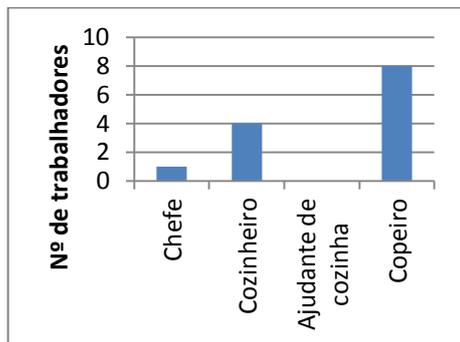


Fig. 5.34 - Actividade que desempenha

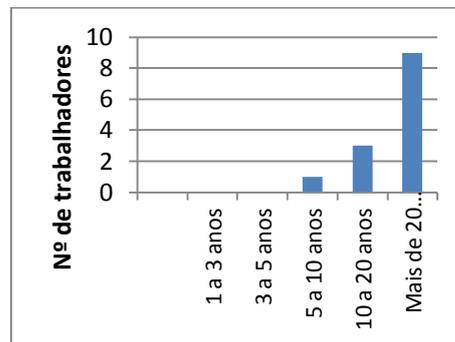


Fig. 5.35 - Tempo na actividade de restauração

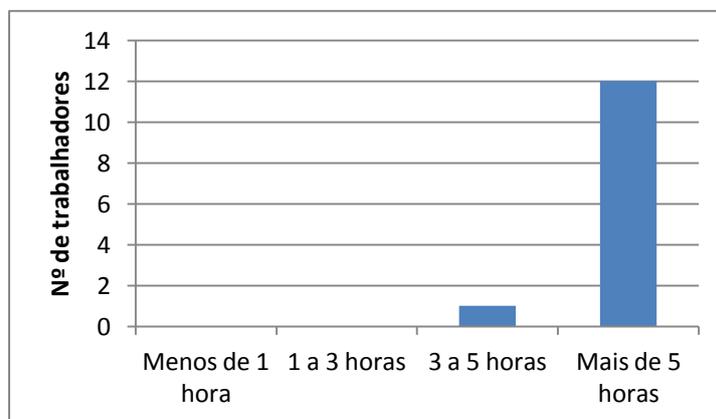


Fig. 5.36 - Nº de horas que o trabalhador passa em ambientes quentes

O vestuário confere aos trabalhadores uma protecção térmica, a qual é ligeiramente reforçada com uma T-shirt na época de Inverno. À data do inquérito as respostas sobre o vestuário mostradas nas *Figura 5.37* e *5.38* referiam-se à situação de Verão. Para 84,6% dos trabalhadores é também este o período mais desfavorável para desenvolver a actividade (*Figura 5.39*). A maioria dos trabalhadores desenvolve a sua actividade de pé (*Figura 5.40*) e é sobretudo durante o período de tempo em que se começam a servir as refeições que sentem mais desconforto térmico e desenvolvem actividades mais intensas (*Figura 5.41* e *5.45*). Durante o seu dia de trabalho os funcionários referem na maioria que se deslocam “nenhuma” ou “poucas vezes” para locais mais frescos (*Figura 5.42*), no entanto verificou-se uma constante movimentação dos trabalhadores pela cozinha no decorrer da sua actividade, o que pode diminuir os níveis de exposição ao calor. Durante o horário de trabalho verificou-se que são inúmeras as tarefas desempenhadas pelos trabalhadores, geralmente sem pausas. De acordo com as respostas só uma pessoa admite fazer pausas no exercício da sua actividade (*Figura 5.44*), no entanto existem duas respostas que admitem fazer pausas inferiores a 15 minutos (*Figura 5.46*) e três

respostas que dizem que fazem pausas no seu local de trabalho (Figura 5.47). Quando os trabalhadores se sentem termicamente desconfortáveis, existe uma resposta que afirma que *muda de local* e, seis respostas para a *redução de actividade* e *abertura de uma porta ou janela* (Figura 5.48). Durante o horário de expediente observou-se com frequência que os trabalhadores tiveram necessidade de ingerir água, o que também é reconhecido pelos trabalhadores (Figura 5.43).

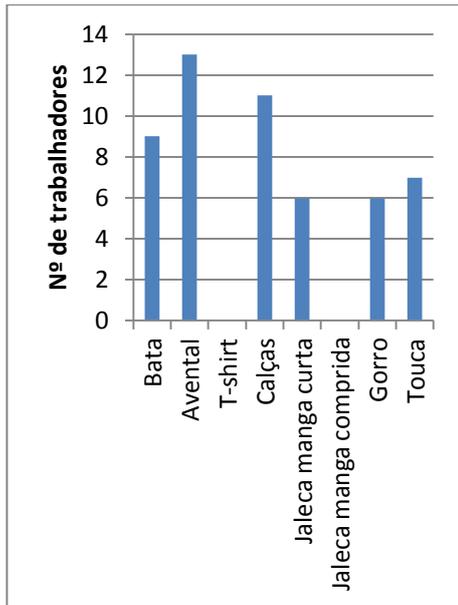


Fig. 5.37 - Vestuário utilizado

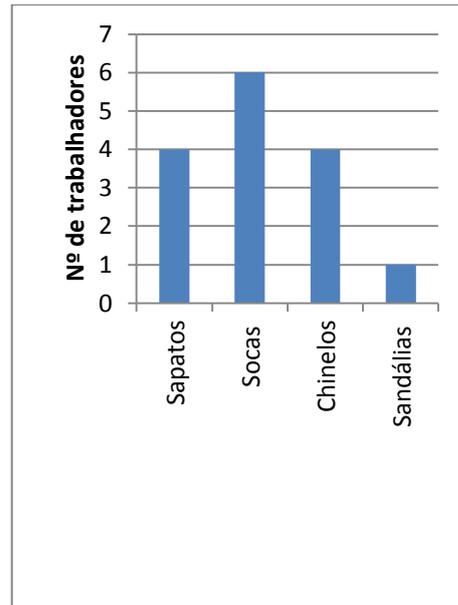


Fig. 5.38 - Calçado utilizado

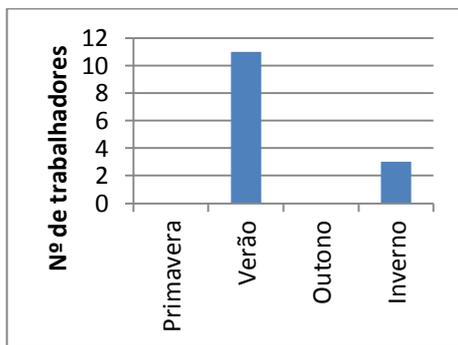


Fig. 5.39 - Estação de maior desconforto

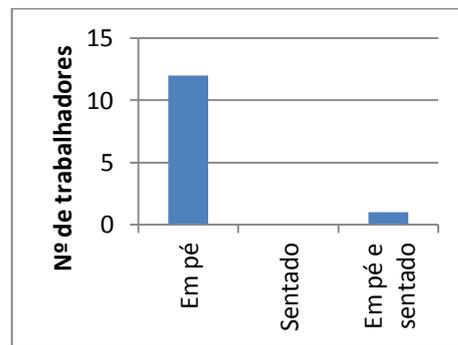


Fig. 5.40 - Posição de trabalho

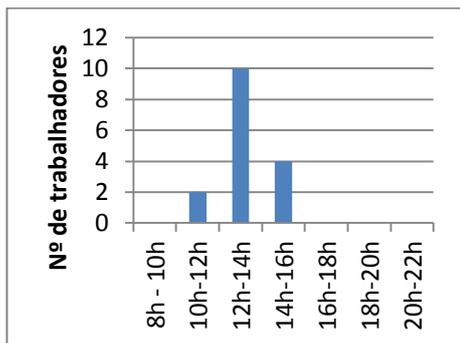


Fig. 5.41 - Período mais desfavorável durante um dia de trabalho

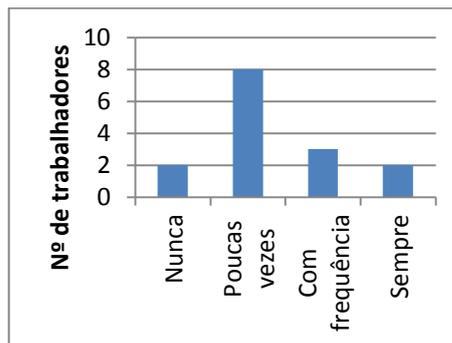


Fig. 5.42 - Deslocações para locais mais frescos

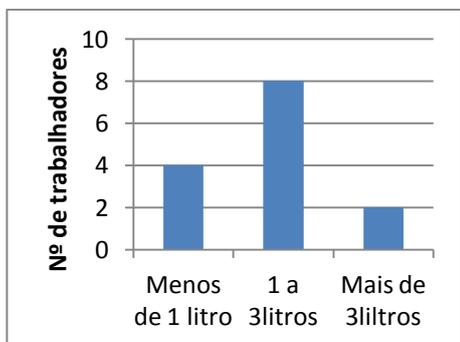


Fig. 5.43 - Ingestão de líquidos durante o período de trabalho

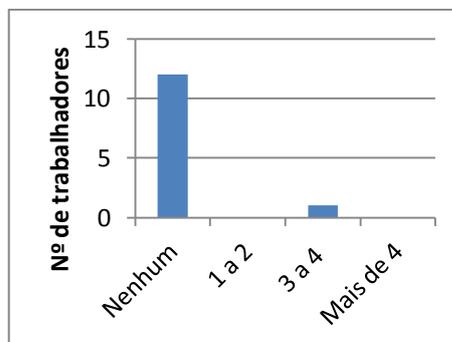


Fig. 5.44 - Momentos de repouso

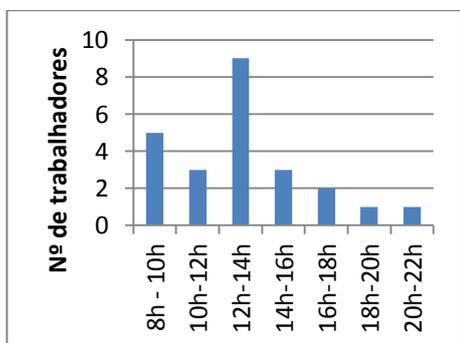


Fig. 5.45 - Período em que desenvolve actividades mais intensas

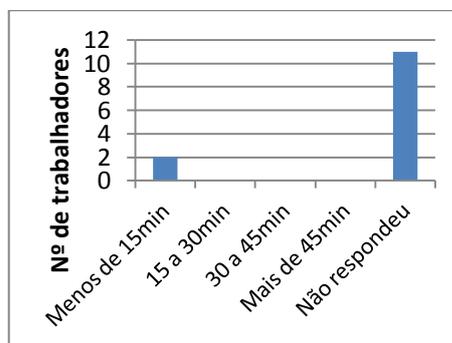


Fig. 5.46 - Duração da pausa

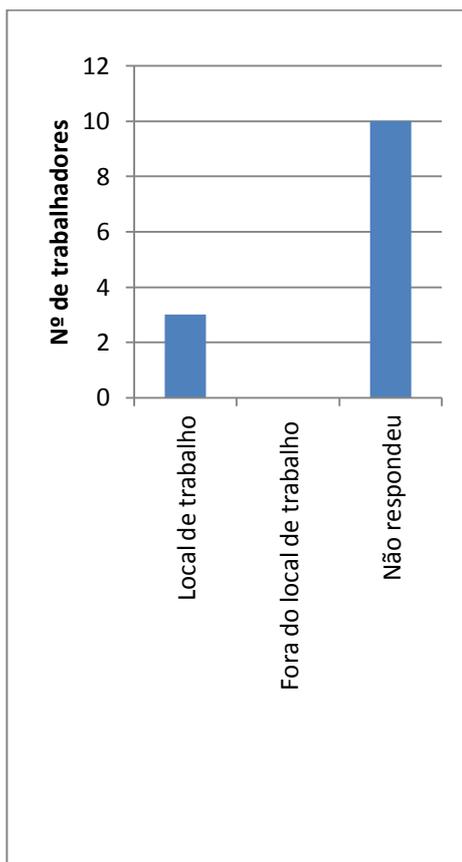


Fig. 5.47 - Local da pausa

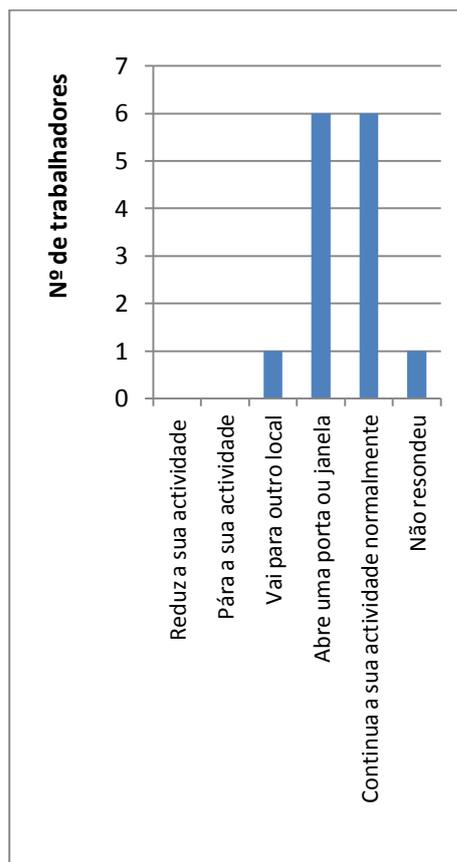


Fig. 5.48 - O que o trabalhador faz quando se sente termicamente desconfortável

Nas últimas questões procurou-se saber como é que os trabalhadores avaliam o seu local de trabalho. A avaliação sugerida usa uma escala de dez níveis em que “0” significa “Pouco” e “10” representa “Muito”. Com as respostas dadas, e apesar da dispersão, verifica-se uma tendência para considerar que o espaço de trabalho tem temperaturas elevadas (Figuras 5.49, 5.51 e 5.53) e caso pudessem alterar essa situação (Figura 5.57). Durante a actividade grande parte das pessoas afirma que transpira (Figura 5.50), mas de forma quase idêntica afirmam que toleram bem o calor no seu local de trabalho (Figura 5.52).

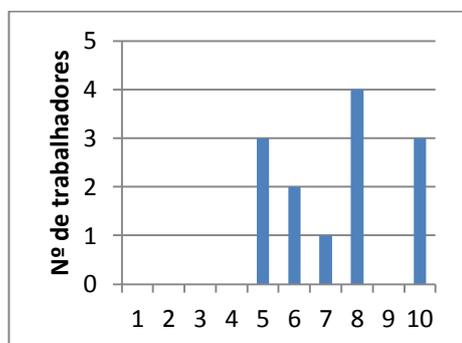


Fig. 5.49 - Considera a temperatura no seu local de trabalho elevada

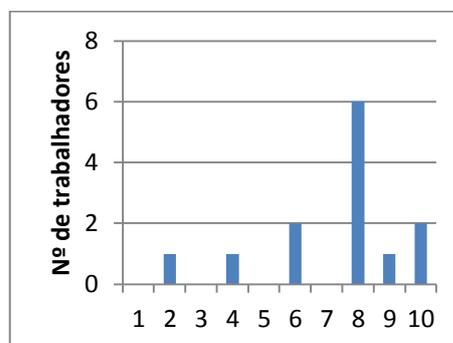


Fig. 5.50 - Transpira no exercício da actividade

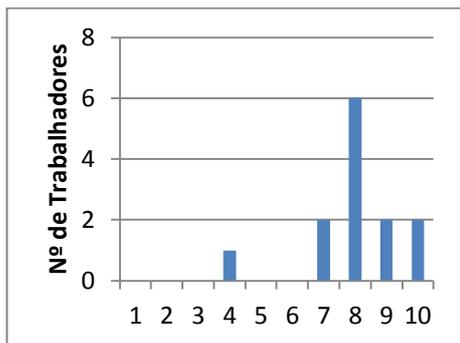


Fig. 5.51 - Sente calor no seu local de trabalho

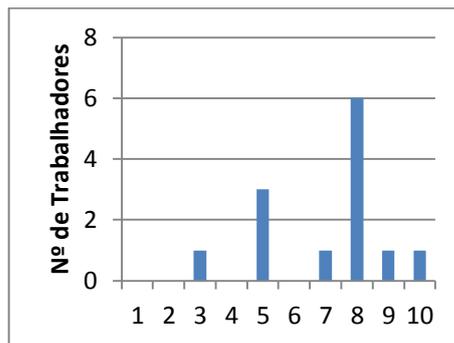


Fig. 5.52 - Tolera bem o calor no seu local de trabalho

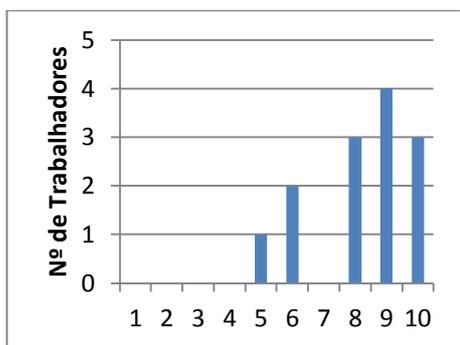


Fig. 5.53 - Acha o seu local de trabalho quente

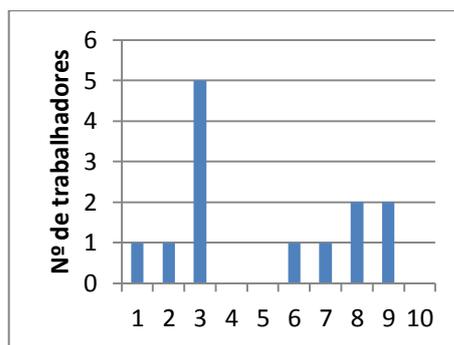


Fig. 5.54 - É frequente haver correntes de ar no seu local de trabalho

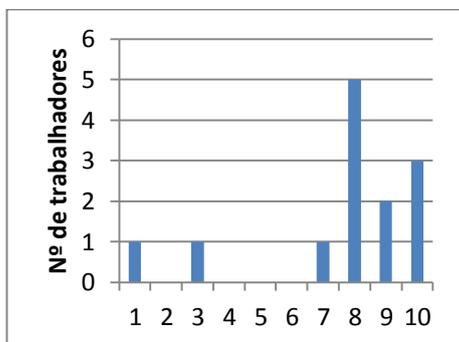


Fig. 5.55 - Gostaria que o seu local de trabalho não fosse tão quente

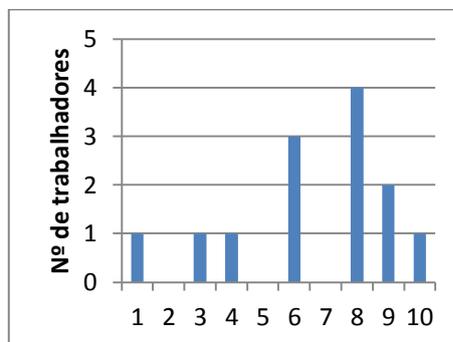


Fig. 5.56 - Neste preciso momento sente-se termicamente confortável

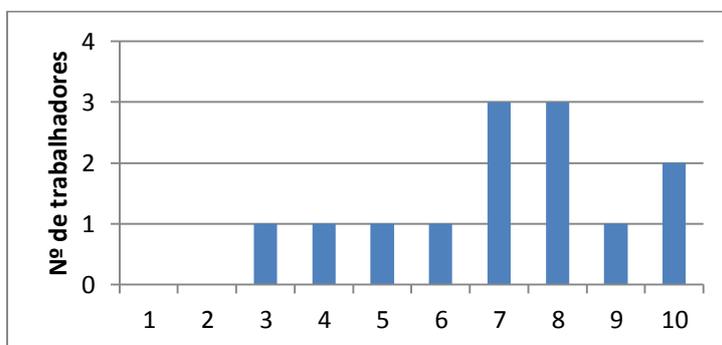


Fig. 5.57 - Se pudesse, baixaria a temperatura do seu local de trabalho

5.2. Medições de qualidade do ar

No presente estudo efectuaram-se também medições da qualidade do ar na proximidade de cada um dos equipamentos. De forma semelhante às medições térmicas, os equipamentos foram colocados nos locais onde o trabalhador necessita de estar para realizar a sua tarefa (*Figura 5.3 - a)Queimadores; b)Grelhador; c)Fritadeira*). O equipamento Graywolf IQ-610 permitiu medir os valores instantâneos dos níveis de compostos orgânicos voláteis totais (TVOC), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), temperatura do ar (T_{ar}) e humidade relativa (H_r); enquanto as bombas de amostragem de ar permitiram recolher o ar que posteriormente foi analisado e possibilitaram conhecer os valores de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP's) existentes no ar. Os valores de HAP's apresentados representam o valor máximo a que o trabalhador estaria sujeito caso se encontrasse no local durante toda a medição.

As amostras de ar foram recolhidas durante 100 minutos com as bombas de amostragem reguladas para 2,0 l/min e 2,5 l/min tal como é sugerido na norma NIOSH 5515.

5.2.1. Queimadores

À hora a que se realizou a recolha do ar para posterior análise foi confeccionado caldo verde e arroz com frango.

Junto aos queimadores os valores de dióxido de carbono e de monóxido de carbono chegaram a ultrapassar os valores limite da concentração máxima de referência, respectivamente 1800 e 12,5 mg/m³ (*Tabela 5.1*). Num determinado momento também foram ultrapassados os 0,6 mg/m³, valor limite de compostos orgânicos voláteis

Tabela 5.1 - Contaminantes presentes no ar

Horas	TVOC mg/m ³	CO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	T _{ar} °C	H _r %
8:38	0,52	2189	8,4	27,9	68,4
9:36	0,82	2627	16,5	33,5	65,5
9:50	0,56	3287	13,0	34,4	59,2
10:04	0,51	3933	14,4	36,9	59,2
10:19	0,42	3548	12,3	35,8	55,3
10:33	0,37	4155	11,0	37,5	52,7

Junto aos queimadores foi detectado o HAP naftaleno numa quantidade tão baixa que não foi possível quantificar.

5.2.2. Grelhador

Durante a medição neste local de trabalho confeccionou-se frango de churrasco, grelharam-se espetadas e costeletas de porco, assim como se grelharam espetadas de lulas e outros peixes.

Na proximidade do grelhador os valores de dióxido de carbono e monóxido de carbono localizam-se igualmente abaixo dos valores estabelecidos como máximos (*Tabela 5.2*).

Tabela 5.2 - Contaminantes presentes no ar

Horas	TVOC mg/m ³	CO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	T _{ar} °C	H _r %
12:43	0,08	884	1,2	29,4	40,9
13:34	0,09	645	3,8	37,3	30,7
13:35	0,08	515	1,6	36,6	28,8
13:49	0,08	523	1,3	35,4	28,2
14:32	0,14	545	2,4	32,9	38,5
14:46	0,09	545	1,6	31,1	34,5
15:00	0,09	554	1,3	31,1	34,9
15:15	0,09	555	1,5	30,3	25,1
15:29	0,09	541	1,3	30,2	35,5
15:44	0,13	680	8,8	32,9	38,0



Fig. 5.58 - Fumos resultantes da confecção

As bombas de amostragem colocadas neste local permitiram a detecção de naftaleno, acenaftaleno, fenantreno, pireno, criseno, benzo(a)antraceno e benzo(k)fluoranteno. No entanto, de todas estas substâncias só se conseguiram quantificar as substâncias:

Naftaleno – $0,004 \text{ mg/m}^3$

Acenaftaleno – $0,003 \text{ mg/m}^3$

Benzo(k)fluoranteno – $0,002 \text{ mg/m}^3$

Das substâncias quantificadas conhece-se apenas o limite de exposição de $52,41 \text{ mg/m}^3$ (10 ppm) de naftaleno, referidos pelas organizações OSHA, NIOSH e ACGIH. Também a NP 1796 impõe esse valor como um limite médio ponderado para 8 horas de exposição.

5.2.3.Fritadeira

A presente recolha do ar foi efectuada no decorrer da confecção de uma ementa vegetariana para a qual se fritaram 90 kg de batatas, 6 kg de tofu e 6 kg de seitan. Cada uma das duas fritadeiras mergulhantes utilizadas continha 25 litros de óleo de girassol e foram apenas utilizadas em simultâneo nos primeiros 20 minutos.

Colocado o equipamento próximo da fritadeira, os valores registados de dióxido de carbono e monóxido de carbono situam-se novamente abaixo dos valores máximos admissíveis e a quantidade total de compostos orgânicos voláteis é apenas ultrapassada uma vez. (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Contaminantes presentes no ar

Horas	TVOC mg/m^3	CO ₂ mg/m^3	CO mg/m^3	T _{ar} °C	H _r %
9:27	0,70	493	5,5	24,5	60,3
9:41	0,56	493	2,7	24,6	59,2
9:55	0,35	501	2,5	24,6	57,9
10:10	0,32	511	3,2	24,9	67,1

A análise aos HAP's não revelou a existência destas substâncias, apesar da quantidade elevada de fumos libertados durante o processo de fritura.

Notas finais:

Avaliação térmica

A utilização de globos de 50 mm de diâmetro foi efectuada com o objectivo de medir de forma mais célere a componente térmica radiativa a que o trabalhador está sujeito. No entanto é necessário atender às limitações que os globos de dimensões mais reduzidas apresentam.

De forma sucinta há que reter que para situações onde se registem temperaturas do ar mais baixas a diferença das temperaturas de globos de 50 mm e 150 mm de diâmetro é pequena, e no caso de temperaturas do ar mais elevadas a diferença começa a ser maior. Essa situação foi verificada por Oliveira (1998) comparando globos de 38 mm com globos de 150 mm. Este autor, para temperaturas do ar de 26,9 °C registou diferenças entre os dois globos de 0,2 °C; para temperatura do ar de 30,1 °C a diferença aumentou para 4,5 °C; e para o caso de uma temperatura do ar de 31,3 °C uma diferença de 7,6 °C.

No presente trabalho não foi possível fazer um estudo semelhante para corrigir os valores medidos.

Nos casos de estudo apresentados, o valor de metabolismo utilizado resulta da média de valores propostos pela *Halton*TM (entre 1,6 e 2,0 met). Idealmente estes valores deviam ser calculados para cada situação em particular.

Em comunicação pessoal, Angela Simone¹⁶, autora de uma investigação¹⁷ sobre ambientes térmicos em cozinhas profissionais, refere ter medido e calculado valores de metabolismo muito superiores ao valor usado nos casos de estudo apresentados anteriormente.

A média dos valores de metabolismo obtidos por Angela Simone é de 2,8 met o que de acordo com a norma ISO 7273 estabelece a temperatura de 28 °C como um limite a não ser ultrapassado. Aplicando esse limite aos estudos efectuados, verifica-se que esse valor é apenas superado no local de trabalho junto ao grelhador a todas as cotas. Para o caso do grelhador, considerando um WBGT de referência de 28°C, a determinação do tempo de repouso (T_{repouso}) seria de 17 minutos por cada hora de exposição considerando um valor de WBGT de exposição ponderado em 30 °C e uma zona de repouso com WBGT de 23°C.

$$WBGT_{\text{referência}} = \frac{(WBGT_{\text{exposto}} \times T_{\text{exposto}}) + (WBGT_{\text{repouso}} \times T_{\text{repouso}})}{T_{\text{exposto}} + T_{\text{repouso}}}$$
$$28 = \frac{30 \times (60 - T_{\text{repouso}}) + 23 \times T_{\text{repouso}}}{60} \Rightarrow T_{\text{repouso}} = 17 \text{ minutos}$$

¹⁶ Universidade Técnica da Dinamarca – Centro Internacional de Ambiente Interior e Energia (ICIEE)

¹⁷ ASHRAE RP1469 “Thermal Comfort Kitchens” 2010-2011 (Relatório final em preparação)

Torna-se ainda interessante referir que durante as medições, o autor, certamente com níveis de metabolismo reduzidos por se limitar a circular calmamente pela cozinha, sentiu-se exausto após as medições e com necessidade de repouso.

Houve ainda a preocupação de corrigir os valores de WBGT atendendo ao vestuário utilizado (0,6 clo). No entanto de acordo com a bibliografia consultada tal correcção não se justificava (3M, 2009).

Os equipamentos Testo 175-t2 para além de permitirem a utilização de uma sonda externa para medição de temperatura, têm ainda uma sonda interna. Colocou-se a hipótese de essa sonda interna registar os valores de temperatura do ar, mas verificou-se que a caixa do equipamento em locais com fontes de calor radiativas funcionava como um globo, medindo temperaturas semelhantes às temperaturas de globo. Esse motivo obrigou à reformulação do método de aquisição de temperatura do ar para o descrito no *Anexo DI*, assim como à realização de novas medições.

Avaliação da qualidade do ar

A avaliação da qualidade do ar nas cozinhas profissionais foi efectuada num único ponto, o local onde o trabalhador necessita de estar durante o processo de confecção. Caso se pretendesse conhecer a qualidade do ar em toda a cozinha, era necessário aumentar o número de pontos de amostragem. Para analisar a qualidade do ar em toda a cozinha, o número de pontos de amostragem pode ser calculado pela equação $N_i = 0,15\sqrt{A_i}$, em que N_i representa o número de pontos de medida na zona e A_i é a área em m^2 da zona i .

Na medição junto à fritadeira teria sido interessante analisar o óleo antes e depois daquela fritura assim como averiguar quando foi mudado o óleo.

O equipamento *GrayWolf* deveria possibilitar a medição dos níveis de Ozono, mas verificou-se que o sensor não detectava essa substância, qualquer que fosse o local.

Na opinião do autor o método de recolha da amostra para o estudo dos HAP's existentes no ar deve ser melhorado. Face à quantidade de fumos libertados, parece pouco plausível que não existam mais contaminantes nos efluentes. Utilizando o mesmo equipamento, a amostra poderá ser melhorada se se recolherem várias amostras, contabilizadas como um todo, para um volume total de ar aspirado.

A identificação e quantificação dos HAP's foi um processo demorado, quer pela própria análise mas sobretudo pelas questões técnicas para as quais não havia resposta. A recomendação

do fornecedor apontava para uma coluna de 30 metros que não garantia a quantificação de todas as substâncias. Em vez disso, optou-se por uma coluna de 60 metros para a qual não existiam dados mas que se supunha ser capaz de quantificar isoladamente algumas dessas substâncias. Foi uma escolha acertada, conseguiu-se isolar e quantificar as substâncias.

Conclusão

Ambiente térmico

Nas cozinhas, a confecção de alimentos torna o ambiente quente, além de que o equipamento e a técnica usada, podem também torná-lo mais húmido. A temperatura de trabalho ideal situa-se entre os 20 e os 22 °C. Verifica-se que à medida que a temperatura aumenta, a capacidade para trabalhar diminui. Acima dos 24 °C, a produtividade diminui cerca de 4% por cada grau adicional.

A recolha de dados térmicos mostrou que dentro de um mesmo espaço podem existir equipamentos que sujeitam o trabalhador a temperaturas mais elevadas comparativamente com outros equipamentos. Nos locais junto aos queimadores e frigideira basculante, registam-se momentaneamente valores máximos de PPD de 77% e 81% (respectivamente), mas a média de valores é, pela mesma ordem, de 59% e 71%.

Junto ao grelhador constatou-se que a norma 7730 não era adequada por ultrapassar sempre os valores máximos admissíveis de PMV e PPD. Nesse mesmo local, fazendo a análise térmica utilizando a norma 7243, os resultados obtidos com o globo de diâmetro 150 mm consideraram existir stresse térmico. Este valor não pôde ser confirmado pelo valor de WBGT calculado com recurso aos globos de 50 mm a todas as cotas.

Além disso, a taxa metabólica foi um valor médio proposto pela *Halton*TM, pelo que os resultados podem desviar-se da situação real. Quando os trabalhadores foram inquiridos sobre o ambiente térmico, verificou-se uma tendência para o considerar um espaço quente, além de que, caso pudessem diminuiriam a temperatura ambiente.

Sugestões a adoptar nas cozinhas estudadas

Na eventualidade de serem adquiridos novos equipamentos de confecção, deve evitar-se que a fonte de calor exponha o trabalhador a temperaturas elevadas. No caso de cozinhas com queimadores a gás, e de acordo com os estudos apresentados, a redução de calor pode ser alcançada através de equipamentos de indução, uma vez que nestes casos o calor é apenas libertado na área da base do recipiente utilizado. Além disso, com esta tecnologia reduz-se também o risco de queimaduras acidentais. Se se substituírem as hotes, devem escolher-se modelos em que o painel frontal seja vertical em detrimento dos painéis inclinados. Sendo o painel frontal vertical aumenta-se o volume interno da hote e capacidade de contenção, o que reduz a possibilidade dos efluentes de cocção transbordarem. Acresce ainda que se deve ter a preocupação da hote exceder pelo menos 300 mm a área dos equipamentos de cocção.

A exposição ao calor deve ser compensada com períodos de repouso em zonas mais frescas para assim evitar, ou aliviar, o stress térmico. Em alternativa, a rotatividade de tarefas entre trabalhadores e em locais com ambiente térmico mais favorável, pode ser solução. Os trabalhadores devem também ter o cuidado de beber água com frequência e em pequenas quantidades. Aos trabalhadores deve ser fornecida roupa fresca, confortável e transpirável. Recomendam-se os tecidos de algodão que permitam a circulação do ar e a evaporação do suor.

A forma mais eficaz de reduzir o calor excessivo e os vapores é através de um sistema de climatização com ventilação por deslocamento. Com esta forma de ventilação o ar introduzido ao nível do chão, a uma velocidade reduzida e a uma temperatura ligeiramente mais baixa que a do ambiente local, faz com que o ar quente e os contaminantes produzidos subam até ao tecto onde são extraídos. A ventilação por deslocamento apresenta ainda como vantagem a eficiência energética e um funcionamento silencioso. Na instalação do sistema de climatização o recuperador de calor deve possuir um *by pass* para que na estação de arrefecimento seja possível a entrada directa do ar exterior (mais frio). Para que seja totalmente eficaz, será necessário que exista uma diferença de temperatura interior e exterior de pelo menos 5 °C.

Para mais informações sobre a concepção de cozinhas profissionais recomenda-se a consulta da obra *Ventilação na Restauração e Hotelaria* da autoria do Eng.º Victor Monteiro.

Sugestões para futuras investigações

Efectuada a presente investigação, o autor julga interessante efectuar avaliações em cozinhas projectadas com o método universal, método da superfície de cocção, método da taxa de renovação horária, método da aspiração, método do IMC (ASHRAE Standard 154:2003), método da convecção térmica (DW/172:2005) e sobretudo com o método da carga térmica (VDI 2052:2006) apontado como o mais eficiente. O ideal seria aplicar modificações de acordo com essas metodologias nestas cozinhas estudadas, efectuar as avaliações e comparar os resultados obtidos. Não sendo possível fazer isso nas cozinhas analisadas havia que escolher outras, sempre atendendo que cada cozinha, é um cozinha, e cada um desses espaços tem muito provavelmente equipamentos diferentes, vocacionados para confeccionar os alimentos de determinada forma, utilizando fontes de energia e potências distintas,

A simulação do processo de confecção é também uma sugestão que o autor deixa aos futuros estudos que se realizem. No presente caso, por motivos económicos, não foi dada autorização para que se fizesse essa simulação. Compreende-se, para além do preço cada vez mais alto do m³ de gás, havia que preparar refeições para cerca de 200 pessoas. Mas a simulação justifica-se. Dentro da cozinha (em laboração) todas as tarefas se executam com rapidez, e algumas não se

voltam a repetir naquele dia. Fazer “agora” ou fazer “minutos depois” pode impedir a percepção completa do comportamento térmico daquele espaço.

Nas avaliações térmicas os equipamentos de medição foram colocados em dois tripés, o que implicou utilizar uma área maior. A construção de um suporte para todos os sensores permitiria garantir em futuras medições um melhor posicionamento além de que seria menos um objecto a transportar.

Comentários às avaliações térmicas e sugestões

Nos casos apresentados utilizaram-se sensores que numa primeira fase da medição estiveram a medir a temperatura de globo e só posteriormente mediram a temperatura do ar. Para se obterem dados mais precisos seria conveniente existirem sensores que permitissem a medição da temperatura de globo e da temperatura do ar no momento em análise. No entanto, com a estratégia utilizada verificaram-se diferenças para a cota intermédia de 2, 1 e 1,6°C, respectivamente para os casos junto aos queimadores, frigideira e grelhador.

À semelhança do estudo efectuado por Oliveira (1998) torna-se imprescindível conhecer melhor o comportamento dos globos de 50 mm, a relação que têm com a temperatura de globo padrão (150 mm) e assim perceber melhor as diferenças obtidas nas medições efectuadas.

A medição do metabolismo permitiria também trabalhar com valores concretos, evitar suposições e conjugar esses valores com a percepção térmica dos trabalhadores. As respostas aos inquéritos manifestaram o desagrado dos trabalhadores com a temperatura, no entanto nem sempre o índice WBGT reflectiu isso.

No presente estudo procurou-se averiguar como variavam as temperaturas em função da altura. Esperava-se que a cotas mais elevadas correspondessem indubitavelmente temperaturas mais elevadas, o que só aconteceu com a temperatura do ar. No entanto a componente radiativa ao nível dos tornozelos registou os valores mais elevados. A utilização de uma câmara térmica permitiria visualizar esses gradientes térmicos de forma mais expedita e escolher melhor os locais para colocar os sensores. A visualização do escoamento utilizando a técnica de *Schlieren* seria algo igualmente interessante para observar as correntes convectivas, se são colhidas pela hote ou se são afectadas pela corrente de ar.

Qualidade do ar

Com o sensor GrayWolf verificou-se que junto aos queimadores as concentrações de compostos orgânicos voláteis, monóxido de carbono e dióxido de carbono excedem os valores

limite estabelecidos pelo Decreto-Lei Nº 79/2006. Atendendo a que se verificaram momentos em que os efluentes não eram capturados pela hote é possível que os queimadores contribuam para a poluição do local pelo que se recomenda uma revisão do caudal de exaustão e da configuração da hote. Na proximidade da fritadeira verificou-se que apenas os COV's ultrapassaram uma única vez os limites estabelecidos no Decreto-Lei referido, e no grelhador não se detectaram nenhuma dessas substâncias.

Recolheram-se também amostras de ar para o estudo de HAP's utilizando bombas de amostragem e posteriormente empregando a técnica de cromatografia gasosa. Detectaram-se concentrações baixas ou inexistentes. Na opinião do autor o método de recolha da amostra para a avaliação dos HAP's existentes no ar deve ser melhorado. Face à quantidade de fumos libertados e à sua origem, parece pouco plausível que não existam mais contaminantes nos efluentes. Utilizando o mesmo equipamento e o mesmo caudal, a amostra poderá ser melhorada se se recolherem várias amostras, contabilizadas como um todo, para um volume total de ar aspirado. Considerando ainda que em cada uma dessas amostras o processo de confecção origina uma quantidade de fumos semelhante.

Bibliografia

3M Occupational Health & Environmental Safety Division, *Introduction to Occupational Heat Stress*, 2009.

ASTDR, *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)*, 1996.

California energy commission, *Design guide – Improving commercial kitchen ventilation system performance*, 2002.

Cardoso, Marta; Estudo de condições de trabalho em cozinhas profissionais, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2008.

Chiang, T.A. et al; *Mutagenicity and aromatic amine content of fumes from heated cooking oils produced in Taiwan*, Food Chem. Toxicol. 37, 125-134, 1999.

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

Decreto-Lei nº 290/2001 de 16 de Novembro.

Decreto-Lei nº 305/2007 de 24 de Agosto.

Department of Health – Government of South Australia; *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): Health effects*, Public health sheet, 2009.

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.; *Toxicity Summary for Benzo[a]Pyrene*, Oak Ridge Reservation Environmental Restoration Program, December 1994.

Gordon. G.E.; *Receptor models*, Environ. Sci. Technol. 22, 1132-1142, 1988.

Halton; *Kitchen desing guide*, Halton foodservice 2007 .

Health Protection Agency; *Air Quality Factsheet*, December 2010.

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

ISO 7243, *Hot environments - Estimation of the heat stress on working men based on the WBGT Index (wet bulb globe temperature)*, 1989.

ISO 7726, *Ambiances thermiques – Appareils et methods de mesure des grandeurs physiques*, 1985.

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*, 2004.

Iwegbue, Chukwujindu; *Polycyclic aromatic hydrocarbons profile of kitchen dusts*, Bull Environ Contam Toxicol, doi 10.1007/s00128-011-0213-3, Springer, February 2011.

Jornal Oficial da União Europeia, Directiva 2004/42/CE

Lemos, Judith; *Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), Propriedades e fatores que afetam sua degradação*, Diálogos & Ciência, 2009.

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.

Markov, Detelin; *Practical evaluation of the thermal comfort parameters*, annual international course: ventilation and indoor climate, pp 158-170, Sofia, Bulgaria (2002).

Masih, Jamson et al; *Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in indoor and outdoor atmosphere in the North central part of India*, Journal of Hazardous Materials 177, pp 190–198, 2010.

Minnesota Department of Health; *Volatile organic compounds (VOCs) in your home*, Minnesota Department of Health fact sheet, April 2010.

Monteiro, Victor; *Concepção e projecto das instalações e equipamentos mecânicos*, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica,

Dissertação de Mestrado em Ciências de Engenharia Mecânica na especialidade de Energia e Ambiente, 2008.

Monteiro, Victor; *Ventilação na restauração e hotelaria*, Lidel edições técnicas, 2009.

NIOSH 5515, *Polynuclear aromatic hydrocarbons by CG*, Method: 5515: Issue 2.

NP 1037-4, *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás – Parte 4: Instalação e ventilação das cozinhas profissionais*, 2001.

NP 1796, *Segurança e saúde no trabalho – Valores limite de exposição profissional a agentes químicos*, 2004.

Occupational Safety & Health Administration; “OSHA Technical Manual – Heat Stress”. U S Department of Labor, 2008.

Oliveira, AVFM; *Avaliação de Condições de Trabalho em Sectores de Actividade com Elevada Exposição ao Calor*, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica, Dissertação de Mestrado em Ciências de Engenharia Mecânica na especialidade de Climatização e Ambiente, 1998.

Oliveira, AVFM; *Estudo de Ambientes Térmicos Frios - Desenvolvimentos Experimentais e Avaliação de Condições de Trabalho*, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, *Dissertação de Doutoramento em Ciências de Engenharia Mecânica na especialidade de Climatização e Ambiente*, ISBN-13: 978-972-8954-10-9, ISBN-10: 972-8954-10-7, 2006.

Parsons, Ken; *Heat stress standard ISO 7243 and its global application*, Industrial Health, 44, 368-379, April 2006.

Quintela, D.; *Ambientes Térmicos*, 8º Curso de Actualização em Higiene, Segurança e Saúde no Trabalho, Faculdade de Ciências e Tecnologias de Universidade de Coimbra, 2007.

Siegmann, K.; Sattler K.; *Aerosol from hot cooking oil, a possible health hazard*, J. Aerosol Sci., Vol. 27. S493-S494, 1996.

Väänänen, Virpi et al; *Dermal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons among Road Pavers*, Oxford University Press, Ann. occup. Hyg., Vol49, No 2, pp167-178, 2005.

Van Houdt et al; *Mutagenic activity of airborne particles inside and outside homes*, Environmental Mutagenesis 6:881-869, 1984.

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

Wong, Tze Wai et al; *Respiratory health and lung function in chinese restaurant kitchen workers*, *Ocup Environ Med*, doi 10.1136/oem.2010.059378, 2011.

World Health Organization ; “Health Factors Involved in Working Under Conditions of Heat Stresse”. World Health Organisation, Technical Report Series, nº412, Geneve, 1969.

Zhu, Lizhong; Wang, Jing; *Sources and patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons pollution in kitchen air, China*, *Chemosphere* 50, 611-618, 2003.

Sítios na internet

http://www.epa.gov/iaq/base/voc_master_list.html

<http://www.epa.gov/iaq/voc.html>

<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoorair/voc/index.htm>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21263191>

<http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=120&tid=25>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8478978>

<http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a915969192>

<http://www.captiveaire.com/sitedocs/videos/hoods/schlieren/svideo.asp?EXH=1&PSP=1>

<http://www.dhs.wisconsin.gov/eh/chemfs/fs/pah.htm>

<http://www.captiveaire.com/sitedocs/videos/hoods/schlieren/svideo.asp?EXH=1&PSP=1>

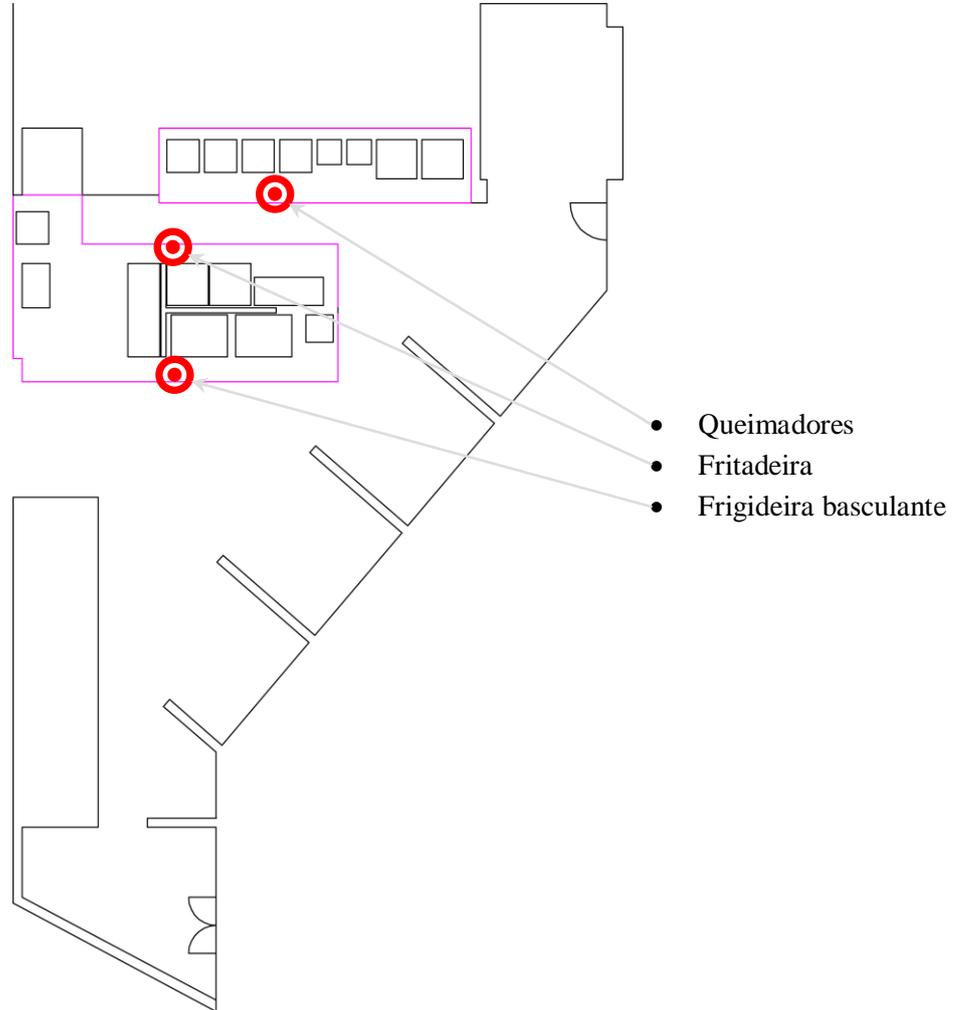
http://www.tvsaiha.org/documents/events/cih_review_materials/Thermal_%20Stress.pdf

https://www.wshc.sg/wps/PA_InfoStop/download/Thermal%20Environment%20Assessment%281%29.pdf?folder=IS2010060200600&file=Thermal%20Environment%20Assessment%281%29.pdf

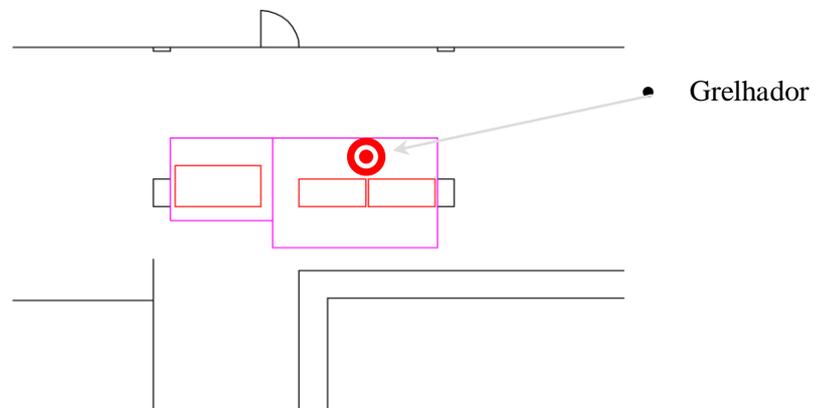
Anexos

A. Plantas das cozinhas estudadas e localização dos equipamentos de medição

Cozinha do Restaurante A



Cozinha do Restaurante B



B. Material utilizado

Caracterização do ambiente térmico

Brüel & Kjær 1213 equipado com sensores de temperatura do ar, temperatura operativa, humidade relativa e velocidade do ar.

Testo-175-t2, sondas externas e globos de 50 mm de diâmetro.

Testo-445 com sonda de humidade relativa e globo de 150 mm de diâmetro.

Caracterização da qualidade do ar

Sensor de COV's, CO, CO₂

Graywolf Indoor Air Quality Monitor: IQ-610

Bombas de amostragem para análise de HAP's

Casella Cel, Personal Air Sampling, Tuff

Giian, Gilair 3

Tubos

Orbo 4

Equipamento de calibração das bombas de amostragem

TSI, 4100 Series

C. Protocolos

Protocolo para a recolha de temperaturas

1. Colocar os globos negros na cozinha junto à zona onde se pretende fazer a medição;
2. Programar equipamentos para aquisição de dados;
3. Preparar, fora da cozinha, tripés e sensores;
4. Colocar na cozinha os sensores montados nos tripés
5. Ligar os equipamentos de medição aos sensores;
6. Iniciar gravação de dados;
7. Passados pelo menos 15 minutos, retirar globos negros dos sensores e registar temperatura do ar.

Protocolo de amostragem

1. Calibrar equipamento no dia anterior à medição
2. Preparar etiqueta de identificação para colocar no tubo após amostragem - assinalar hora e dia
3. Colocar gelo na caixa térmica;
4. Escolher o local onde se pretende fazer a medição e montar todo o material necessário para fazer amostragem estática do tipo *worst case*. 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;
5. 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^{18 19};
6. Cronometrar o tempo pretendido ($t=100\text{minutos}$);
7. Anotar o que foi confeccionado e a existência de portas/janelas abertas;
8. Verificar em que sentido flui o ar, se para dentro da hote se para fora;
9. Terminado o tempo da recolha, colocar tampas para vedar as extremidades das cápsulas, inserir a cápsula num tubo de vidro com tampa de rosca e colar a etiqueta:
10. Registar o tempo cronometrado;
11. Acondicionar o tubo de vidro que contém a cápsula dentro da caixa térmica com gelo;
12. Entregar caixa térmica na FFUC.

¹⁸ Cortar a extremidade a jusante dos filtros, inserir parte cortada na tubagem, cortar a extremidade a montante dos filtros e inserir noutra tubo para evitar cortes acidentais.

¹⁹ Verificar que a seta do tubo indica o sentido do fluxo de ar.

D. Medições térmicas

1. Temperatura do ar

Nas medições térmicas efectuadas existem alguns factores que podem ter influenciado os resultados obtidos. Para caracterizar o ambiente térmico de acordo com a norma ISO 7243, atendendo à falta de equipamentos, foi necessário adoptar suposições e estratégias de cálculo. As temperaturas do ar às 3 cotas foram medidas logo depois dos dados apresentados. Retiraram-se os globos negros de 50 mm de diâmetro dos sensores e com os dados obtidos calculou-se um valor médio de temperatura do ar que se supôs ser semelhante ao momento em que os valores apresentados foram recolhidos.

Desta forma conseguiu-se também minimizar a quantidade de equipamentos na cozinha, susceptíveis de incomodar o trabalhador no desempenho da sua tarefa.

		Equipamentos de confecção		
		Queimadores	Frigideira	Grelhador
Cotas	1,70 m	24,0 °C	25,0 °C	32,7 °C
	1,10 m	26,8 °C	24,6 °C	30,7 °C
	0,10 m	27,3 °C	24,6 °C	30,9 °C

2. Temperatura média radiante

A temperatura média radiante representa a temperatura uniforme que as paredes de um ambiente virtual fechado teriam de ter para que as trocas por radiação entre este ambiente fechado e o indivíduo fossem iguais às que se verificam na realidade.

A temperatura média radiante foi calculada pela equação proposta pela norma ISO 7226 para situações de convecção forçada:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times v_a^{0,6}}{\varepsilon \times D^{0,4}} \times (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273$$

onde as variáveis representam:

\bar{t}_r – Temperatura média radiante [°C]

t_g – Temperatura de globo [°C]

v_a – Velocidade do ar [m/s]

ε – Emissividade [adimensional]

D – Diâmetro do globo negro [m]

t_a – Temperatura do ar

3. *Temperatura de bolbo húmido natural*

A temperatura de bolbo húmido natural é o valor indicado pelo sensor de temperatura coberto por um pavio molhado ventilado naturalmente, isto é, sem convecção forçada. No presente estudo, por questões logísticas, minimizou-se a utilização de algum equipamento de medição. A medição da temperatura de bolbo húmido natural foi calculada pelo Índice de Temperatura-Humidade, referido como uma aproximação possível, na publicação *Estimating wet bulb globe temperature using standard meteorological measurements* de Charles Hunter e Olivia Minyard.

$$T_{bhn} \approx THI = 0,4 \cdot (T_a + T_w) + 4,8$$

Em que as variáveis representam:

T_{bhn} – Temperatura de bolbo húmido natural [°C]

THI – Índice de temperatura-humidade [°C]

T_a – Temperatura do ar [°C]

T_w – Temperatura de bolbo húmido, retirada da carta psicrométrica [°C]

E. Dados Meteorológicos

No presente estudo procurou-se fazer uma avaliação térmica num dia considerado quente, no entanto, no dia 28 de Junho, o autor deparou-se com temperaturas mais baixas do que as habituais nesta altura do ano.

A título de curiosidade expõe-se nas *Figuras E.1 e E.2* os dados térmicos registados.

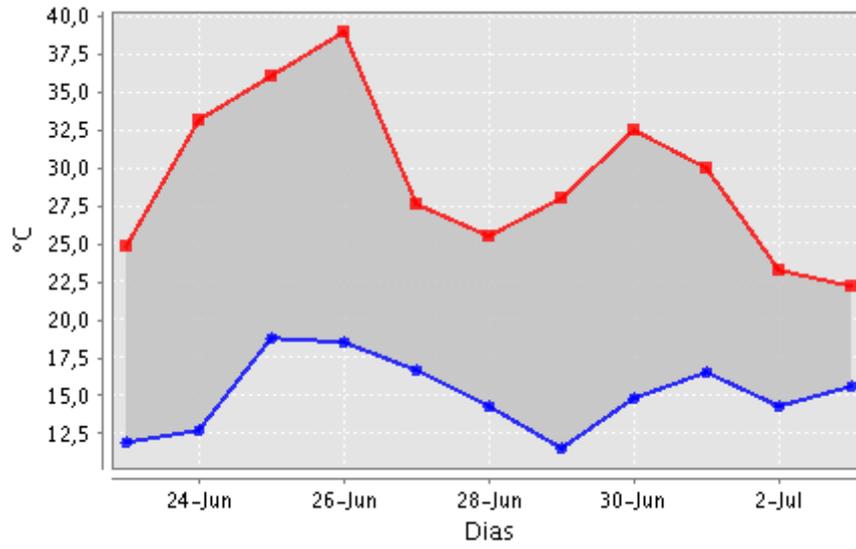


Fig. E.1 - Temperaturas máximas e mínimas registadas antes e depois do dia da medição
fonte: Instituto de Meteorologia

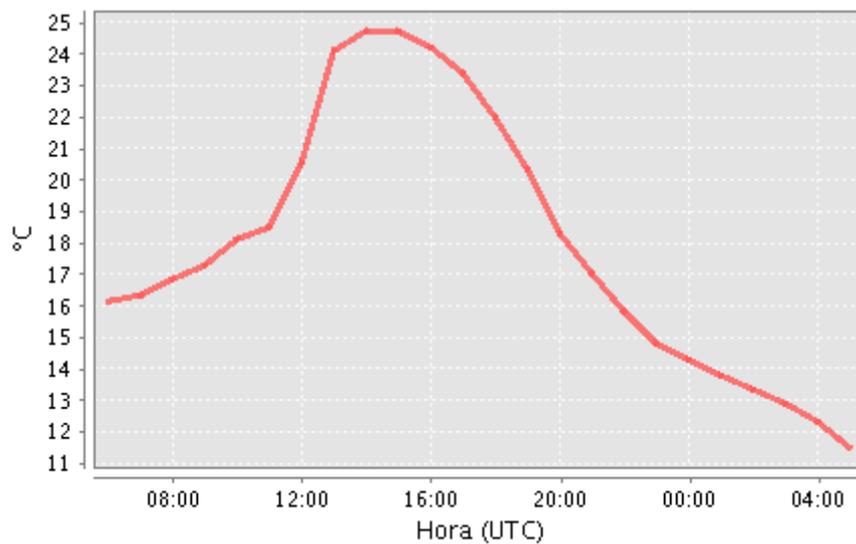


Fig. E.2 - Variação da temperatura do ar no dia 28 de Junho
fonte: Instituto de Meteorologia

F. Resumo da avaliação térmica

1. Queimadores

Tabela A.0.1 - Medições térmicas – WBGT (Resumo)

Horas	H _r	V _{ar}	T _w			T _{bhn}			T _g Ø 50 mm			TMRØ 50 mm			WBGTØ 50 mm					Globo Ø 150 mm		
	%	m/s	°C			°C			°C			°C			°C					T _g	TMR	WBGT
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Pond.	Ref.	°C		
9:05	56,5	0,24	18,1	20,5	20,9	21,6	23,7	24,1	24,0	30,6	30,3	24,0	35,9	34,6	22,3	25,8	26,0	25,0	30	32,2	34,1	26,3
9:10	56,6	0,23	18,1	20,5	20,9	21,6	23,7	24,1	23,8	30,3	29,7	23,5	35,1	33,1	22,3	25,7	25,8	24,9	30	31,7	33,4	26,1
9:15	57,3	0,40	18,2	20,6	21,0	21,7	23,8	24,1	23,7	29,6	29,4	23,1	35,0	33,5	22,3	25,5	25,7	24,8	30	30,8	33,1	25,9
9:20	57,5	0,33	18,2	20,7	21,1	21,7	23,8	24,2	24,0	29,5	29,3	24,0	34,1	32,8	22,4	25,5	25,7	24,8	30	30,9	32,5	25,9
9:25	56,2	0,29	18,0	20,5	20,9	21,6	23,7	24,1	24,8	30,6	29,7	26,2	36,6	33,5	22,6	25,8	25,8	25,0	30	32,0	34,5	26,2
9:27	56,4	0,33	18,1	20,5	20,9	21,6	23,7	24,1	24,9	31,0	29,8	26,6	38,1	34,1	22,6	25,9	25,8	25,1	30	32,5	35,6	26,4

A – medição ao nível da cabeça; B – medição ao nível do abdómen; C – medição ao nível do chão

Tabela A.0.2 - Medições térmicas - PPD/PMV (Resumo)

Horas	T _{ar}	T _{operativa}	V _{ar}	CLO	MET	H _r	PMV	PPD
	°C	°C	m/s			%		%
9:05	24,6	30,5	0,24	0,6	1,8	58	1,69	61,44
9:10	24,8	30,5	0,23	0,6	1,8	58	1,70	61,53
9:15	25,4	29,7	0,40	0,6	1,8	57	1,49	50,50
9:20	24,9	30,1	0,33	0,6	1,8	59	1,59	55,97
9:25	25,3	31,3	0,29	0,6	1,8	59	1,87	70,37
9:27	25,8	31,4	0,33	0,6	1,8	57	1,89	71,33

2. Frigideira basculante

Tabela A.3- Medições térmicas – WBGT (Resumo)

Horas	H _r	V _{ar}	T _w			T _{bhn}			T _g Ø 50 mm			TMR Ø 50 mm			WBGT Æ 50 mm					Globo Ø 150 mm		
	%	m/s	°C			°C			°C			°C			°C					T _g	TMR	WBGT
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Pond.	Ref.	°C		
10:15	61,2	0,35	19,6	19,4	19,4	22,6	22,4	22,4	27,2	28,5	30,5	31,3	35,4	40,7	24,0	24,2	24,8	24,3	30	30,6	37,4	24,9
10:20	61,4	0,45	19,7	19,4	19,4	22,7	22,4	22,4	26,9	27,1	29,4	31,1	32,4	39,1	23,9	23,8	24,5	24,0	30	31,9	41,3	25,3
10:23	62,5	0,53	19,8	19,6	19,6	22,7	22,5	22,5	26,8	26,7	28,8	31,2	31,6	38,3	23,9	23,7	24,4	24,0	30	31,8	42,0	25,3

A – medição ao nível da cabeça; B – medição ao nível do abdómen; C – medição ao nível do chão

Tabela A.4 - Medições térmicas - PPD/PMV (Resumo)

Horas	T _{ar}	T _{operativa}	V _{ar}	CLO	MET	H _r	PMV	PPD
	°C	°C	m/s			%		%
10:15	24,2	32,3	0,35	0,6	1,8	61	2,09	80,52
10:20	23,7	31,7	0,45	0,6	1,8	62	1,95	74,26
10:23	23,3	31,5	0,53	0,6	1,8	64	1,90	71,84

3. Grelhador

Tabela A.5 - Medições térmicas – WBGT (Resumo)

Horas	H _r	V _{ar}	T _w			T _{bhn}			T _g Ø 50 mm			TMRØ 50 mm			WBGT Ø 50 mm					Globo Ø150 mm		
	%	m/s	°C			°C			°C			°C			°C					T _g	TMR	WBGT
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Pond.	Ref.			°C
12:55	58,8	0,4	25,9	24,2	24,4	28,3	26,8	26,9	31,7	30,4	32,5	29,7	29,7	35,6	29,3	27,9	28,6	28,3	30	36,0	30,0	29,6
13:00	58,5	0,34	25,9	24,2	24,3	28,2	26,8	26,9	33,8	32,0	34,0	35,7	34,2	39,3	29,9	28,3	29,0	28,9	30	36,0	33,4	29,5
13:05	58,5	0,35	25,9	24,2	24,3	28,2	26,8	26,9	34,0	32,5	35,4	36,3	35,6	43,0	30,0	28,5	29,4	29,1	30	36,0	34,5	29,5
13:10	48,0	0,31	23,8	22,2	22,4	27,4	26,0	26,1	34,9	33,0	36,5	38,4	36,7	45,1	29,7	28,1	29,2	28,8	30	38,2	35,4	29,7
13:15	43,7	0,33	23,0	21,4	21,5	27,1	25,7	25,8	37,9	35,9	38,9	46,1	44,2	51,2	30,3	28,7	29,7	29,4	30	42,6	41,3	30,7
13:20	42,5	0,3	22,7	21,2	21,3	27,0	25,6	25,7	36,8	36,0	38,3	43,0	44,0	49,2	29,9	28,7	29,5	29,2	30	42,6	41,2	30,7

A – medição ao nível da cabeça; B – medição ao nível do abdómen; C – medição ao nível do chão

Tabela A.6 - Medições térmicas PPD/PMV (Resumo)

Horas	T _{ar}	T _{operativa}	V _{ar}	CLO	MET	H _r	PMV	PPD
	°C	°C	m/s			%		%
12:55	26,4	35,1	0,40	0,6	1,8	58	2,73	97,08
13:00	28,8	39,3	0,34	0,6	1,8	49	3,68	99,99
13:05	29,0	39,6	0,35	0,6	1,8	49	3,75	99,99
13:10	28,4	40,3	0,31	0,6	1,8	51	3,90	100,00
13:15	32,3	45,9	0,33	0,6	1,8	43	5,19	100,00
13:20	30,9	46,7	0,30	0,6	1,8	47	5,36	100,00

G. Inquérito



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

QUESTIONÁRIO

AVALIAÇÃO DE AMBIENTES TÉRMICOS QUENTES

O presente questionário realiza-se no âmbito de um estudo sobre a exposição de trabalhadores de cozinhas profissionais a ambientes térmicos quentes. Neste questionário, para além de uma breve caracterização dos trabalhadores, são efectuadas várias perguntas sobre os postos de trabalho, o 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:

18 – 25 anos

46 – 55 anos

26 – 35 anos

Mais de 55 anos

36 – 45 anos

2. Sexo:

Feminino

Masculino

3. Durante a sua actividade, apresentou alguns destes sintomas?

Dores de cabeça

Desmaio

Vertigens

Pasmos musculares

Desidratação

Exaustão

Ritmo cardíaco acelerado

Erupções cutâneas

Suores frios

Vômitos, convulsões

Fadiga

4. Actividade que desempenha?

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

5. Há quanto tempo trabalha nesta actividade ou similar?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano | <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 |

6. Número de horas que trabalha por dia, em ambientes térmicos quentes?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de 1 hora | <input type="checkbox"/> 3 a 5 horas |
| <input type="checkbox"/> 1 a 3 horas | <input type="checkbox"/> Mais de 5 horas |

7. Vestuário que utiliza no seu local de trabalho?

• Roupa

- | | |
|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Bata | <input type="checkbox"/> Jaleca manga curta |
| <input type="checkbox"/> Avental | <input type="checkbox"/> Jaleca manga comprida |
| <input type="checkbox"/> T-shirt | <input type="checkbox"/> Gorro |
| <input type="checkbox"/> Calças | <input type="checkbox"/> Touca |

• Calçado

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sapatos | <input type="checkbox"/> Chinelos |
| <input type="checkbox"/> Socas | <input type="checkbox"/> Sandálias |

8. Habitualmente realiza o seu trabalho:

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Em pé | <input type="checkbox"/> Sentado | <input type="checkbox"/> Em pé e sentado |
|--------------------------------|----------------------------------|--|

9. Estação do ano em que sente maiores dificuldades na realização das suas actividades?

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

10. 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 | |

11. Durante a sua actividade, desloca-se para locais onde a temperatura é mais baixa do que a do seu local de trabalho habitual?

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

12. Em média, qual a quantidade de líquidos que ingere ao longo de um dia de trabalho?

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

13. Durante as horas de trabalho, quantos períodos dedica ao repouso, para além dos períodos das refeições?

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

14. Se sim, qual a duração desse(s) período(s) de repouso?

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

15. Onde costuma passar esse período de repouso?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Local de trabalho | <input type="checkbox"/> Fora do local de trabalho |
|--|--|

16. Períodos do dia em que desenvolve actividades mais intensas?

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

17. Medidas de prevenção contra o calor?

Reduz a sua actividade

Abre uma porta ou janela

Pára a sua actividade

Continua a sua actividade normalmente

Vai para outro local

18. Considera a temperatura do seu local de trabalho elevada?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

19. Transpira no exercício da sua actividade?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

20. Sente calor no seu local de trabalho?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

21. Tolerar bem o calor no seu local de trabalho?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

22. Acha que o seu local de trabalho é quente?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

23. É frequente haver correntes de ar no seu local de trabalho?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

24. Gostaria que o seu local de trabalho não fosse tão quente?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

25. Neste preciso momento sente-se termicamente confortável?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

26. Se pudesse, baixaria a temperatura do seu local de trabalho?

Pouco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito

Grato pela sua colaboração,

Filipe Baptista