

# SISTEMAS DE VENTILAÇÃO EM COZINHAS PROFISSIONAIS

## Produção de Poluentes

Victor Monteiro

INFTURCoimbra Escola de Hotelaria e Turismo de Coimbra

Telemóvel 962421070 – e-mail: viktor.monteiro@iol.pt

### 1.1 – RESUMO HISTÓRICO

A confecção dos alimentos representou um salto importante na qualidade de vida, nos primórdios da humanidade. Com a descoberta do fogo, abriram-se perspectivas de diversificação do sabor dos alimentos. Supostamente, primeiro “assado” e, mais tarde, com a cerâmica, “cozido”, os alimentos foram “ganhando sabores”, quando sujeitos aos mais diversos métodos e processos de cocção.

Na Babilónia e na Suméria, confirma-se a existência de cozinhas colectivas, cerca de 2000 anos a.C. Era comum os habitantes de Ur, cidade natal da figura bíblica Abraão, chamarem à cozinha “sala de cheiros nutritivos”. Nos tectos das habitações e por cima das lareiras, existia uma abertura para o exterior pela qual se efectuava a ventilação local.

Foram célebres as cozinhas romanas cuja responsabilidade era produzir grandes banquetes para alimentar as longas orgias que, de algum modo, contribuíram para o engrandecimento e, ao mesmo tempo, o declínio do império. Desde esses tempos, ficou provado que “comer e beber demais não era lá muito saudável”.

Na Idade Média, as ordens monásticas construíram grandes cozinhas colectivas como forma de, comunitariamente, bem alimentar os cavaleiros-monges.

Nos finais do século XIX, D. Carlos, penúltimo rei de Portugal, homem culto, caçador e apreciador da boa mesa, mandou construir, no Paço Ducal de Vila Viçosa, uma cozinha profissional impressionante, sob os pontos de vista arquitectónico e tecnológico.

Desde o princípio da profissionalização se teve a noção que trabalhar nas cozinhas colectivas era um trabalho duro e árduo, onde os trabalhadores estavam sujeitos a más condições de trabalho e onde proliferavam os fumos e os cheiros, mas era, sobretudo, muito quente.

Esses tempos estão a terminar. Muitos estudos científicos levados a efeito desde a segunda metade da década de 90 sobre as cozinhas revolucionaram a sua concepção, sob o ponto de vista da higiene, instalação de equipamentos e conforto. Aqueles estudos deram origem a regulamentos, normas e regras que impõem as condições de funcionamento nas cozinhas colectivas do século XXI, muito idênticas a um verdadeiro laboratório de produtos farmacêuticos.

### 1.2 – OS ESTUDOS MAIS RECENTES

Só em finais do século passado (a partir de 1995) o ambiente das cozinhas profissionais foi alvo de estudos apurados e aprofundados em quase todos os continentes, mas, em particular no ocidente. Tiveram assim relevo e impacto os estudos desenvolvidos pela ASHRAE, na Universidade do Minnesota, sobre as partículas de gordura emitidas pelos equipamentos, durante os processos de cocção (Relatório RP-745), da CEC – *California Ener-*

*gy Commission* - e da AEC – *Architectural Energy Corporation*, ambas do estado da Califórnia, nos Estados Unidos, sobre a determinação dos caudais de captação e contenção da pluma térmica.

Na Europa e, mais concretamente, no Reino Unido tomaram particular destaque os estudos práticos compilados no Documento **DW/171**, que é um “Guia de Boas Práticas” editado pela HVCA – *Heating and Ventilation Contractor's Association* - com o título *Standard for Kitchen Ventilation Systems*. Também, na Finlândia, merece destaque o estudo sobre *Thermal plumes of kitchen appliances: Cooking mode*, desenvolvido por Risto Kosonen, Hannu Koskela e Pekka Saarinen.

No continente asiático, um estudo que merece referência tem o título *Emission of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Carcinogenic Potencies from Cooking Sources to the Urban Atmosphere*. Os autores Chun-The Li, Yuan-Chung Lin, Wen-Jhy Lee e Perng-Jy Tsai pertencem aos Departamentos de Engenharia do Ambiente e Faculdade de Medicina e Saúde Ocupacional do *National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan*.

Recentemente, o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia interessaram-se pelo tema, englobando-o na legislação relativa à higiene e segurança alimentar quando publicaram o **Regulamento (CE) 852/2004**, de 29 de Abril de 2004. Será, pois, com estes documentos científicos de trabalho que tentaremos dar um cariz mais técnico ao estudo da ventilação em cozinhas profissionais, nomeadamente à produção de poluentes, durante a confecção dos alimentos.

### 1.3 – MECANISMO DE FORMAÇÃO DE POLUENTES

Desde sempre se soube que, durante os processos de cocção de alimentos, se lançam para a atmosfera substâncias desconhecidas. Os estudos mais recentes levaram os investigadores a debruçarem-se sobre este problema e os seus efeitos na saúde dos trabalhadores. Descobriu-se, assim, que os poluentes gerados nos mais diversos processos de confecção dos alimentos têm efeitos perniciosos na saúde, a médio e a longo prazo. A título de exemplo, o contacto da gordura animal, durante o processo de assar (nos grelhadores), resulta no desenvolvimento de cerca de **200 compostos voláteis orgânicos** - COV's - alguns dos quais são constituintes toxicológicos com propriedades cancerígenas e mutagénicas. Entre outros, COV's estão presentes: aldeído acético, (o acetaldeído ou

etanol), penteno, pentanol, ciclopentano, alquilbenzeno, benzeno, butadieno, isómeros de hidrocarbonetos saturados, hexanal, propanol, hexeno, hexano, butanal, pentanal, octano, octeno, n-heptanal, dieno, hidrocarbonetos insaturados e, particularmente graves, destacam-se os aldeídos de cadeia curta, tri-hexanal, formaldeídos e **acroleína**.

Um estudo recente efectuado nos Estados Unidos sobre emissões de **compostos voláteis orgânicos**, COV's, nos óleos alimentares mais comercializados e utilizados na restauração comercial revelou-se, no mínimo, assustador. Os resultados apresentam-se na tabela seguinte.

**Tabela 1 – COV's em Emissões de Óleos Alimentares durante a Fritura de Alimentos**

Tipo de Óleo	Benzeno*	Butadieno*	Formaldeído†	Aldeído acético†	Acroleína†
Colza	2391	504	71,2	306,9	391,8
Colza butilizado 0,1%	663	247	10,0	40,0	36,0
Canola (colza modificado)	664	200	30,2	94,6	320,0
Soja	450	57	39,1	112,7	442,7
Amendoim	203	23	22,8	45,1	49,0
Amendoim+ácido linoleico	626	123	49,0	147,0	247,0

\* Calculado segundo as normas da NIST; expresso em µg/l

† Concentração estimada que excede os valores mais elevados das normas; expresso em µg/l

### 1.4 – RISCOS CONHECIDOS

Segundo os especialistas em Saúde Pública, a exposição a estas substâncias (compostos orgânicos voláteis, COV's) resultantes da cocção dos alimentos, especialmente na forma de vapor, contém elementos que irritam fortemente os tecidos e, especialmente, as membranas mucosas, podendo originar irritações. Ficou provado que a exposição dos trabalhadores, nas cozinhas profissionais, a longo prazo, poderá induzir danos permanentes, quiçá irreversíveis, e, conseqüentemente, doenças profissionais relacionadas com o tracto respiratório.

Uma má ventilação da cozinha profissional deposita "uma película" que resulta da mistura de vapor e gordura nas paredes, tecto e outras superfícies, criando uma atmosfera ideal para o desenvolvimento e multiplicação das bactérias, na cozinha.

### 1.5 – O ESTUDO RECENTE REALIZADO PELOS CHINESES

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, HAP, foram das primeiras partículas atmosféricas poluentes identificadas como carcinogénicas. Elas e os seus derivados estão associados à combustão incompleta de matéria orgânica oriunda das erupções vulcânicas ou dos

fogos florestais, mas, sobretudo, das emissões da combustão de gasolina em veículos automóveis, aquecimento residencial e operações de **cocção de alimentos** de modo doméstico ou comercial.

Desde há trinta anos que os estudos sobre esta matéria sugerem que um aumento do risco de determinados tipos de cancro nos cozinheiros e seus colaboradores poderá estar relacionado com os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, HAP's, emitidos pelas cozinhas profissionais.

Depois de alguns estudos sugerindo estas possibilidades e probabilidades de risco, outro estudo, mais recente, sobre esta matéria, revelou-se conclusivo. Ele foi desenvolvido por quatro cientistas chineses de Taiwan, numa cidade, com a área de 2016 m<sup>2</sup> e uma população de cerca de 1.104.000 habitantes, a sudoeste de Taiwan, sobre a *Emissão de Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos, HAP's, oriunda de Cozinhas Profissionais na Atmosfera Urbana e suas Potências Carcinogénicas*.

De acordo com os dados estatísticos governamentais, naquela cidade, encontram-se em actividade 862 restaurantes assim distribuídos: 743 chineses; 88 europeus, 20 *fast-food* e 11 japoneses. Para o estudo, foram seleccionados, aleatoriamente, apenas 10, sendo 4 chineses, 2 europeus, 2 *fast-food* e 2 japoneses.

O estudo, profundamente técnico-científico e profusamente sustentado em dados técnicos de referência da Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos, começa por apresentar uma comparação técnico-funcional dos 4 (quatro) tipos de cozinhas profissionais de que se apresenta uma adaptação na tabela 2.

O estudo toma como comparação os seguintes dados:

- Os diferentes tipos de confecção dos alimentos de cada restaurante;
- Os tipos e consumo de óleos alimentares;
- O período de confecção: tempo máximo, mínimo e médio consumido;

- As velocidades médias e temperaturas médias dos fumos, vapores, gases e partículas que circulam no fluxo de extracção;
- Diâmetro médio do colector de saída dos fumos.

Nas conclusões o estudo faz extrapolações sobre as emissões das cozinhas profissionais para a atmosfera urbana e avalia o seu contributo na poluição causada pelo tráfego citadino.

A definição dos valores dos carcinogénicos é efectuada com base na concentração equivalente do **benzopireno**, ( $B_{[a]P_{eq}}$ ), para cada composto resultante em hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, HAP's. O cálculo da concentração dos  $B_{[a]P_{eq}}$  para determinado composto de HAP necessita da utilização do seu **factor tóxico equivalente**, FTE, cujo valor representa a **potência carcinogénica relativa**, usando o **benzopireno** como o composto de referência (valor unitário = 1). Esta é explicação técnica para a tabela 3 desenvolvida por C. Nisbet e P. LaGoy, em 1992 (*Regul. Toxicol Pharmacol* 16:290-300) e utilizada pela *U.S. Environmental Protection Agency*.

**Tabela 2 – Informação Técnico-Funcional Sobre os 4 Tipos de Cozinha Profissional**

Informação técnica relevante	Tipo de Restaurante			
	Chinês (n=4)	Europeu (n=2)	Fast-food (n=2)	Japonês (n=2)
Principais métodos e confecção	Frigir "Cozinha lenta" Assar Cozer em vapor Defumar Guisar	Grelhar na placa Grelhar no carvão Assar Fritar Defumar Guisar	Fritar Guisar	Cozer em vapor "Cozinha lenta" Frigir Guisar
Tipos de óleos utilizados	Soja Amendoim	Soja Milho	Óleo Vegetal Manteiga/margarina Milho	Soja Milho Amendoim
Período médio de confecção (Minutos/almoço ou jantar)	145	145	109	155
Consumo de óleo alimentar (litros/almoço ou litros/jantar)				
- Média	13,4	15,5	13,4	16,4
- Variação (Mín. – Máx.)	8,80 – 18,4	14,1 – 16,8	11,2 – 16,3	14,3 – 18,5
Velocidade dos fumos, gases, vapores e partículas à saída do colector de controlo (metros/segundo)				
- Média	9,96	9,48	9,95	14,1
- Variação (Mín. – Máx.)	6,21 – 14,8	6,36 – 12,6	9,46 – 10,5	5,79 – 22,4
Diâmetro da saída do colector de recolha e controlo (metros)				
- Médio	0,79	0,90	0,82	0,50
- Variação (Mín. – Máx.)	0,47 – 1,10	0,53 – 1,27	0,74 – 0,89	0,35 – 0,64
Temperatura dos fumos, gases, vapores e partículas à saída do colector de controlo (°C)				
- Média	41,9	40,9	43,4	40,9
- Variação (Mín. – Máx.)	40,9 – 43,9	38,9 – 42,9	42,9 – 43,9	39,9 – 41,9

**Tabela 3** – Compostos de HAP e seus FTE

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

### Resultados do Estudo

Os resultados do estudo comparativo das quatro cozinhas dos respectivos restaurantes com a média das emissões de compostos de HAP's apresentam-se na tabela 4, adaptada da original, a qual também contém os valores máximos e mínimos registados nas diferentes amostras. Nela, incluiu-se a distribuição homóloga dos HAP's de cada amostra, classificando o seu total em três categorias:

- Baixo peso molecular (BM- HAP's);
- Médio peso molecular (MM-HAP's);
- Alto peso molecular (AM-HAP's).

Por outro lado, apresenta-se também o valor total dos **benzopirenos** produzidos em cada tipo de cozinha, com a finalidade de se estabelecerem comparações e conclusões.

**Tabela 4** – Média das Emissões de HAP's dos Dez Restaurantes

HAP	Média da massa volúmica obtida (fase gasosa + partículas) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Chinês	Ocidental	Fast-food	Japonês
Naflaleno	36,10	61,30	46,80	39,50
Acenaftileno	11,70	4,21	1,55	1,25
Acenafteno	1,65	0,89	0,36	0,28
Fluoreno	2,32	1,44	1,92	2,38
Fenantreno	6,38	7,15	5,62	7,41
Antraceno	1,03	1,15	0,23	0,23
Fluoranteno	1,32	1,35	0,72	0,64
Pireno	1,33	1,59	0,48	0,33
Benzoantraceno	0,81	0,15	0,28	0,02
Benzo <sub>[b]</sub> fluoranteno	0,87	1,20	0,75	0,40
Benzo <sub>[k]</sub> fluoranteno	0,81	1,29	0,53	0,35
Benzopireno	1,22	1,59	0,30	0,28
Indeno <sub>[1,2,3, - cd]</sub> pireno	2,81	1,08	0,18	0,74
Dibenzo <sub>[a,h]</sub> antraceno	1,91	1,35	0,07	0,00
Benzol <sub>[ghi]</sub> perileno	1,65	0,65	0,16	0,15
Outros	8,19	6,49	3,35	1,54
Total HAP's	<b>80,10</b>	<b>92,90</b>	<b>63,30</b>	<b>55,50</b>
BM - HAP's	59,10	76,10	56,50	51,50
MM - HAP's	3,47	3,08	1,48	0,97
AM - HAP's	17,60	13,70	5,32	3,06
Total B <sub>[a]</sub> P <sub>eq</sub>	<b>4,07</b>	<b>4,86</b>	<b>0,60</b>	<b>0,49</b>

O estudo entrou em linha de conta com uma estimativa para as emissões anuais de HAP's das cozinhas domésticas, dos transportes públicos/camiões, dos automóveis e dos motociclos de dois e quatro tempos e seu contributo para a poluição atmosférica na cidade em estudo, relacionando-o com o incremento das doenças cancerígenas. Apesar de muito interessante, omitimos esta parte e centrámo-nos apenas nas emissões dos quatro tipos de cozinha.

### Três Conclusões deste Estudo:

- 1.<sup>a</sup> - Para os quatro tipos de cozinhas que caracterizam o estudo, concluiu-se que os restaurantes ocidentais emitem maiores taxas de HAP's [92,90 µg/m<sup>3</sup>] e benzopirenos [4,86 µg/m<sup>3</sup>] e que são maiores que os restaurantes chineses (HAP's [80,10 µg/m<sup>3</sup>] e benzopirenos [4,07 µg/m<sup>3</sup>]) ou os restaurantes de *fast-food* (HAP's [63,30 µg/m<sup>3</sup>] e benzopirenos [0,60 µg/m<sup>3</sup>]), sendo os menos poluentes os restaurantes japoneses (HAP's [55,50 µg/m<sup>3</sup>] e benzopirenos [0,49 µg/m<sup>3</sup>]).
- 2.<sup>a</sup> - Em todos os tipos de cozinha se verificou que as emissões gasosas de HAP's foram muito superiores às emissões de partículas de HAP's. Contudo, a potência carcinogénica da emissão das partículas é muito superior à das emissões gasosas.
- 3.<sup>a</sup> - Estes resultados sugerem que as emissões oriundas das cozinhas profissionais deverão ser tomadas em conta quando se estudam as emissões de HAP's no tráfego urbano e sua contribuição para a poluição e qualidade do ambiente citadino.

## 1.6 – EXTRACÇÃO DE GORDURA

### 1.6.1 – PROBLEMAS

Além da emissão dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, HAP's, e dos compostos orgânicos voláteis, COV's, outro grande problema e particular das cozinhas profissionais é a quantidade de gordura (na fase líquida e na fase de vapor) produzida durante os processos de coção.

Pelo que ficou dito, ventilar uma cozinha profissional é plenamente justificado pelos seguintes motivos técnico-funcionais e legais:

1. Evacuar o calor e humidade gerados no seu interior;
2. Evacuar cheiros, vapor e produtos de combustão;
3. Captar, remover e evacuar as partículas de gordura;
4. Minimizar a produção das bactérias, fungos e outros microorganismos;
5. Satisfazer exigências higio-sanitárias relativas à qualidade do ar interior;
6. Cumprir as normas e a legislação em vigor.

A remoção da gordura do caudal de extracção deverá ser uma das operações mais importantes, numa cozinha profissional. Sem uma filtragem e separação adequadas da gordura, resultará:

- 1.º - A sua deposição nos *plenums* e *ductos*, potenciando o risco de incêndio;
- 2.º - O aumento dos custos de manutenção, com a maior frequência de limpeza das condutas;

3.º - A sua deposição nas pás da turbina dos ventiladores que levará a um progressivo aumento do consumo de energia, desequilíbrio dinâmico e avaria prematura;

4.º - A sua deposição no telhado, causando a sua deterioração e ruína material;

5.º - A sua eventual entrada noutros equipamentos instalados nos telhados (UTAN's), fixando-se nos filtros e baterias de aquecimento ou arrefecimento.

Todos estes problemas poderão ser substancialmente reduzidos, através da utilização de dispositivos de filtragem, separação e remoção de gordura apropriados, standerizados e relativamente económicos, através de um estudo específico de cada instalação para alcançar o objectivo em causa.

### 1.6.2 – EVOLUÇÃO E FACTOS

1 – Durante muitos anos, as cozinhas profissionais funcionaram sem regras nem normas de instalação, até ao momento, em 2002, pelo IPQ através da CTA 17 que criou, desenvolveu e mandou publicar a NP 1037:2001 Parte 4 - *Ventilação de Cozinhas Profissionais*.

2 – Desde sempre, as orientações sobre a utilização dos filtros eram muito genéricas e de tal modo que cada fabricante de hotes as dotava quase sempre de filtros de malha metálicos, do tipo tricô, cuja particularidade era a de "serem baratos". Informação sobre o rendimento era escassa ou mesmo nula. Veio a verificar-se que estes filtros têm um rendimento efectivo, na separação de gorduras, inferior a 30%. Mais, este rendimento só era possível para partículas de tamanho  $\geq 10$  micrones, tal como se demonstra na figura 1.

3 - Na EU, até 1995, os fabricantes de filtros de gordura indicavam rendimentos estimados para os seus produtos com base na capacidade de retenção e separação. É nesta altura, em que se verifica o aparecimento da Norma alemã VDI 2052, que se descreve a metodologia dos testes e determina a eficiência de filtragem como uma função do tamanho das partículas. Como consequência, veio a constatar-se que a eficiência de retenção e separação de gorduras, na exaustão, durante o processo de confecção de alimentos, dos filtros manufacturados pelos diversos fabricantes, ser muito inferior ao indicado pelos próprios já que efectuam os testes de rendimento com partículas de tamanho uniforme, com cerca de 10 micrones.

4 – Nos Estados Unidos, alguns fabricantes de filtros reclamavam eficiências de filtragem a rondar os 90%, quando baseavam os seus testes na NBSIR 74-505 (especificações desenvolvidas pela Marinha Americana), na ULC-S649-93, *Grease Filter for Commercial and Institutional Kitchen Exhaust Systems* ou, mais recentemente, na UL 1046, *Grease Filters for Exhaust Ducts*. Estas normas vieram a revelar-se desajustadas e pouco fiáveis, porque também elas não consideravam o tamanho das partículas de gordura.

5 – A investigação sobre filtros de gorduras conducente à elaboração de uma norma iniciou-se em meados dos anos 90. A importância conceptual para a compreensão da variação das emissões dos diferentes aparelhos de cocção foi confiada à Universidade do Minnesota, tendo esta concluído, em 1998, o **relatório RP-745**, destinado à ASHRAE: identifica o mesmo, o tipo e tamanho das partículas de gordura emitidas durante o processo de confecção dos alimentos. Neste estudo chegou-se às seguintes conclusões:

- 1.<sup>a</sup> – As partículas emitidas variam em tamanho e quantidade;
- 2.<sup>a</sup> – As partículas dependem do tipo de equipamentos que é utilizado;
- 3.<sup>a</sup> – O tipo e quantidade de emissões dependem do tipo de alimento que está a ser confeccionado;
- 4.<sup>a</sup> – Equipamentos com maior capacidade térmica geram maiores emissões.

Reconhecendo estes problemas, a indústria americana criou uma comissão de normalização *ad-hoc* que desenvolveu um método standard de teste para os filtros de gordura, resultando, assim, a **ASTM F2519-2005**. A partir de agora, será possível comparar directamente a eficiência dos filtros de gordura, através da mesma norma.

### 1.6.3 – STANDERIZAÇÃO DO TESTE: PROCEDIMENTOS

A ASHRAE reconhece a ASTM F2519-2005, *American Standard Test Method for Grease Capture Efficiency of Commercial Kitchen Filters and Extractors*, como o primeiro método de teste universalmente aceitável para as cozinhas profissionais da indústria hoteleira,

realmente eficiente, para todos os sistemas de filtragem ou separação de gorduras (sistemas de tectos filtrantes, sistemas de extracção ou sistemas automáticos de lavagem de filtros), cujo procedimento é, genericamente, o seguinte:

1. – Durante a execução do teste, gera-se uma quantidade controlada de partículas de tamanho variável, entre 0,3 e 10 micrones, que são libertadas na cozinha e sob a área de influência da hote, de modo a serem facilmente aspiradas, representando, assim, os efluentes produzidos no local.
2. – Seguidamente, as partículas que fazem parte de uma amostra vão ser contadas no fluxo, no interior da conduta, com um contador óptico de partículas com ou sem extractor instalado. As contagens, com ou sem ventilador, são utilizadas para calcular a parte da eficiência ou **rendimento fraccional gráfico versus tamanho de partículas**.
3. – Na investigação e pesquisa mais recente, foi verificado que o tamanho das partículas produzidas e emitidas durante os processos de confecção variavam entre 0,1 e 100 micrones, conforme se mostra na figura 2. Os testes anteriores eram efectuados com partículas de dimensões iguais ou superiores a 10 micrones e esta é apontada como a principal razão para a falha dos testes anteriores.

### Distribuição do tamanho das partículas, durante o processo de confecção de alimentos

Partículas de gordura  $\geq 5$  micrones separadas por acção dos 3 diferentes filtros

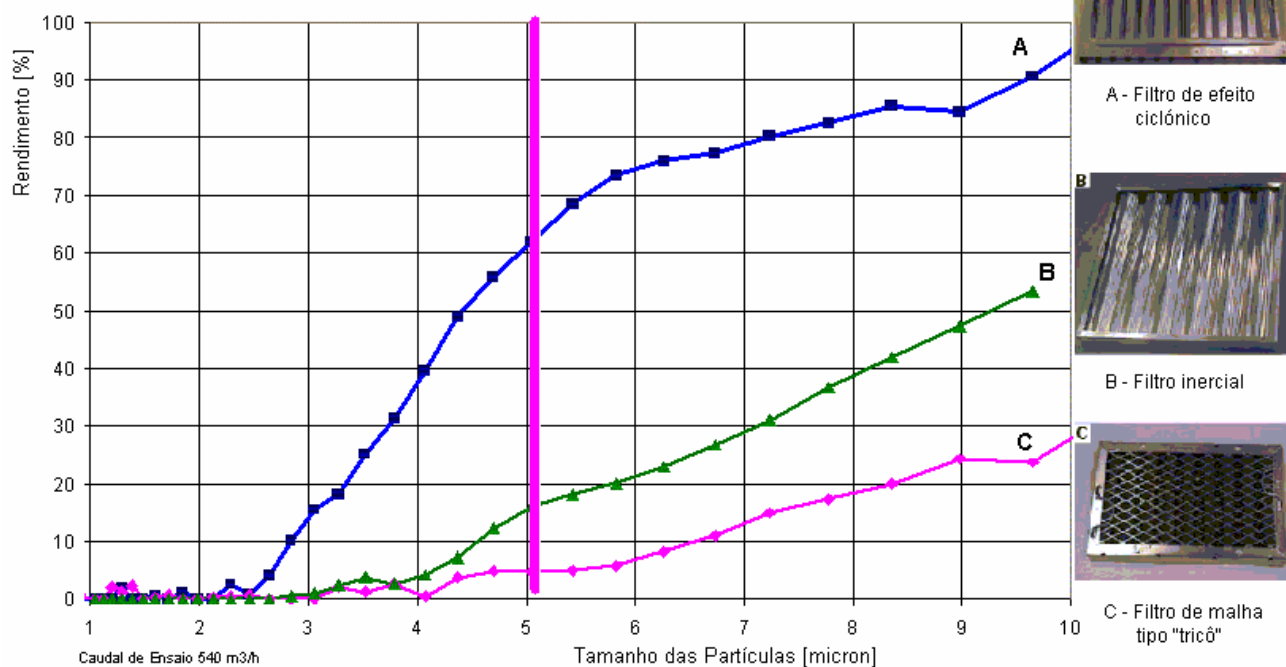


Figura 1 – Comparação do Rendimento dos Três Filtros de Gorduras Comerciais

## Campo de Emissões

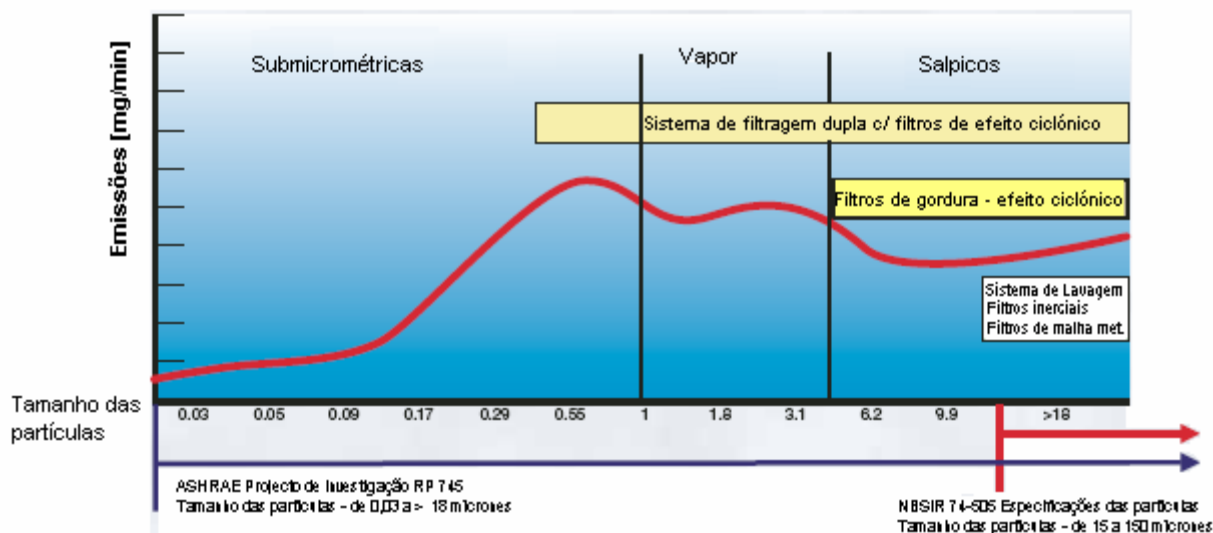


Figura 2 – Tamanho e Quantidade das Partículas Durante os Processos de Cocção

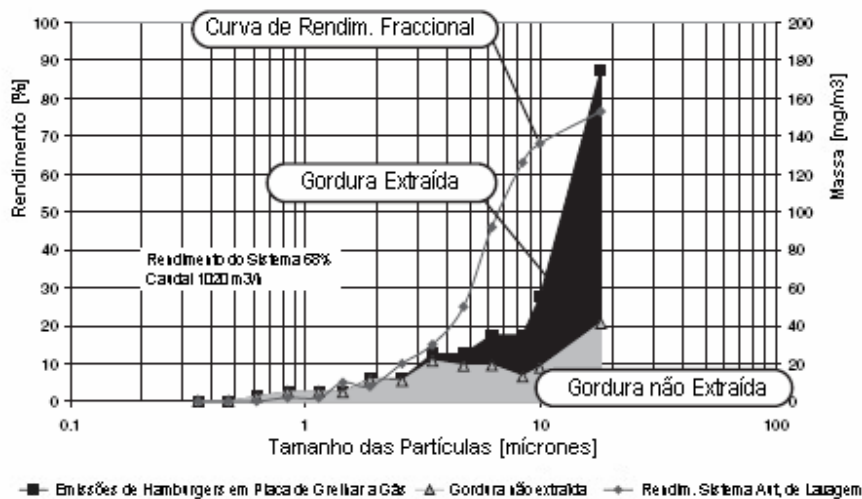


Figura 3 – Determinação da Curva de Rendimento Segundo o ASTM F2519-2005

### 1.6.4 – EMISSÕES DE GORDURA

#### Definição:

Chamam-se aerossóis às partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar ou num gás. Encaixam nesta definição as partículas sólidas ou líquidas de gordura.

#### Classificação:

TAMANHO	DESIGNAÇÃO
Maiores que 2,50 µm (micrones)	Partículas grandes
Entre 1 e 2,5 µm (micrones)	Partículas finas
Inferiores a 1 µm (micron)	Partículas submicrométricas

Esta classificação resulta da origem, composição química, propriedades ópticas e modos de transformação diferentes. Como complemento da classificação anterior, as **partículas** compreendidas entre 6,2 e 150 µm podem ser consideradas **salpicos**. Por outro lado, o **vapor** é gordura evaporada misturada com água evaporada que se produz no aquecimento prolongado e que origina a “queima” dos alimentos frios ou congelados, quando em contacto directo com superfícies quentes (quando a temperatura é >150°C) e cujo tamanho varia entre 1 e 6,2 µm.

4. – Conclui-se, assim, que a apresentação do **rendimento dos filtros** ou separadores de gorduras não se pode resumir a uma simples percentagem numérica. Ele deverá ser **expresso graficamente** utilizando curvas como as do funcionamento de um ventilador, como mostra a figura 3 (ao lado), para os sistemas automáticos de lavagem.

Durante a sua confecção, a comida liberta gordura, vapor de água e produtos de combustão com origem na fonte de energia ou alimentos que vão sendo queimados ou modificados pelas reacções químicas, durante o processo de cocção. Aquelas emissões consistem em vapor e partículas de matéria que são evacuados através do sistema de exaustão da cozinha. Estas partículas “colam-se” ao interior das condutas, turbina e telhados.

O processo de cocção dá origem à libertação de partículas de gordura que podem ser líquidas ou sólidas e permanecem em suspensão na corrente de ar extraído. O tamanho destas partículas pode variar entre 0,01 e 100 µm.

Teoricamente, as emissões com diâmetros menores a  $0,01\mu\text{m}$  poderiam ser filtradas e extraídas do fluxo de ar. Contudo, os vapores não podem ser retidos com os filtros tradicionais. Por outro lado, as partículas de gorduras com dimensões superiores a  $10\text{-}20\mu\text{m}$  são demasiado pesadas para serem arrastadas no fluxo de ar e caem por gravidade, para as superfícies dos equipamentos. Os filtros disponíveis no mercado operam com tamanhos de partículas com diâmetros compreendidos entre  $1$  e  $10\mu\text{m}$ .

As emissões de partículas de gordura no estado de vapor são muito mais pequenas que as das partículas no estado sólido e líquido e são excluídas do estudo.

O vapor poderá condensar nas partículas sólidas ou líquidas de gordura ou permanecer no estado de vapor até ser totalmente evacuado para a atmosfera exterior. A figura 5 mostra-nos a quantidade (kg/1000 kg) de partículas e de vapor produzidas durante o processo de cocção de alguns alimentos, em particular.

Reportando-nos unicamente às emissões de gordura, a figura 6 representa uma particularização do gráfico da figura anterior (figura 5).

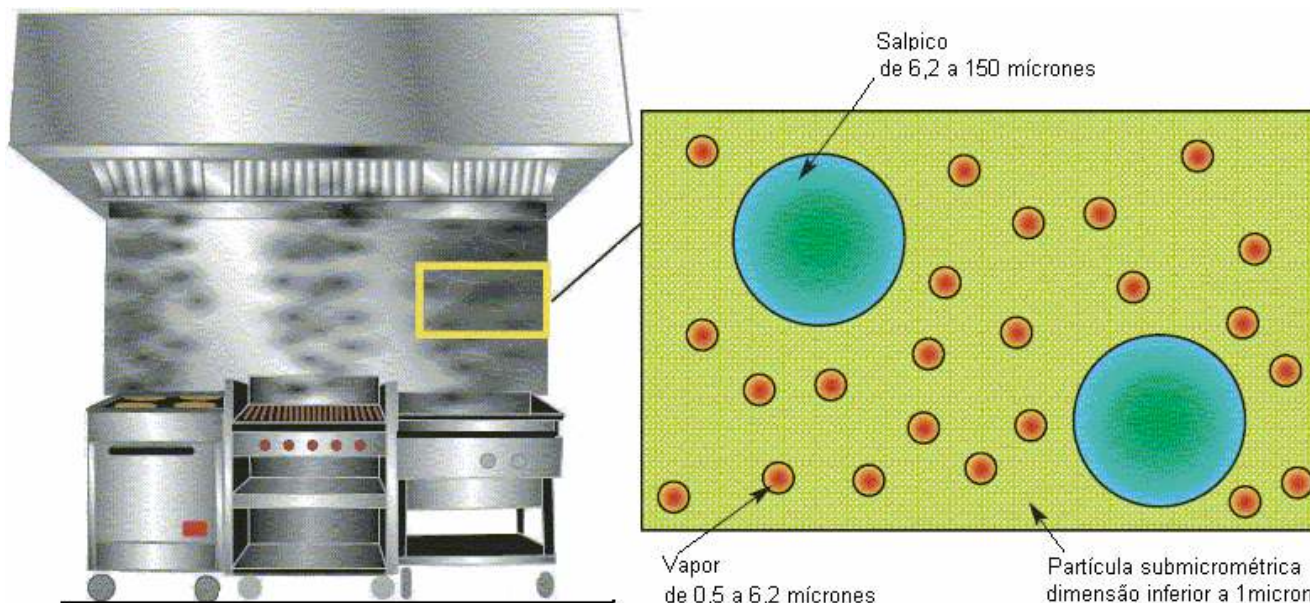


Figura 4 – Tamanho das Partículas Durante os Processos de Cocção

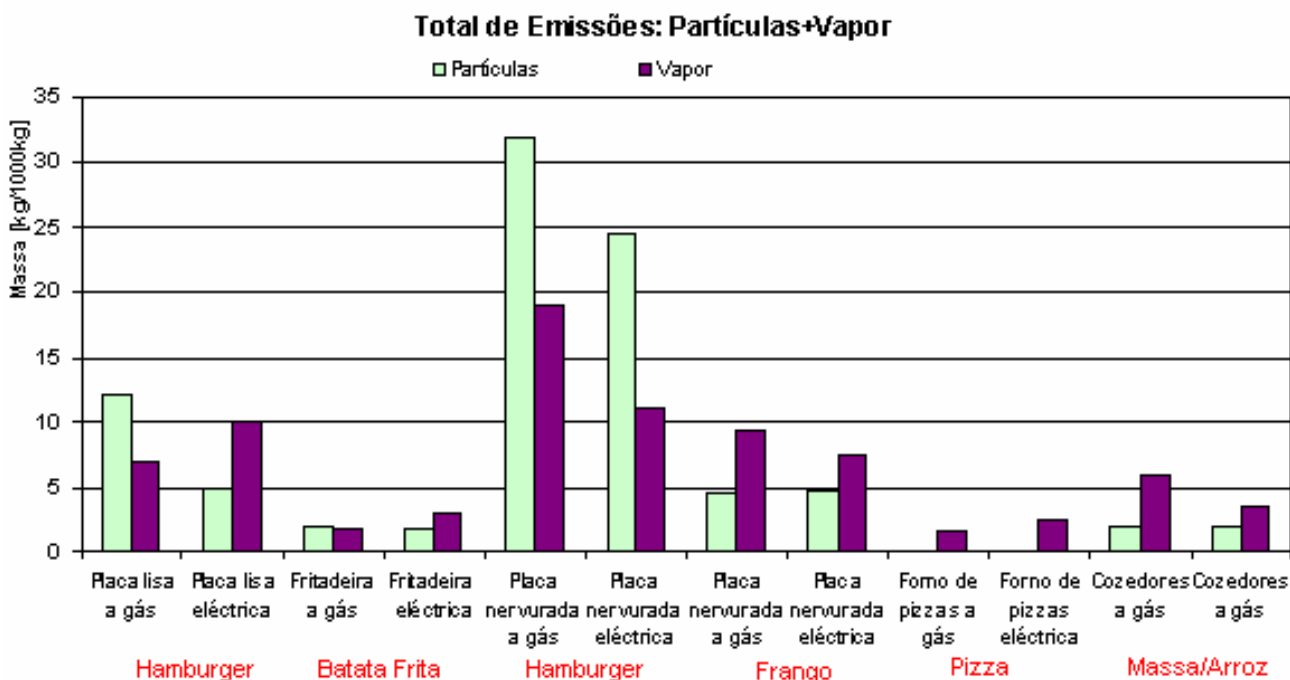
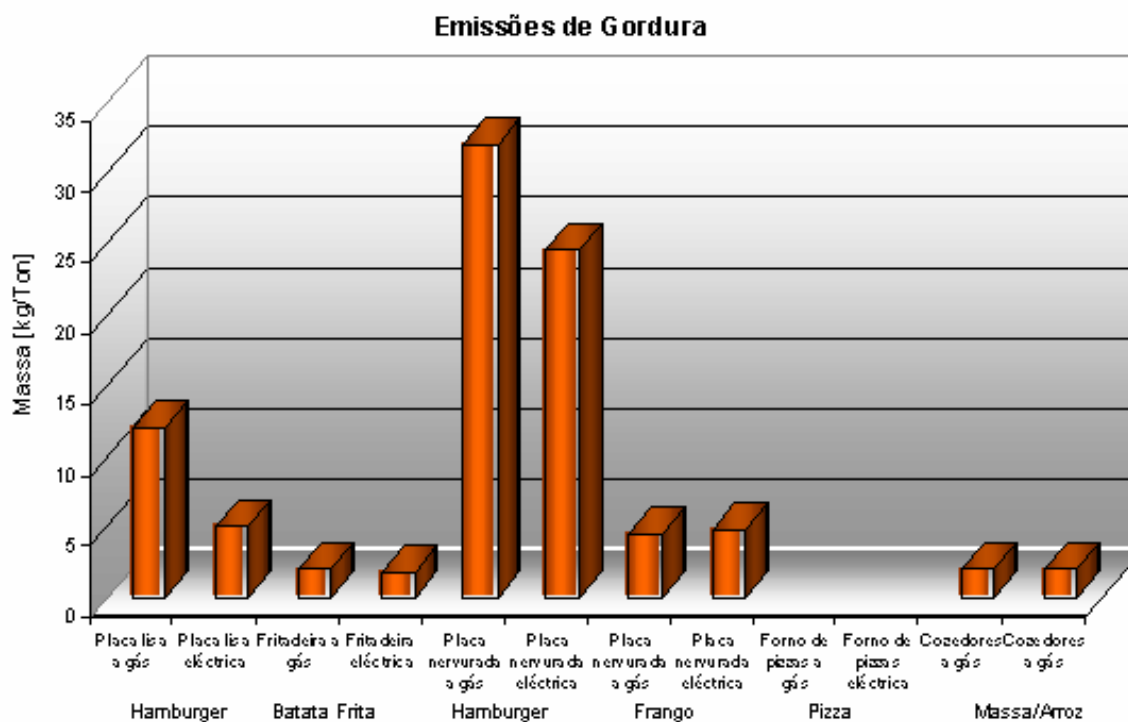


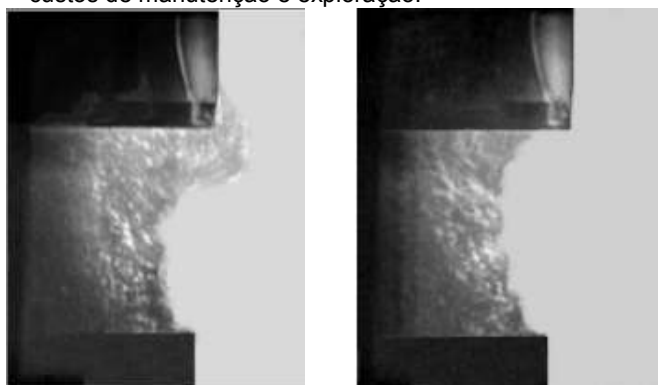
Figura 5 – Emissões Durante o Processo de Cocção Por Produto e Equipamento



**Figura 6 – Emissões de Gordura por Produto e Equipamento (Particularização)**

#### 1.6.5 – RENDIMENTO DOS DIFERENTES FILTROS DE GORDURA

As emissões de partículas e de calor são praticamente invisíveis, a “olho nú”, mas podem ser visualizadas através de imagens de *Schlieren*. A figura seguinte mostra a mesma hote montada sobre um grelhador a carvão, funcionando com caudais distintos: 920 m<sup>3</sup>/h/metro linear, à esquerda, e 1230 m<sup>3</sup>/h/metro linear, à direita. A determinação do caudal de **captura** e **contenção** da pluma térmica sob influência da área da hote corresponderá ao mínimo necessário para a fazer funcionar eficazmente com o mínimo desperdício de energia. Além da determinação do caudal, a eficiência da filtragem e separação de gorduras afigura-se-nos ser o segundo “ponto quente” que mais deverá contribuir para a eficiência do sistema, minimização do risco de incêndio e redução dos custos de manutenção e exploração.



**Figura 7 – Emissões de Calor e Partículas (Imagens de *Schlieren*)**

#### Sistema com filtros de malha metálica tipo tricô.

- Nos sistemas que usam estes filtros, a absorção/fixação de gorduras faz-se, principalmente, por impacto das partículas contra o entrelaçado dos diversos finos fios metálicos, distribuídos em diversas camadas, de forma cruzada (tricô). Também se verifica o efeito de inércia, embora menos significativo. Neste sistema, só as partículas de grande dimensão (> 10 micrones) “chocam e fixam-se” aos fios metálicos. Não há uma verdadeira separação de gordura, mas uma retenção/fixação, o que potencia o risco de incêndio.
- A perda de carga inicial situa-se à volta dos 25 Pa, mas cresce com a acumulação de gordura, podendo mesmo colmatar. O risco de incêndio é, então, potencialmente elevado.
- A espessura dos filtros é, normalmente, inferior a 50 mm.
- O rendimento efectivo fraccional dos sistemas que utilizam estes filtros é inferior a 30% e, como tal, estes devem ser excluídos das cozinhas profissionais que produzam muitas emissões de gorduras.
- A sua única vantagem é serem económicos.

### Sistema com filtros inerciais (*baffles*)

- São mais caros que os anteriores. A “fixação” e posterior separação das gorduras são feitas, conjuntamente, por inércia, impacto e diferença de temperatura provocados pelas mudanças de direcção do fluxo de ar nas chicanas. Como o efeito de inércia é dominante, este é o motivo da sua designação. A optimização da eficiência destes filtros é conseguida para uma velocidade de aspiração de 4,0 a 5,5 m/s, entre os canais das alhetas (*baffles*). A perda de carga inicial é de cerca de 40 Pa. A espessura é igual a 50 mm. Os filtros inerciais deverão ser instalados num ângulo não inferior a 45° nem superior a 60° com a horizontal.
- De acordo com o ensaio ASTM F2519-2005, o rendimento dificilmente ultrapassará 31%, conforme se poderá observar no gráfico de rendimento correspondente, indicado na figura seguinte.

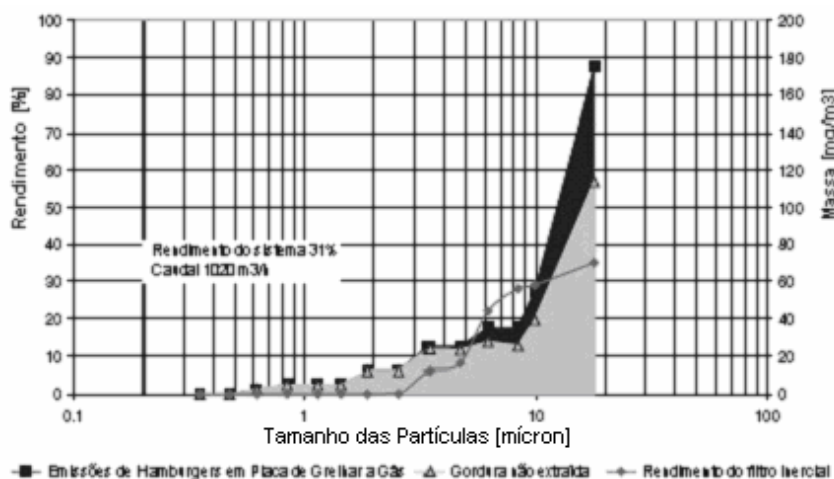


Figura 8 – Curva de Rendimento do Filtro Inercial

- Ainda não se encontra disponível a curva de rendimento dos filtros inerciais instalados em tectos filtrantes e dotados de dupla chicana. No entanto, os estudos comparativos colocam-nos em rendimentos ligeiramente acima dos 40%, contrariamente aos superiores a 80% apregoados pelos fabricantes.

### Sistemas de Lavagem Automática

- Os sistemas de lavagem compreendem um *plenum* de extracção similar ao dos filtros inerciais, no qual é embebido/integrado um sistema automático de lavagem que possui dupla função, nas rotinas de manutenção dos sistemas de *catering*: lavagem do sistema de extracção e prevenção de incêndios. Conforme se poderá observar na figura 3, segundo este novo método de determinação, é expectável uma curva de rendimento fraccional que se situa próximo dos 68%. Existem no mercado, pelo menos, três versões dos sistemas automáticos de lavagem:
  - Sistema automática de lavagem com água quente;
  - Sistema automática de lavagem misto (água quente e fria);
  - Sistema automático de lavagem contínua.
- As diferenças entre os três sistemas situam-se ao nível das características técnicas, nomeadamente no consumo de água.
- Algumas diferenças:

- a) O sistema automático de lavagem de água quente possui um consumo que se situa entre 0,10 e 0,30 l/s, por cada metro linear de hote, com a temperatura da água entre os 55 °C e os 82 °C.
- b) No sistema automático de lavagem misto, o consumo é idêntico ao anterior, ou seja, entre 0,10 e 0,30 l/s por cada metro linear de hote, com a temperatura da água quente a situar-se entre os 60 °C e os 82 °C.
- c) No sistema automático de lavagem contínua, o consumo de água, à temperatura da rede (entre 11 °C e 16 °C), ronda os 3,5 l/s por metro linear de hote.

### Sistemas com Filtros de Efeito Ciclónico

- Este tipo de filtros, desenvolvido e patenteado pela empresa americana *Greenheck*, aproveita as forças centrífuga e de impacto bidimensional do fluxo de ar para, verdadeiramente, separar as partículas de gorduras. Prioritariamente, estas partículas são expelidas durante o movimento helicoidal do fluxo de ar, entrando este frontalmente no filtro e saindo por cima e por baixo, conforme se mostra na figura 9.
- Após ser submetido ao ensaio, o filtro de efeito ciclónico apresentou uma curva de rendimento fraccional próxima dos 73%, que se encontra representada na figura seguinte. Na verdade, é o maior rendimento obtido individualmente por um único filtro.
- Este filtro ainda não é comercializado em Portugal.

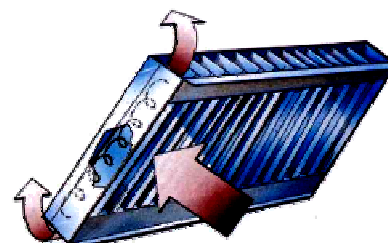


Figura 9 – Filtro de Efeito Ciclónico

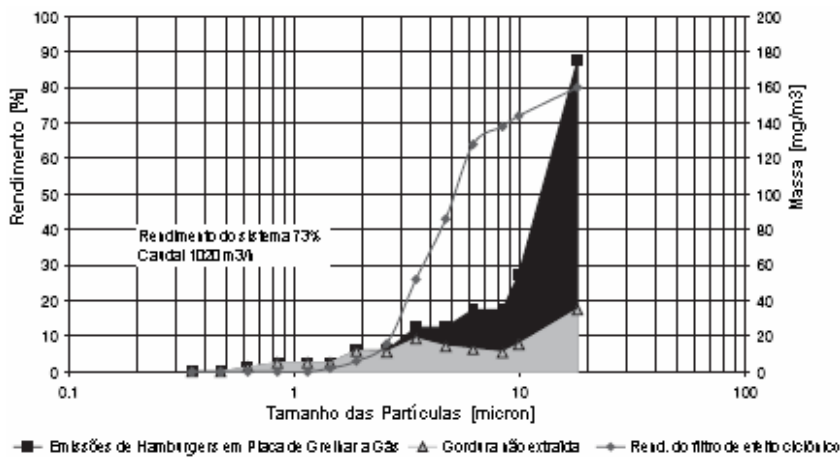


Figura 10 – Rendimento do Filtro do Tipo Efeito Ciclônico

### Sistemas Multi-Estágio de Filtragem

- É uma melhoria e refinamento da tecnologia anterior (filtro de efeito ciclônico), desenvolvida pela mesma empresa, no sentido de maximizar a filtragem e separação das gorduras. Numa hote dotada deste sistema de filtros, a extracção de gordura atinge uma curva de **rendimento fraccional** próximo dos 99%, conforme se observa na figura 11. Trata-se de um sistema que utiliza dois estágios de filtragem: filtro de efeito ciclónico (1.º estágio) e filtro especial que actua por adsorção (2.º estágio) sendo “accionado” o mecanismo de fixação das partículas mais pequenas, a intercepção e a difusão.

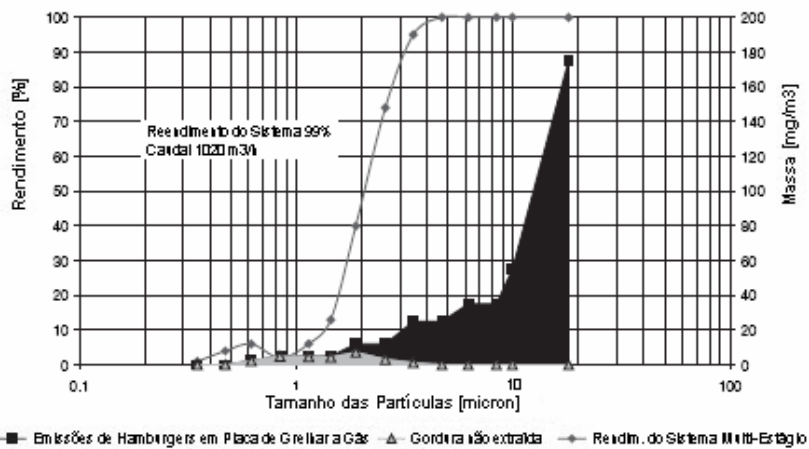


Figura 11 – Rendimento do Sistema Multi-Estágio de Filtragem

### Estudo Comparativo

Após o estudo de cada um dos sistemas de filtragem e separação de gorduras através do mesmo método de ensaio, pensamos que seria interessante apresentar o estudo comparativo dos diversos rendimentos obtidos inerentes a cada um. Na verdade, o estudo não permite qualquer margem de erro, quando se colocam em confronto os mesmos equipamentos, produtos a confeccionar e caudais de extracção. O único parâmetro modificado é o sistema de filtragem.

Como complemento e melhor avaliação, convém identificar as vantagens e desvantagens de cada sistema e uma avaliação quantitativa, relativa aos custos.

Para melhor compreender este estudo, apresentamos os resultados na forma de tabela e na forma gráfica, conforme se poderá observar seguidamente. As conclusões ficam a cargo do leitor.

#### a) Tabela comparativa dos rendimentos dos diferentes sistemas de filtragem e separação de gorduras:

- Equipamento: Placa de Grelhar a Gás;
- Alimento de referência: hamburger;
- Caudal de extracção: 1020 m<sup>3</sup>/h por filtro;
- Dimensão considerada das partículas: 0,3 a 10 micrones;
- Ensaio: ASTM F2519-2005.

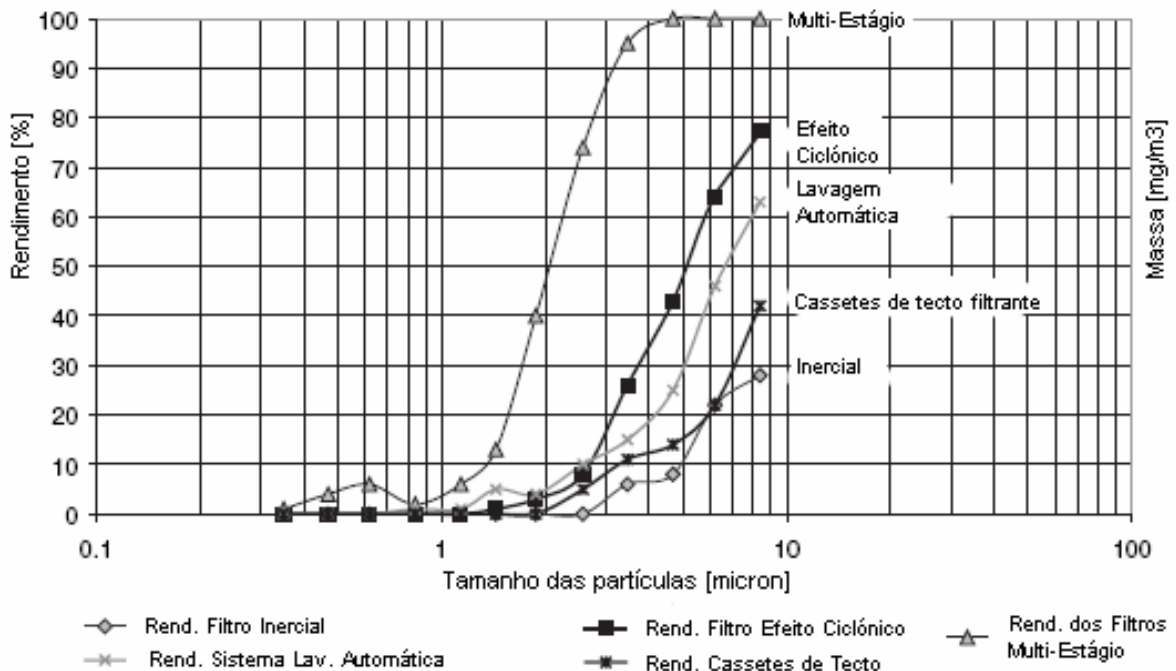
#### b) Gráfico comparativo dos rendimentos dos diferentes sistemas de filtragem e separação de gorduras:

- Equipamento: Placa de Grelhar a Gás;
- Alimento de referência: hamburger;
- Caudal de extracção: 1020 m<sup>3</sup>/h por filtro;
- Dimensão considerada das partículas: 0,3 a 10 micrones;
- Ensaio: ASTM F2519-2005.

**Tabela 5 – Tabela Comparativa dos Rendimentos**

TIPO DE FILTRO	VEL. FRONTAL	RENDIMENTO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
	[m/s]	[%]		
Rede de Malha Metálica (tipo tricô)	2,00 – 3,00	Não Testado (<<30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muito baratos</li> <li>Baixa perda de carga (quando limpos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A gordura permanece na corrente de ar</li> <li>Perda de carga variável</li> <li>Potência o risco de incêndio</li> </ul>
Inercial ( <i>baffles</i> ) inox	4,00 – 5,50	≈ 31	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baratos</li> <li>Não impõem sobrecarga adicional de pressão</li> <li>Fácil limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perda de carga mais elevada que os filtros de malha metálica</li> <li>Baixa rendimento</li> </ul>
Inercial ( <i>baffles</i> ) Cassetes tecto	4,00 – 5,50	≈ 43	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendimento aceitável</li> <li>Design elegante</li> <li>Fácil limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevada perda de carga</li> <li>Necessita de <i>plenum</i></li> <li>Manutenção frequente</li> </ul>
Sistemas Automáticos de Lavagem (misto, a quente e contínua)	4,00 – 5,50	≈ 68	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficientes</li> <li>Não coloca o sistema em sobrecarga</li> <li>Baixos custos de manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caro a muito caro</li> <li>Perda de carga elevada</li> <li>São necessárias redes de água fria, quente e drenagem</li> </ul>
Tipo efeito ciclónico	4,00 – 5,50	≈ 73	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bom rendimento</li> <li>Não coloca o sistema em sobrecarga</li> <li>Baixos custos de manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preço desconhecido</li> <li>Baixa perda de carga</li> <li>NOTA: Filtro ainda não comercializado no nosso País</li> </ul>
Multi-estágio	4,00 – 5,50	≈ 99	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muito eficiente</li> <li>Pode colocar o sistema em sobrecarga</li> <li>Custos de manutenção ainda não conhecidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preço desconhecido</li> <li>Elevada perda de carga imposto pelo 2.º filtro</li> <li>NOTA: Sistema ainda não comercializado no nosso País</li> </ul>

**Gráfico Comparativo de Rendimentos**



**Figura 12 – Gráfico Comparativo do Rendimento Fraccional**

## 1.7 – RISCOS E SAÚDE OCUPACIONAL

Uma cozinha profissional é um local de trabalho de risco para a saúde, podendo considerar-se mesmo perigoso. Desde o início do século XXI que as autoridades educativas e pedagógicas estão conscientes disso. Como prova, tornaram obrigatório, nos currículos formativos dos cursos de Cozinha, Mesa, Bar e Gestão Hoteleira, a disciplina de Segurança no Trabalho. Ali, ensina-se e atesta-se como essencial que as cozinhas profissionais sejam providas de sistemas de ventilação/climatização promotores de um ambiente que proporcione o desenvolvimento das actividades produtivas de forma eficiente e segura. Obviamente, o **conforto** é a palavra-chave para envolver e promover, simultaneamente, a qualidade e a produtividade, em segurança.

O maior desconforto gerado nas cozinhas profissionais é causado pelo calor e pela humidade gerados durante os processos de cocção. O calor radiante desenvolvido torna-se particularmente difícil de suportar e não pode ser removido. Unicamente se poderá minorar os seus efeitos no pessoal laboral.

O outro grande risco para a saúde ocupacional é epidemiológico, causado, obviamente, pela natural exposição, durante longos períodos, tanto aos fumos e vapores de combustão dos equipamentos de cocção como às substâncias voláteis desenvolvidas durante aqueles processos.

## 1.8 – RISCOS COMERCIAIS

Na eventualidade de algum dos riscos a seguir enumerados ocorrer, convém ter seguro, com os prémios em dia. Minorar os riscos deverá ser uma prioridade de

cada gestor, já que a lista das potenciais perdas comerciais quase não terá fim e muitos delas, provavelmente, conduzirão ao fecho do estabelecimento e final do negócio. Para finalizar, apresentamos, então, alguns exemplos:

- Perdas de tempo, na gestão do negócio;
- Redução de lucros, por eventual fecho temporário;
- Perdas com a imagem;
- Perdas de horas, por absentismo por doença profissional confirmada;
- Custas judiciais, por acidentes a colaboradores não cobertos pelos seguros;
- Custas judiciais, por insatisfação, reclamações e/ou acidentes causados a clientes;
- Aumento desmesurado dos prémios dos seguros;
- Coimas impostas pelas autoridades (ASAE, Inspeção do Trabalho ou outras);
- Fecho definitivo, por incumprimento técnico-funcional;
- Custos de defesa, por negligência criminal, em processos impostos pelas autoridades de Saúde ou Defesa do Consumidor;
- Possibilidades de prisão, por negligência criminal comprovada.

## REFERÊNCIAS:

- **Soluções para Cozinhas Profissionais**. – 6.ª Conferência Internacional da France Air Portugal Rudolf Kizbichler e Jean Philippe Goudin-Servenièrre – WIMBOCK;
- **Minute SIM 5/2001/18** “importance of a good ventilation in commercial kitchens and industrial cooking areas” **Health and Safety Executive Sector, UK**.
- **Lancet Report 1996** – The Shanghai Cancer Institute “domestic gas appliances and respiratory illness”
- **Kitchen Ventilation Systems – Application & Design Guide**, Greenheck, Building Value in Air, September 2005.
- **VDI 2052, Part 1** – *Ventilation Equipment for Kitchens. Determination of Capture Efficiency of Aerosol Separators in Kitchen Exhaust*”.

Permissão para reprodução e adaptação das figuras obtida da *Architectural Energy Corporation* sob supervisão do programa *PIER Public Interest Energy Research, State of California, USA*. Doc. *CVK –Design Guide -031504.pdf*

Reprodução e disseminação proibida sem a autorização expressa do autor.