

# Equívoco de Aplicativo: Precipitadores Eletrostáticos em Sistemas de Exaustão para cozinhas profissionais.

## Caracterização e Incompatibilidade no Controle dos Agentes Poluentes Atmosféricos.

Eng.Domenico Capulli

**O Segmento de Aplicação:-** A mobilização mundial quanto as questões de segurança anti-incêndio e da qualidade ambiental reflete a conscientização da sociedade no sentido de iniciar ações de conciliação entre a atividade empresarial com a de equilíbrio e preservação da qualidade de vida, onde através de projetos balizados por requerimentos mínimos normatizados promove-se a elevação dos padrões de segurança e controle ambiental nas instalações de sistemas de ventilação de cozinhas profissionais, com minimização dos riscos de perdas de equipamentos e da insalubridade das pessoas.

O preparo de alimentos é realizado através do uso de equipamentos de cocção, que em sua grande maioria exercem ação térmica sobre os alimentos, provocando a emissão de calor, gordura vaporizada, fumaça, vapores, gases e odores que devem ser captados, transportados e tratados, assegurando a descarga do ar de processo em equilíbrio com o ambiente natural

A norma NBR 14518 estabelece os parâmetros mínimos para projeto, instalação, operação e manutenção de sistemas de ventilação em cozinhas profissionais, com ênfase no conforto operacional e salubridade, segurança anti-incêndio e no controle antipolvente atmosférico.

O projeto de engenharia de sistemas de exaustão de cozinhas profissionais deve considerar as premissas de que o ar apresenta-se **contaminado**, em **desequilíbrio térmico** e contendo **produtos condensáveis e combustíveis**; trata-se portanto de um projeto que envolve cálculos convencionais de vazão de ar e perda de pressão conjugados com tecnologia de controle antipolvente atmosférico e segurança anti-incêndio.

Numa abordagem sistêmica temos, de forma seqüencial, distintos tipos de equipamentos de processamento de alimentos e suas peculiaridades em termos de ação térmica e de geração de emissões poluentes, são as ditas fontes de emissão, passando-se aos elementos que constituem os sistemas de exaustão de cozinhas, que são as coifas e captosres, rede de dutos, depuradores e exaustores..

Restringiremos nossa análise á uma abordagem específica das tipologias, características físico-químicas dos agentes poluentes nocivos, padrões de emissão de poluentes em sistemas de exaustão de cozinhas e as tecnologias e equipamentos de controle antipolvente, com observância dos requerimentos conceituais de segurança preventiva anti-incêndio.

Este tipo de instalação técnica que anualmente é responsável por mais de 9.000 incêndios na América do Norte, número este que com certeza encontra paralelo no Brasil, inclusive com vítimas fatais, onde tem-se mais de um milhão de cozinhas em seu território.

A banalização dos sistemas de exaustão de cozinhas profissionais deu-se em parte por ser um processo fabril corriqueiro desde nossa infância pelo convívio diário com fogões no ambiente residencial, por tratar-se, até bem pouco tempo, de uma instalação de bastidores e pelo fato de ser herdado a reboque e com menor importância no bojo de um projeto de climatização assumindo assim uma posição secundária, muitas vezes repassadas a empreiteiros para execução sem uma análise pormenorizada dos aspectos hoje evidenciados na norma NBR14518. O rompimento da fronteira vertical entre os equipamentos de cocção especificados pelos arquitetos e projetistas de cozinhas e os captos projetados pelos engenheiros especializados em ventilação, dar-se-á pela discussão das especificidades do projeto entre os profissionais, de forma que o projeto migre de uma área do conhecimento para outra sem lacunas.

A análise das características funcionais dos equipamentos de cocção torna evidente as diferenças entre um charbroiler e um fogão, para não radicalizarmos na diferença de um caldeirão de cocção a vapor e uma churrasqueira à carvão; estas diferenças são responsáveis pela mudança da temperatura do fluxo gasoso, pela alteração na tipologia e na taxa de emissão de poluentes e pelo risco de deflagração de incêndios, portanto a precisa caracterização dos equipamentos de cocção é o ponto de partida para determinarmos o dimensionamento e tipo de captos e equipamentos de controle de poluentes responsáveis pela coleta eficiente extração dos vapores, partículas, gases com odores e dos gases de combustão quando do uso de fontes fósseis de energia. Neste artigo restringiremos nossa análise aos depuradores classificados como Precipitadores ou Filtros Eletrostáticos face ao seu uso equivocado neste tipo de aplicação onde o operador de unidades de processamento profissional de alimentos resta exposto a imposições cartoriais pelo uso de tecnologia e dispositivo absolutamente impropriedade neste tipo de aplicação, gerando insatisfações, riscos e manutenções enfadonhas.

**A Caracterização dos Poluentes** - Na dicotomia observada entre os arquitetos e os engenheiros projetistas nas fronteiras de seus projetos, dá-se também entre estes últimos e os químicos no que concerne a caracterização físico-química das substâncias presentes nos fluxos de exaustão, portanto apresentamos o registro técnico-científico das substâncias identificadas e seus estados físicos nas condições de operação da exaustão.

A cocção dos alimentos gera o despreendimento de vapor d'água, calor e diversas substâncias, inclusive os gases de combustão, com propriedades poluentes, aderentes, combustíveis e com odores característicos que são arrastados pelo sistema de exaustão e são descarregados na atmosfera, podendo causar incômodos à vizinhança, provocar doenças graves pela exposição continuada e

com o agravante de formar incrustações combustíveis, ao longo de todo o percurso do sistema de exaustão, com elevados riscos de provocar incêndios.

A análise da corrente gasosa típica registrada no estudo desenvolvido em tese orientada pelo prof. Guido Perin no curso de doutorado em química industrial da Faculdade de Ciências Matemáticas, Físicas e Naturais da Universidade dos Estudos de Veneza CA'FOSCARI, avaliou tecnologias avançadas para o abatimento de compostos químicos com risco ambiental no tratamento térmico de alimentos em cozinhas industriais para grandes comunidades. Neste estudo ficou caracterizado a presença de 16 polihidrocarbonetos aromáticos (PAH) sendo 8 com atividade cancerígena comprovada, constando de coletas de amostragem do ar de exaustão de cozinha industrial com cocção monitorada e controlada, na cozinha experimental da Zanussi-Electrolux, de um restaurante Mc Donald's em Mestra-IT e de amostras remetidas de líquido recirculante em depurador centrífugo multiventuri aplicado em cinco restaurantes brasileiros ("Baita Grill", "Fratelli", "İemanja", Esplanada Grill").

A análise química dos poluentes típicos registra a presença de partículas e vapores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) dispersos e aerotransportados em partículas de óleos e gorduras de origem vegetal e animal.

Dentre os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) identificados no fluxos de exaustão de cozinhas profissionais, destacamos, como referência,

Substância	Peso molecular	Ponto(C) Fusão Ebulição		Solubilidade em água(mg/l)
Fluoranteno	202,2	111	251	0,26
naftaleno	128	80,3	218	22
Pireno	202,2	150	360	0,16
Acenaftaleno	152,2	92	275	3,93
Acenafteno	154,2	96,2	279	3,93
Fluoreno	166,2	117	295	3,47
<b>benzo(a)antraceno</b>	228	167	435	0,014
<b>Criseno</b>	228,3	254	488	0,0018
benzo(b)fluoranteno	252	217	480	Insolúvel
<b>benzo(k)fluoranteno</b>	252,3	217	480	Insolúvel
<b>benzo(a)pireno</b>	252,3	178	495	0,0005
Fenantreno	178,2	100	340	1,2
<b>benzo(g,h,l)perileno</b>	276	272	525	0,00026
<b>Dibenzo(a,h)antraceno</b>	278,3	266	524	Insolúvel
<b>indeno(1,2,3-cd)pireno</b>	276	163	-	Insolúvel
Antraceno	178,2	218	342	0,044

Todos críticos, sendo os em negrito com atividade cancerígena comprovada, e emitidos em processos de cocção por fritura de imersão, de grelhados em chapas e broilers, de braseiros a carvão e de fornos á lenha. Evidenciamos que os

patamares de emissão de PAH, sob os perfis de poluição ambiental e de saúde pública ultrapassam valores de centenas de microgramas de substâncias cancerígenas por produção de quilos de alimentos ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ).

O efeito carcinogênico ativa-se pela inalação destas substâncias, que nos pulmões atingem a corrente sanguínea onde enzimas ativam os efeitos cancerígenos destas substâncias no corpo humano. Diversos trabalhos publicados em periódicos científicos de reconhecimento internacional comprovam a presença destes Polihidrocarbonetos Aromáticos em fluxos de exaustão de blocos de cocção de alimentos, e outro tanto á incidência de câncer pulmonar em cozinheiras não fumantes.

O estudo registrado conclui a confirmação da produção de Polihidrocarbonetos aromáticos(PAH), dentre os quais oito com atividade cancerígena comprovada em processos de cocção por chapa de grelhados, e com importante registro da ocorrência também destas substâncias em processos de cocção sem contato com a chama direta e até mesmo em temperaturas não tão elevadas, sendo concluído da maior geração destes poluentes em cocção sobre chama livre(braseiros). Cabe esclarecer que estas substâncias quando presentes no alimento o risco é reduzido pelo processamento no estomago em ambiente digestivo ácido.

A legislação mundial quanto a emissão de polihidrocarbonetos aromáticos (PAH) é recente e apresenta valores rigorosos e distintos entre um padrão americano e europeu, no Brasil inexistente um padrão legal estabelecido pelo governo, na NBR14518 foi estabelecido um padrão de emissão máximo  $\leq 0,10 \text{ mg}/\text{m}^3$  nas condições normais de temperatura e pressão, este valor é dez vezes superior ao determinado em alguns países europeus.

Como critério técnico adicional de controle do padrão de qualidade do ar efluente de sistemas de exaustão de cozinhas profissionais, recomenda-se o padrão de emissão máxima para material particulado máximo  $\leq 100 \text{ mg}/\text{m}^3$  nas condições normais de temperatura e pressão, medidos conforme normas de amostragem de chaminé previstas nas NBR 10701, NBR 11966, NBR 10702, NBR 11967 e NBR 12019, utilizando-se o método de ensaio para frações condensáveis EPA Test Method 202:1990 -*Determination of Condensable Particulate Emissions From Stationary Sources*, sendo á análise executada por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC) ou cromatografia gasosa com espectrometria de massa, sob regime operacional mínimo de 90% da carga de produção dos equipamentos de cocção atendidos pelo sistema de exaustão.

Portanto a emissão dos blocos de cocção é multi-modal com a presença de material particulado sólido, gorduras, névoas e vapores de óleos, vapor d'água e gases com odores agregados de dezenas de substâncias. Esta coletânea de poluentes, alguns aderentes e combustíveis, devem ser submetidos a tratamentos de depuração de forma a minimizar o desequilíbrio térmico e químico do ar exaurido com a sua composição e temperatura natural.

**O Equívoco de Aplicativo-** A remoção destes poluentes( vapores, gorduras, névoas de óleo, fumaças, gases e odores) da corrente gasosa de requer um tratamento em equipamentos despoluidores e extratores de gordura específicos para esta finalidade. Esta especificidade dá-se pelo aspecto de que as características de aderência e combustibilidade exigem a estrita observância de detalhes construtivos, funcionais e de automação que transformam estes depuradores em dispositivos e equipamentos especializados não sendo prudente a mera adaptação.

Desta forma temos que:

- Não pode haver exposição de campos elétricos e dos motores elétricos, ao fluxo de ar de exaustão;
- Os poluentes coletados devem ser drenados de forma contínua e automática para fora do fluxo do ar de exaustão e acondicionado em recipientes à prova de fogo;
- A construção deve ser metálica incombustível, totalmente estanque;
- Os despoluidores atmosféricos e extratores de gorduras, devem efetuar de forma autônoma, durante o seu funcionamento, a limpeza de todos os componentes do seu sistema de depuração, de maneira a remover continuamente os poluentes coletados, garantindo que a eficiência antipolvente não seja reduzida pelo acúmulo dos poluentes coletados.

Os requisitos básicos acima enunciados registram requerimentos de fabricação que devem estar sempre presentes independentemente da tecnologia de depuração adotada.

A seguir dissecaremos a tecnologia de Precipitadores Eletrostáticos aplicados em sistemas de exaustão de cozinhas, com abordagem da tecnologia e inconsistências funcionais e operacionais que somatizados aos riscos de sinistros a tornam inelegível neste tipo de aplicação, ou seja á adoção do princípio eletrostático de atração de poluentes sólidos combustíveis .

### **Os Filtros/ Precipitadores eletrostáticos-**

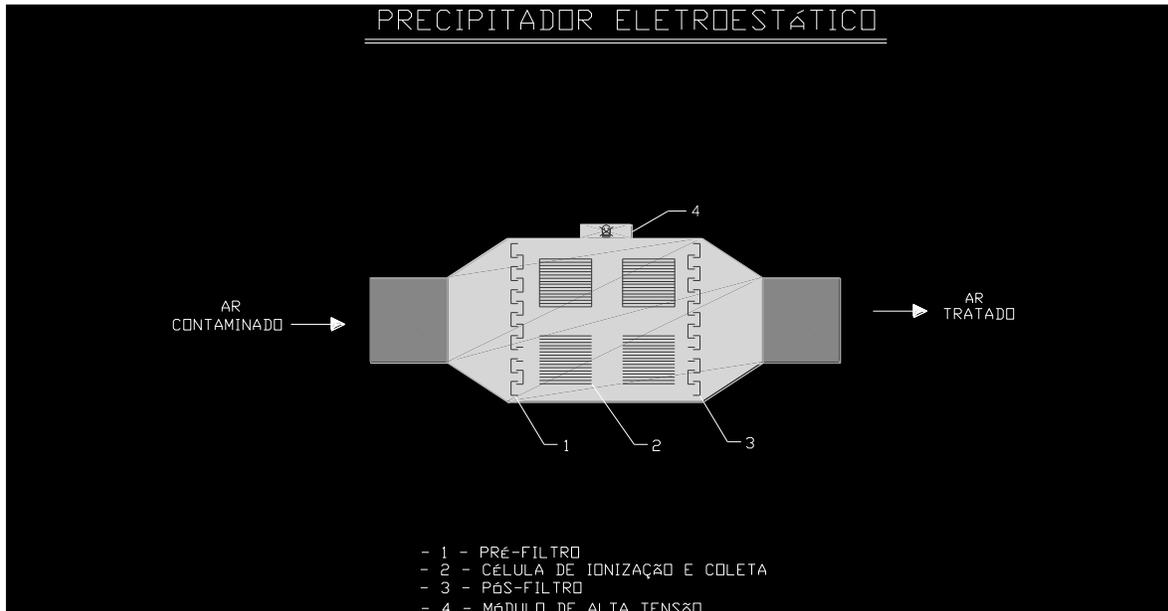
Fundamentado na teoria de ionização do fluxo gasoso e dispondo de três conceitos a saber Cotrell, Penny e Hyashi que distinguem-se pela alternância da polaridade e da seqüência de ionização e coleta, tem larga aplicação no segmento industrial de siderurgia e cimento, onde os poluentes tem resistividade elétrica adequada ao potencial de ionização do filtro eletrostático.

O seqüencial dá-se através da ionização com alta tensão elétrica do fluxo da exaustão e posterior coleta em placas com polaridade oposta ao da assumida pelas partículas.

Neste aplicativo o problema reside na elevada resistividade elétrica do fluxo de gorduras e óleos(>  $10^{-16}$   $\Omega$ .cm) determinam o uso de tensões elevadas, elevada concentração de poluentes, baixa velocidade de fluxo interno e presença de elevados teores de vapor d'água que provocam centelhamento interno(efeito "back corona".) em ambiente contendo resíduos combustíveis.

Adicionalmente a temperatura do fluxo deve ser modulada de maneira a impedir temperaturas reduzidas, onde os condensados de gordura formam incrustações que isolam eletricamente a superfície de ionização com a conseqüente queda de

eficiência ou seja caso o Precipitador eletrostático fosse adequado á aplicação a própria operação induz a queda de performance pelo isolamento elétrico provocado pelos poluentes coletados.



Os precipitadores eletrostáticos devem dispor de coletores de gordura condensada externos ao fluxo em recipientes corta-fogo, de forma a impedir combustão do material coletado em caso de incêndio, gerando efeito “bucha” pela combustão continuada da gordura acumulada nas células e carenagem do filtro.

No aspecto manutenção operacional temos outro grande impedimento à recomendação de uso de Filtros eletrostáticos como depurador de correntes contendo óleos e gorduras pois as características de aderência resultam na impregnação total dos elementos e superfícies internas da carenagem tornando a manutenção um verdadeiro castigo pela necessidade de remoção das células com peso unitário variável de 8 a 15 Kg, a depender do fabricante), transporte das mesmas a local com água para imersão em solução detergente aquecida e quem sabe como a limpeza do arcabouço metálico que constitui a carenagem do Filtro. É um contra-censo esta operação que cria um estágio intermediário da adequada destinação destes poluentes que é a água, pois os mesmos são biodegradados por ação de bactérias aeróbicas.

**O testemunho fotográfico do Equívoco-** A seguir coletânea de fotos que registram o exposto de forma irrefutável.



Foto1- Efeito “back corona” de centelhamento de arco elétrico em função da queda localizada da resistividade elétrica do fluxo em função da presença de vapor d’água proveniente da cocção de alimentos.



Foto 2: Células removidas para serem conduzidas desde casa de máquinas até ao local com Água para limpeza por imersão sendo inclusive possível inferir da necessidade de joga sobressalente para operação durante a demorada remoção dos poluentes aderidos e impregnados(peso unitário mínimo de 8 Kg para opção em alumínio)



Foto 3: Registro pelo Corpo de Bombeiros de S.Paulo de incêndio iniciado na fritadeira e que ao alcançar filtro eletrostático deu-se o efeito “bucha” com destruição integral da construção.



Fotp4: novo flagrante do efeito “bucha “em incêndio no Itain S.Paulo



Foto 5 : Detalhe do arcabouço da carenagem impregnado localizado na casa de máquinas e que deve ser limpo



Foto 6: Filtro eletrostático com efeito “bucha” em Ipanema –RJ.





Foto 7: Filtro colméia totalmente impróprio trabalhando em série com as células eletrostáticas com objetivo de reduzir a carga de poluentes visto que o filtro eletrostático não suporta elevadas concentrações de poluentes, usa-se ainda o pós-filtro cuja finalidade é questionável .





Foto 8 e 9: Flagrantes de falta de estanqueidade construtiva que dirá resistência á fogo, bem como flange flexível untado de gordura após filtro eletrostático, caracterizando a baixa eficiência.

Neste exposição nosso objetivo foi de circunstanciar os aspectos da geração e constituição físico-química dos poluentes incorporados ao ar de exaustão de cozinhas profissionais, e uma análise da impropriedade aplicativa da tecnologia eletrostática de depuração atmosférica neste tipo de emissão poluente.

RJ 09/08/2006