

O livro que acompanha o
podcast, com muitas
ilustrações



Sven Rentschler

Equívocos na tecnologia de ventilação e controle da qualidade do ar



ASSESSORIA + PROJETO

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe.

Todos os direitos reservados.

ISBN: 978-3-922420-74-3

Este livro, incluindo todo o seu conteúdo, está protegido por direitos autorais. Não pode ser reproduzido, nem na íntegra nem em trechos, sob nenhuma forma e por nenhum meio, seja eletrônico ou mecânico (por fotocópia, gravação ou de outra forma, utilizando sistemas já existentes ou futuros), sem a prévia autorização por escrito da editora.

A editora e o autor não se responsabilizam pela atualidade, exatidão, integridade e qualidade das informações fornecidas. Erros de impressão e informações incorretas não podem ser totalmente excluídos.

1ª edição, 2023

Autor: Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16–18, 74372 Sersheim Fotos,

créditos das imagens: Rentschler REVEN GmbH

Diagramação, capa, desenhos, ilustrações: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com Revisão:

Eva Schwarz, technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Impressão: Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

Editora: cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

O catálogo completo de títulos próprios e uma seleção exclusiva de livros especializados podem ser encontrados em cci-dialog.de.

cci Buch é uma marca da cci Dialog GmbH.

Opiniões sobre o podcast

A repercussão durante o podcast foi tão grande que a ideia de transformá-lo em um livro surgiu naturalmente. Comentários que falam por si mesmos:



“... o podcast sobre correntes de ar despertou minha curiosidade por mais...”

“... gostaria de parabenizá-lo pelo interessante podcast ‘Equívocos na tecnologia de ventilação e controle da qualidade do ar’ e agradecer pelas informações...”

“... muito obrigado pelo podcast realmente interessante. Ficaria muito feliz se houvesse uma continuação. Sou gerente de projetos na área de ventilação há mais de 20 anos e pude aprender bastante para a prática e para outros projetos. Ficaria muito feliz se pudesse construir com vocês o próximo sistema de cozinha...”

“... Gostaria de parabenizá-los pelo podcast. O tema é muito compreensível até mesmo para pessoas como eu, que não estão tão familiarizadas com o assunto...”

“... como ouvinte assíduo do seu podcast, gostaria de aproveitar a oportunidade para encomendar o livro especializado anunciado para 2023. Espero por mais episódios sobre o tema do ar — nosso alimento mais valioso...”

Agradecimentos

Gostaria de expressar meus agradecimentos especiais a Gabriele Wiedemann e Eva Schwarz. Trabalho com sucesso com essas duas prestadoras de serviços há muitos anos. Há mais de uma década, no âmbito dessa colaboração, foi criado um catálogo de produtos para nossa empresa, a REVEN GmbH, que abordava os mesmos temas deste livro. Também realizamos outros projetos, como a implementação bem-sucedida do site da nossa empresa, com essa equipe. As experiências que pudemos adquirir nesses projetos contribuíram de forma decisiva para a elaboração deste livro.

Os gráficos da Sra. Wiedemann e as revisões de texto da Sra. Schwarz baseiam-se em nossa longa experiência conjunta e constituem o pano de fundo para uma compreensão sem precedentes do tema. A colaboração para este livro foi agradável e descomplicada e resultou em um produto que eu, sozinho, não teria conseguido realizar com essa qualidade.

Além disso, meu agradecimento especial vai para nossos sócios do SchAKO Group, que apoiaram o projeto de escrever um livro desde o início e reconheceram a oportunidade de dar ênfase ao nosso lema do grupo: “Pure competence in air.”

Agradeço também aos meus colegas Holger Reul, Sascha Kess e Vitali Lai por todas as conversas estimulantes sobre os temas da tecnologia de ventilação e purificação do ar nos últimos anos, que me proporcionaram muita inspiração para este livro.

Ficaria muito feliz se pudéssemos continuar a discutir e aprofundar os temas e reflexões apresentados neste livro. Você pode entrar em contato comigo pelo LinkedIn. Estou ansioso por trocar ideias com você.

Prefácio

Com o início da pandemia em 2020, a ventilação adequada tornou-se um dos principais temas na Alemanha. Por todo o país, ocorreram discussões sobre a qualidade do ar em ambientes internos. Debat-se apaixonadamente sobre como as salas de aula devem ser ventiladas corretamente. Muitas vezes, constatou-se com espanto que um grande número de escritórios não pode ser abastecido com ar fresco por meio de um sistema de ventilação no prédio. Entre os fabricantes de purificadores de ar compactos, de repente surgiu um clima de corrida ao ouro. Por todo o país, discutiu-se de forma controversa como medir e avaliar a poluição do ar em ambientes internos. Chegaram até a ser lançadas campanhas que promoviam o ar puro como o alimento mais importante.

De onde vem esse grande engajamento, tão repentino e com tanta veemência? Muitos desses argumentos e questionamentos me acompanham já desde o início da minha vida profissional. Em 1995, ingressei em nossa empresa, a REVEN GMBH.

REVEN significa REntschler VEntilation. Ventilação é exatamente o processo com o qual a REVEN GMBH lida há gerações e com o qual eu também me dedico há décadas, primeiro como diretor técnico e agora como diretor executivo. Os purificadores de ar e produtos de ventilação da REVEN GMBH são utilizados para garantir ar limpo em ambientes de uso comercial. Trata-se, por exemplo, de pavilhões de produção na indústria alimentícia, instalações na engenharia mecânica, bem como grandes cozinhas e refeitórios. Todos esses ambientes de produção têm uma coisa em comum: o ar interno, seja em salas ou pavilhões, costuma estar muito contaminado e poluído. Medir e analisar o grau de contaminação nessas áreas, além de filtrar e purificar o ar — essas são as tarefas com as quais nos dedicamos na REVEN GMBH há décadas.

Desde o início da crise da COVID-19, em 2020, essas tarefas relacionadas à purificação do ar deixaram de ser relevantes apenas para o setor industrial e passaram a ser um tema em toda a

Alemanha. Nas discussões, algumas delas conduzidas com grande veemência, percebi que as necessidades nos setores comercial e residencial estavam se tornando cada vez mais semelhantes. No entanto, devido ao aumento repentino e vertiginoso da demanda, alguns fabricantes passaram a não ser tão rigorosos quanto antes com as especificações de desempenho dos purificadores de ar. Muitas afirmações foram feitas e ainda mais promessas foram feitas. O efeito de ventilação, o desempenho dos filtros e a eficiência de muitas soluções são — sobretudo para leigos — difíceis de compreender e geraram mal-entendidos no debate. Esses mal-entendidos, por exemplo, em relação ao ar limpo e à purificação adequada do ar em salas de aula, são semelhantes aos que, há muitas décadas, se consolidaram na indústria como meias-verdades.

Este livro tem como objetivo oferecer uma visão geral sobre quais são os equívocos e as meias-verdades relacionados ao tema da ventilação e de onde vêm esses equívocos, tanto no âmbito privado quanto no industrial.

Não abordarei os temas de forma excessivamente científica, mas sim com base nas experiências que acumulei desde 1995 em minha atividade profissional e prática na REVEN GMBH. Já durante meus estudos de Engenharia Mecânica na Universidade de Stuttgart, tive a oportunidade de conhecer as tarefas importantes de uma gestão bem-sucedida de tecnologia e inovação. Assim, adquiri conhecimentos valiosos sobre o desenvolvimento de produtos inovadores e a troca de conhecimento entre a pesquisa e a prática.

Gostaria de continuar a apoiar essa troca por meio deste livro e aprofundá-la na área de tecnologia de ventilação e controle da qualidade do ar, a fim de esclarecer alguns equívocos.

“Em nosso ambiente poluído, o ar está lentamente se tornando visível.”

(Norman Kingsley Mailer (1923–2007), escritor norte-americano)

Índice

Agradecimentos	3
Prefácio	4
1. Como algo pode ser aspirado?	9
1.1. Equívocos relacionados à captação de contaminantes do ar	12
1.2. As bolhas podem ajudar na detecção e na aspiração!	22
2. Como algo pode ser filtrado?	27
2.1. O equívoco sobre a diferença entre filtrar e separar	29
2.2. Os ciclones podem ajudar na purificação do ar!	35
3. Como eliminar vapores e odores?	47
3.1. O equívoco em relação à diferença entre vapores e aerossóis	50
3.2. Os aparelhos de medição FID podem ajudar na análise da poluição do ar!	57
4. Como neutralizar vírus e odores?	65
4.1. O equívoco em relação à radiação UV-C	68
4.2. A radiação UV-C pode eliminar aerossóis?	77
5. Como é possível tornar visíveis os fluxos de ar?	87

5.1. O equívoco causado pelas imagens coloridas sobre correntes de ar	90
5.2. As simulações CFD tornam os fluxos de ar visíveis!	95
6. Como a poluição do ar pode ser medida?	105
6.1. O equívoco em relação à qualidade do ar em ambientes internos.	114
6.2. As medições de partículas tornam a poluição do ar visível!	126
Considerações finais	132

1. Como é possível aspirar ?



Como algo pode ser aspirado de forma simples? Na verdade, uma pergunta simples, para a qual qualquer colega da área de ventilação teria uma resposta na ponta da língua! Mas será que a aspiração eficaz é realmente tão simples e trivial quanto se poderia pensar à primeira vista?

Exemplo prático: o aspirador

Aqui está um exemplo simples com o qual todos estamos familiarizados: aspirar — seja no nosso querido carro ou na sala de estar de casa. Quando aspiramos, queremos remover sujeiras, como migalhas de pão do tapete. Quanto mais aproximamos o bocal do aspirador das migalhas no tapete, mais fácil e rápido elas são aspiradas. Obtemos o melhor resultado quando mantemos o bocal do aspirador diretamente sobre a sujeira. Antes que percebamos, as migalhas já desapareceram dentro do aspirador.

Essa é a resposta para a pergunta de como aspirar algo corretamente! É preciso cobrir 100% da área. Só assim a sujeira pode ser aspirada por completo. No nosso exemplo, tivemos que posicionar o bocal do aspirador diretamente sobre as migalhas de pão no tapete para aspirá-las bem e por completo.

A posição correta para aspirar

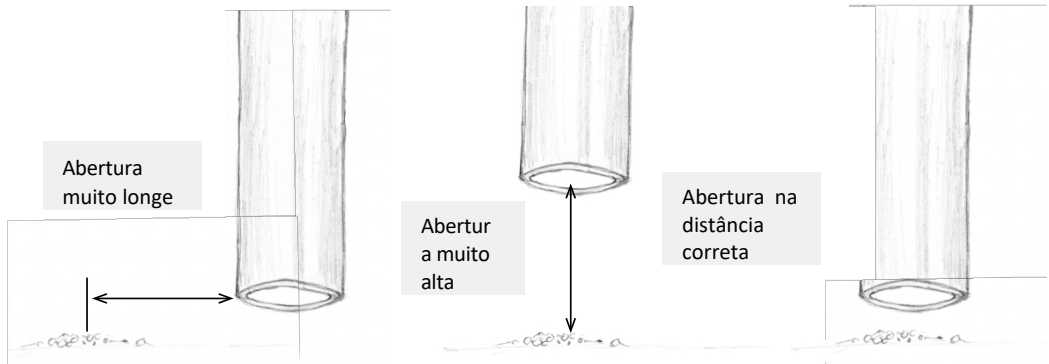


Figura 1

Esse princípio básico deve ser aplicado na tecnologia de ventilação em todos os locais onde o ar viciado e contaminado deva ser totalmente aspirado — em salas de aula, onde o ar contaminado por vírus deve ser removido; em oficinas de soldagem, onde a fumaça de soldagem deve ser captada; em cozinhas, onde os vapores de cozimento devem ser aspirados; e na engenharia mecânica, onde os refrigerantes e lubrificantes evaporados em máquinas-ferramentas modernas devem ser captados. Em todos esses exemplos, vapores, gases, ar contaminado por vírus e aerossóis devem ser captados e aspirados de diversas formas.

Nesse contexto, deve-se dar atenção especial à sequência:

Primeiro capturar, depois aspirar!

1.1. Equívocos em relação à captação de contaminantes do ar

Como aprendemos em nosso exemplo inicial, as migalhas de pão em nosso tapete só podem ser aspiradas de forma rápida e fácil com o aspirador de pó se colocarmos o bocal diretamente sobre as migalhas! O mesmo se aplica à tecnologia de ventilação em cozinhas. É importante manter a distância correta durante a aspiração. Não importa se estamos falando de um grande sistema de ventilação em um refeitório de fábrica ou da nossa cozinha doméstica. Até mesmo o exaustor de design da nossa casa segue o mesmo princípio, descrito a seguir, para a captação e aspiração dos vapores da cozinha.

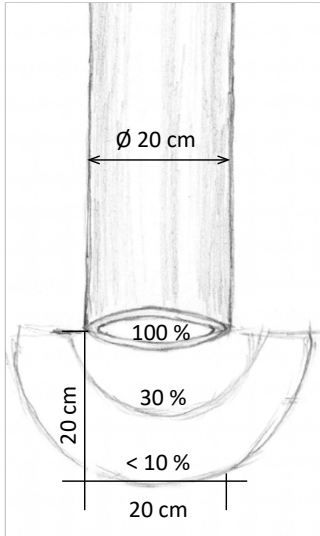
Equívoco

Relação entre potência de sucção e distância do tubo de sucção

A potência de sucção diretamente na abertura de um dispositivo de exaustão é de cem por cento. Isso também se aplica ao bocal do nosso aspirador de pó! Nesse caso também, a potência de sucção máxima é alcançada diretamente na abertura do bocal. Quanto mais nos afastamos da abertura do bocal, menor fica a potência de sucção.

O que muitas vezes é subestimado é a magnitude com que a força de sucção diminui. No caso de um tubo de sucção com diâmetro de vinte centímetros, a uma distância de vinte centímetros da abertura, a potência de sucção é de apenas 10% da potência original.

Potência de sucção em relação à distância



100% de capacidade de sucção diretamente na entrada do tubo

A capacidade de sucção diminui significativamente à medida que a distância da entrada do tubo de sucção aumenta.

A capacidade de sucção é de apenas cerca de 10% quando a distância do tubo de sucção corresponde ao diâmetro do tubo (aqui, 20 cm).

Figura 2

Portanto, se a distância entre um tubo de sucção e a sujeira for igual ao diâmetro do tubo, a potência de sucção será de apenas cerca de 10%.

Essa lei se aplica a qualquer tipo de dispositivo de sucção, independentemente de se tratar do aspirador de pó ou do exaustor da cozinha em casa, do sistema de ventilação em uma oficina de soldagem comercial ou do grande teto de ventilação no refeitório da fábrica. Se a distância entre o equipamento de sucção e o local onde as substâncias nocivas liberadas devem ser captadas for muito grande, a capacidade de sucção será igual a zero. Na grande maioria dos casos, isso já ocorre em distâncias de trinta a cinquenta centímetros!

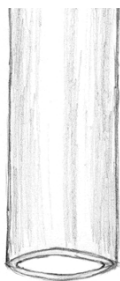
Equívoco

Maior eficiência por meio de placas de bicos com fluxo otimizado

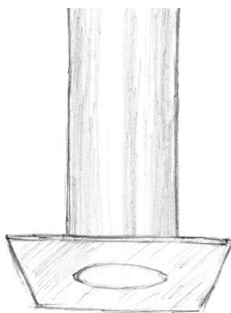
Também no que diz respeito à eficiência, frequentemente surgem equívocos. Em muitos casos, prevalece a convicção de que as chamadas placas de jato com fluxo otimizado contribuiriam para um uso mais eficiente da força de sucção. Nesse caso, uma placa adicional é instalada ao redor do tubo de sucção. O tubo fica centralizado em uma abertura na placa, e a transição da placa para o tubo de sucção é moldada como um bocal de entrada ao longo de um raio. Esse bocal de entrada tem como objetivo otimizar o fluxo de ar na área de sucção e, assim, garantir uma sucção mais eficiente. No entanto, ao comparar um tubo de sucção com placa de bicos otimizada para o fluxo com um tubo de sucção convencional com placa sem bico de entrada, observam-se apenas vantagens mínimas.

Placas de bicos

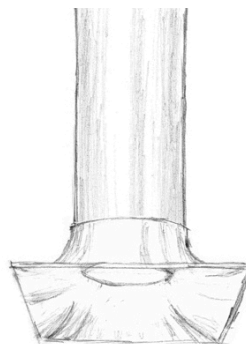
As placas de bicos são úteis para “guiar” o fluxo de ar, mas têm um efeito apenas mínimo no desempenho de sucção.



Tubo de sucção
sem placa de
bicos



Tubo de sucção com
placa flangeada



Tubo de
sucção com
placa de
bicos

Figura 3

Experimento – Apagar a chama de uma vela por sucção

Para ilustrar, vamos usar o exemplo de uma vela. Você já tentou apagar uma vela sugando ar? Só posso alertá-lo: é melhor não tentar isso! Durante palestras sobre esse tema, realizo essa experiência regularmente diante do público e, sempre que faço isso, quase queimo meus lábios, pois preciso aproximar muito o ponto de sucção — ou seja, minha boca — da vela para conseguir ter algum efeito sobre a chama. No entanto, apagar a chama por sucção geralmente não funciona!

Com base nesse exemplo simples, fica claro o quão limitado é o efeito de sucção e o quão importante é a proximidade do ponto de sucção quando queremos capturar e aspirar algo.

Equívoco

A distância até a abertura de sucção do purificador de ar não é tão importante

Devido a essa ideia errada, frequentemente cometem-se erros na prática: em purificadores de ar em escolas, aparelhos de ventilação em instalações de soldagem, exaustores de cozinha acima de fogões e separadores de aerossóis em máquinas-ferramentas, as aberturas de sucção costumam estar muito distantes do ponto de emissão.

Com o aspirador de pó, podemos resolver esse problema rapidamente, aproximando o bocal de sucção da sujeira. Infelizmente, isso não é possível com exaustores de cozinha fixos. Nesse caso, os vapores de cozinha precisam chegar à área de sucção do exaustor; caso contrário, a fumaça da cozinha simplesmente não será captada e, portanto, não poderá ser aspirada.

Simulação CFD

A captação e a exaustão de fluxos de ar e dos poluentes neles contidos podem ser simuladas, visualizadas e analisadas detalhadamente com soluções de software adequadas. Para isso, utiliza-se a simulação numérica de fluxos, também chamada de simulação CFD. CFD é a sigla para Computational Fluid Dynamics (Dinâmica de Fluidos Computacional). Com a ajuda desse método de simulação, é possível visualizar os mais diversos fluxos de ar e avaliar a eficiência da exaustão.

Nossa experiência interna

Em nossa empresa, utilizamos essa tecnologia, entre outras coisas, para investigar a eficiência da captação e exaustão de exaustores de cozinha convencionais. As primeiras simulações numéricas de fluxo foram realizadas internamente já no ano de 199d. A análise das simulações, que na época ainda eram bastante simples, e o cálculo dos resultados costumavam levar vários dias.

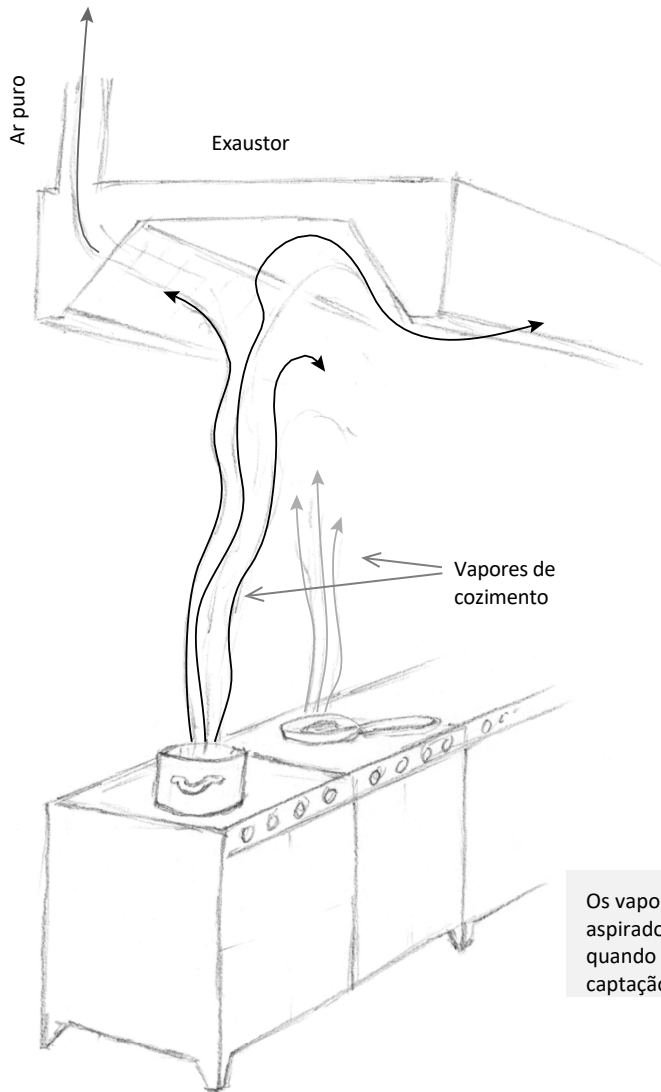
Desde então, essa tecnologia evoluiu rapidamente e, atualmente, os resultados ficam disponíveis em uma fração do tempo. Hoje, eles são significativamente mais precisos e reveladores, mesmo no caso de componentes muito complexos, como, por exemplo, ventiladores.

Graças a esse desenvolvimento, agora é possível analisar e visualizar não apenas os fluxos de ar para componentes individuais, mas também para ambientes inteiros!

Importância para a ventilação da cozinha

Essa análise é especialmente importante para sistemas de exaustão que estão distantes da fonte de emissão, como, por exemplo, um exaustor instalado a uma grande distância da superfície de cozimento. O exaustor de cozinha só consegue captar os vapores de cozimento que chegam diretamente à sua área de captação. O que isso significa concretamente? Os vapores das panelas, ao subirem, devem fluir diretamente para a área de sucção e filtragem do exaustor de cozinha.

Ventilação da cozinha



Os vapores de cozimento só são aspirados corretamente quando fluem para a área de captação do exaustor.

Figura 4

Importância para a purificação do ar em salas de aula

Para que o ar de uma sala de aula seja continuamente purificado de vírus durante as aulas, ele deve fluir sem obstáculos em direção aos purificadores de ar instalados na sala, para que possa ser captado e purificado ali. Muitas vezes, basta uma janela entreaberta para desviar o fluxo de ar de tal forma que ele passe a ser captado e purificado de maneira insuficiente.

Uma entrada de ar fresco mal projetada pode ter um impacto tão desfavorável na sucção quanto uma janela entreaberta pela qual o vento sopra. Com os modernos sistemas CFD, essas interações podem ser analisadas, identificadas e evitadas. Somente assim é possível alcançar realmente uma captação completa.

Estudos de CFD realizados em nossos próprios purificadores de ar e exaustores de cozinha também confirmaram a lei explicada anteriormente: quanto mais distantes os pontos de sucção dos exaustores estiverem das painéis, menos provável será que os vapores de cozimento possam ser captados e aspirados completamente. Algo semelhante também foi observado com purificadores de ar em salas de aula: quanto mais distantes eles estavam da área de liberação de vírus, menos provável era a captação e a extração do ar contaminado por vírus.

Ventilação na escola

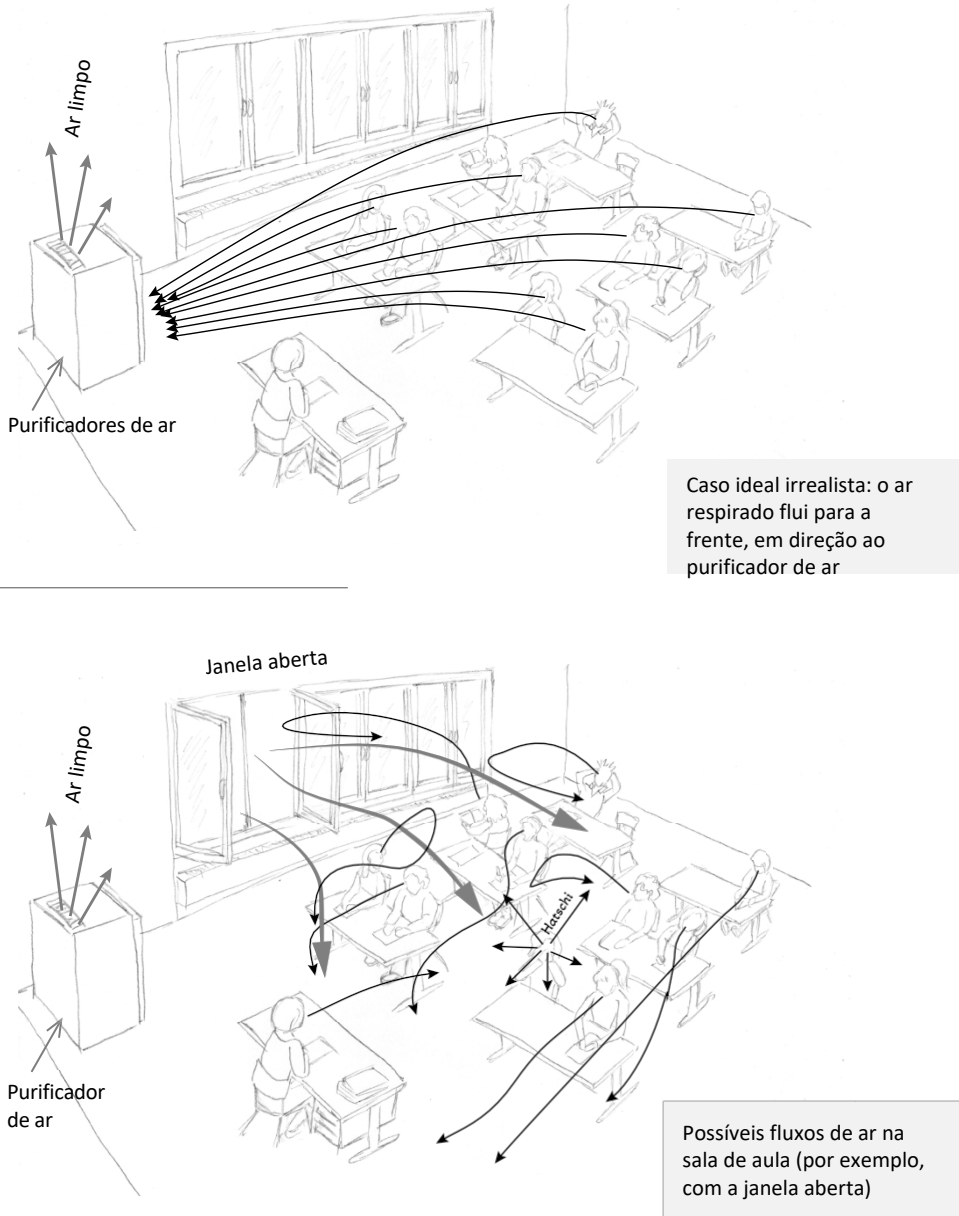


Figura 5

Importância para a exaustão na engenharia mecânica

Foi exatamente essa observação que fizemos também na simulação de condições complexas de fluxo em sistemas de exaustão de máquinas-ferramentas modernas. Nesses casos, a exaustão do ar contaminado com aerossóis de refrigerantes e lubrificantes costuma ser extremamente ineficiente, pois o ponto de sucção dos purificadores de ar fica muito distante do local de usinagem da peça, onde os aerossóis são gerados.

Purificadores de ar industriais

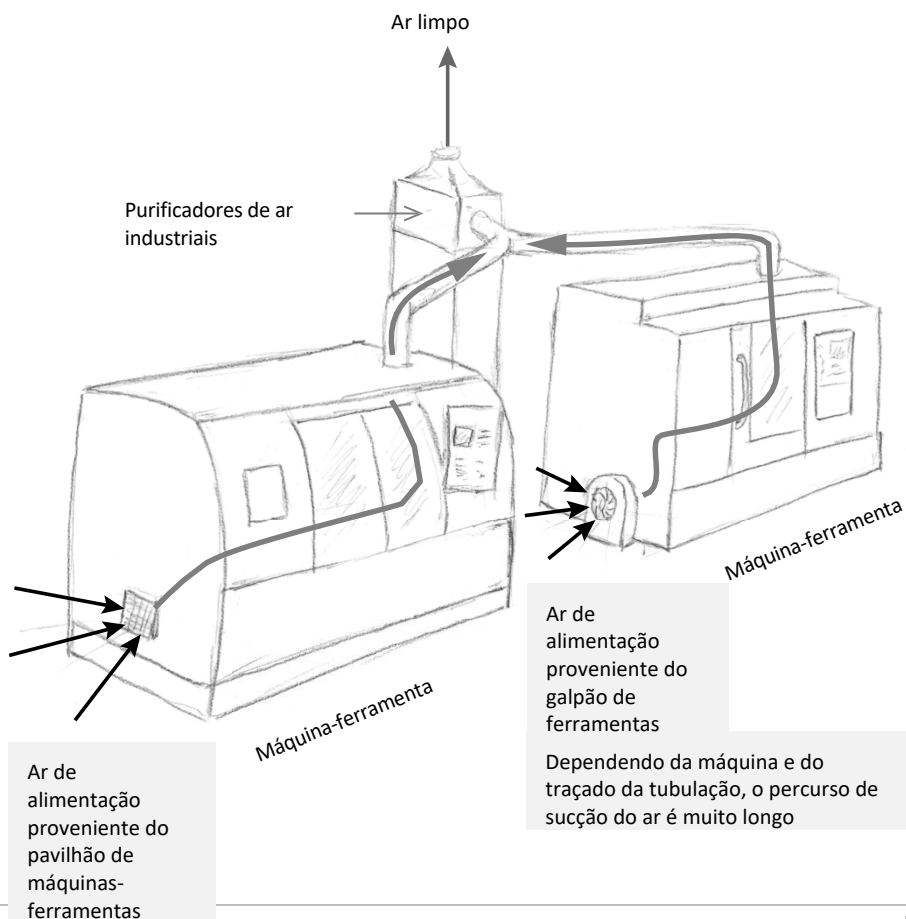


Figura 6

Equívoco

Em algum momento, as substâncias nocivas chegam ao ponto de exaustão.

Frequentemente, na área de ventilação e purificação do ar, nos deparamos com a suposição errônea de que o ar contaminado com substâncias nocivas, vírus ou aerossóis acabaria, mais cedo ou mais tarde, fluindo para a área onde poderia ser captado e aspirado. Em muitos casos, porém, isso exatamente não acontece. Os aerossóis e outros poluentes não capturados causam, então, uma contaminação significativa do ar no ambiente.

1.2. O uso de sopradores pode ajudar na captação e na sucção !

Mas o que fazer quando não há como aproximar a área de sucção da fonte de emissão dos poluentes? Nesse caso, pode-se recorrer a um truque semelhante ao usado para apagar a chama de uma vela:

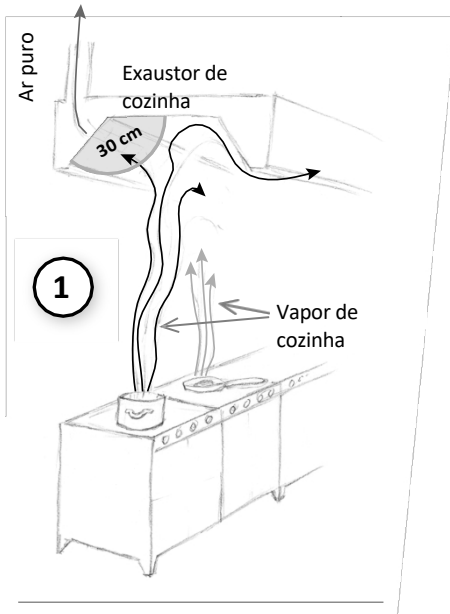
Soprar em vez de aspirar!

Aplicado à tecnologia de ventilação, isso significa que o ar a ser captado, juntamente com os vírus, aerossóis e outros poluentes nele contidos, deve ser conduzido o mais rápido possível, por meio de um sopro auxiliar, até onde a força de sucção dos purificadores de ar, exaustores de cozinha ou aparelhos de ventilação é maior — ou seja, diretamente para a área de suas aberturas de sucção.

Fluxo de sopro para cozinhas de restaurantes

Para alcançar esse objetivo, a REVEN GmbH desenvolveu exaustores modernos com um sistema de indução integrado. Uma corrente de indução garante, de forma confiável, que os vapores de cozinha que sobem dos aparelhos de cozinha fluam direto e muito rapidamente para a área de filtragem e sucção, onde podem ser capturados e aspirados.

Ventilação da cozinha



1. Os vapores de cozinha só podem ser aspirados (captados) em um raio de até 30 cm à frente do separador. Fora dessa área, os vapores de cozinha podem se espalhar pelo ar ambiente.

2. Um fluxo de indução impulsiona os vapores de cozinha na direção do separador. Dessa forma, **todos** os vapores de cozinha são capturados.

3. O ar de alimentação, devidamente climatizado, é introduzido sem interferências e auxilia na captação dos vapores de cozinha.

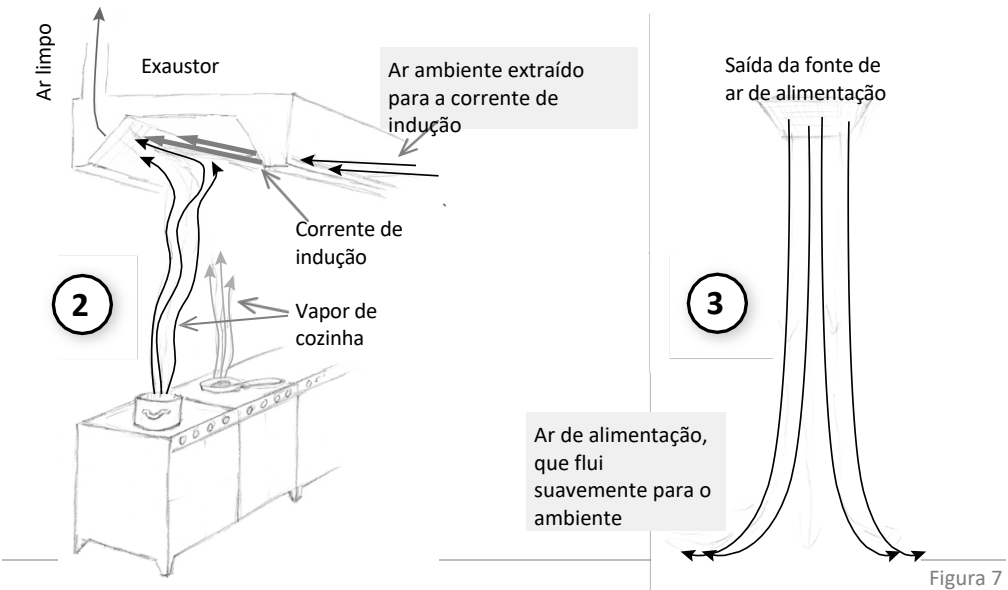


Figura 7

Ar fresco adicional

A captação por exaustores modernos desse tipo também pode ser auxiliada pela injeção otimizada de ar fresco.

Nesse processo, a introdução do ar fresco no ambiente ocorre sem impulsos, por meio de um fluxo de ar de deslocamento. Assim, garantimos que a velocidade do ar fresco seja mantida muito baixa durante a injeção e que outros fluxos de ar no ambiente não sejam perturbados. Esse cenário também pode ser analisado e visualizado com sistemas de CFD.

Fluxo de sopro para máquinas-ferramentas

O mesmo princípio também pode ser aplicado em máquinas-ferramentas. Nesse caso, é gerado um fluxo de ar na cabine da máquina que flui na direção do purificador de ar, garantindo que os aerossóis de refrigeração e lubrificação possam ser capturados e aspirados de forma eficaz. A otimização da aspiração nas cabines das máquinas geralmente começa com uma pergunta simples: Se aspirarmos mil metros cúbicos de ar por hora na parte superior de uma máquina-ferramenta, por onde esse ar poderá entrar na cabine? Se não houver uma maneira de garantir a entrada de ar, teremos uma pressão negativa muito alta na cabine, mas nenhum fluxo de ar direcionado para a área de captação do purificador de ar.

Exemplo prático: pressão negativa

Assim, após a instalação de purificadores de ar em retificadoras muito bem vedadas, já ocorreu algumas vezes o problema de a porta de operação da máquina-ferramenta não poder mais ser aberta, pois a depressão na cabine era alta demais!

2. Como algo pode ser filtrado?



Como algo pode ser filtrado? No fundo, uma pergunta tão simples quanto a que foi explicada anteriormente sobre a aspiração eficaz. Você provavelmente já imagina que, também neste caso, a resposta não é tão simples assim.

A eficácia de muitos processos na tecnologia de ventilação e purificação do ar baseia-se na captação e extração eficientes, inclusive na purificação do ar de substâncias nocivas. Se, por exemplo, em uma sala de aula, o ar contaminado por vírus não for totalmente captado e extraído, ele também não poderá ser purificado de forma confiável contra vírus. Em princípio, isso também se aplica a uma grande oficina de soldagem em uma empresa de engenharia mecânica. A fumaça de soldagem liberada contém substâncias nocivas e deve ser totalmente captada e aspirada. Somente assim o ar do ambiente pode ser efetivamente livre de todas as contaminações.

Uma purificação do ar eficaz e completa abrange, portanto, três processos muito importantes:

Captage

m,

Aspiração

,

Purificaçã

o

A terceira etapa — a purificação do ar — é o tema que abordaremos aqui. Também nesse ponto existem alguns equívocos que gostaria de esclarecer. Começemos com a pergunta:

“Como o ar pode ser liberado de substâncias nocivas?”

As substâncias nocivas precisam ser filtradas do ar, é lógico! Essa é a resposta óbvia. No entanto, no setor de purificação do ar, os separadores também vêm ganhando cada vez mais espaço. O exemplo mais conhecido disso são os aspiradores de pó ciclônicos da empresa global Dyson, que funcionam sem filtro.

Essa tecnologia funciona, em princípio, como um miniclone. O ar é colocado em rotação e formam-se vórtices que, devido à sua alta velocidade, ejetam as partículas do ar. Esse processo

também é adequado para a separação de poluentes transportados pelo ar. No entanto, frequentemente surgem mal-entendidos, pois a separação é muitas vezes confundida com filtros.

2.1. O equívoco quanto à diferença entre filtragem e separação

Tecido não tecido

Também podemos explicar o princípio da filtragem usando o exemplo do aspirador de pó. Para purificar o ar captado e aspirado pelo aspirador, são utilizados sacos de aspirador. Estes são frequentemente feitos de tecido não tecido. O ar pode passar por esse tecido de malha fina, mas as partículas de poeira são retidas e, assim, separadas do fluxo de ar.

Filtros de partículas suspensas de fibra de vidro

É assim que, basicamente, funciona qualquer tipo de filtragem na tecnologia de ventilação — inclusive em filtros de partículas suspensas de altíssima qualidade. No entanto, aqui são utilizados outros materiais filtrantes. Em vez do tecido não tecido, para esses filtros são utilizadas mantas de fibra de vidro. Essas mantas também são permeáveis ao ar, mas o tecido possui malhas muito mais finas do que o dos sacos de aspirador. As fibras nos filtros de partículas em suspensão têm um diâmetro de cerca de 1 a 10 micrômetros, ou seja, de 0,001 a 0,01 milímetros. Assim, elas conseguem filtrar partículas muito menores do fluxo de ar do que o tecido não tecido.

Filtros de malha metálica

Esse princípio de filtragem também é encontrado em muitos exaustores de cozinha disponíveis no mercado para uso doméstico. Nesses exaustores, frequentemente são utilizados filtros metálicos. Eles consistem, via de regra, em uma malha de alumínio ou aço inoxidável, cujo princípio é semelhante ao do tecido não tecido ou da manta de fibra de vidro, mas com uma estrutura consideravelmente mais grossa.

O filtro metálico relativamente grosso é utilizado aqui porque é consideravelmente mais resistente. Seja na cozinha doméstica ou comercial, os exaustores têm a função de separar aerossóis líquidos do fluxo de ar. Aqui, não se trata de filtrar poeiras secas, como no caso do

aspirador de pó, mas sim partículas líquidas, como gotículas de água e óleo, que precisam ser filtradas do ar. Essa é uma diferença significativa e muito importante, à qual muitas vezes se dá pouca atenção.

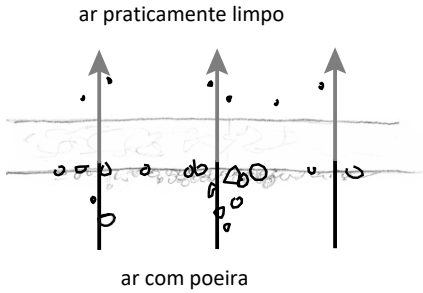
Todo tipo de filtro coleta e armazena o que é separado do fluxo de ar. A quantidade de substâncias filtradas no filtro aumenta, portanto, constantemente. No caso do saco do aspirador de pó, os pós secos são coletados e armazenados até que ele esteja completamente cheio de pó e precise ser trocado.

Quando o material filtrado do fluxo de ar consiste em gotículas de líquido, a coleta dessas substâncias costuma ser significativamente mais complexa.

Filtros de malha metálica retêm as pequenas gotículas filtradas de diversos líquidos diretamente no meio filtrante. Esse acúmulo de diferentes líquidos pode causar problemas graves!

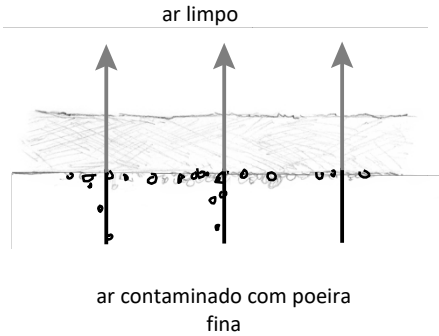
Muitas vezes, a capacidade de armazenamento dos filtros de malha metálica é muito baixa. Isso significa que esses filtros podem entupir mesmo com pequenas quantidades de líquido armazenado. Por isso, eles geralmente são fabricados com malhas bastante largas. Dessa forma, embora não entupam mais, muitas partículas menores passam pelo filtro junto com o ar que o atravessa e não são separadas do fluxo de ar.

Diferentes tipos de filtros



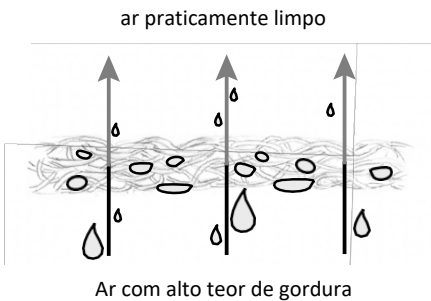
Filtros de velo

O tecido não tecido (por exemplo, sacos de aspirador) retém o pó do ar que passa por ele. No entanto, as partículas de pó mais minúsculas podem passar pelo tecido não tecido.



Filtro de fibra de vidro

A fibra de vidro é mais fina que um tecido não tecido e pode filtrar, ou seja, reter, até mesmo as menores partículas de poeira na escala nanométrica.



Filtro metálico

No caso de uma malha metálica, na área da cozinha o foco principal é a filtragem de partículas de gordura. Dependendo do tamanho, as gotas ficam retidas na malha. No entanto, as gotículas mais minúsculas podem passar pela malha.

Figura 8

Risco de formação de germes

Em empresas de processamento de alimentos e também no setor de manufatura, o armazenamento de líquidos em filtros pode causar problemas de higiene. Em temperaturas em torno de 20 graus Celsius, em combinação com a umidade, os microrganismos podem se multiplicar muito rapidamente nos filtros. Por isso, o armazenamento e a acumulação de líquidos por um período prolongado muitas vezes não são aconselháveis, sendo altamente recomendável a limpeza ou a troca regular dos filtros.

Risco de incêndio

Caso as substâncias filtradas sejam óleo ou gordura, o líquido armazenado no filtro representa uma carga de incêndio cada vez maior! Um fato que muitas vezes é esquecido.

Exemplo da história da empresa

Ainda me lembro bem de uma grande reunião em uma fabricante de ferramentas que atua globalmente. Os funcionários me mostraram suas instalações de produção com centenas de retificadoras. Os sistemas de purificação do ar na área de produção estavam equipados com grandes filtros de partículas em suspensão, capazes de armazenar até 100 litros de líquido. O problema era o seguinte: o líquido armazenado era um refrigerante e lubrificante de viscosidade muito baixa e altamente inflamável. Com o uso de 50 filtros, pode-se acumular até 5.000 litros de líquido armazenado! Quando, durante essa visita, perguntei aos funcionários da empresa sobre as medidas de proteção contra incêndio dessas 50 instalações de purificação do ar e os conceitos de proteção correspondentes, deparei-me com uma série de rostos assustados.

Minhas perguntas e reflexões sobre os filtros na purificação do ar não são, de forma alguma, meras especulações teóricas, mas referem-se a riscos concretos e, infelizmente, já ocorreram trágicos incêndios porque a questão da carga de incêndio não foi devidamente considerada.

Exemplo prático: incêndio na indústria de engenharia mecânica

Assim, em 200d, no sul da Alemanha, ocorreu um incêndio devastador em uma empresa de engenharia mecânica com um sistema de exaustão semelhante ao descrito anteriormente. Os danos causados pelo incêndio totalizaram um valor médio na casa dos dois dígitos em milhões. Galpões e instalações de produção em mais de 3.000 metros quadrados foram completamente destruídos. O provável causador do incêndio foi uma máquina-ferramenta com defeito. A rápida propagação do fogo pela rede de dutos de ventilação agravou ainda mais a situação.

Exemplo prático: incêndio em um complexo hoteleiro

Uma catástrofe semelhante ocorreu em 1980 em um grande hotel com 2.000 quartos em Las Vegas. No momento do acidente, havia cerca de 5.000 pessoas no complexo hoteleiro. O incêndio começou em um restaurante do hotel e se espalhou a uma velocidade vertiginosa por todo o complexo de edifícios. 85 pessoas perderam a vida no incidente. Esse trágico evento é considerado até hoje um dos incêndios em hotéis mais catastróficos da história moderna dos Estados Unidos.

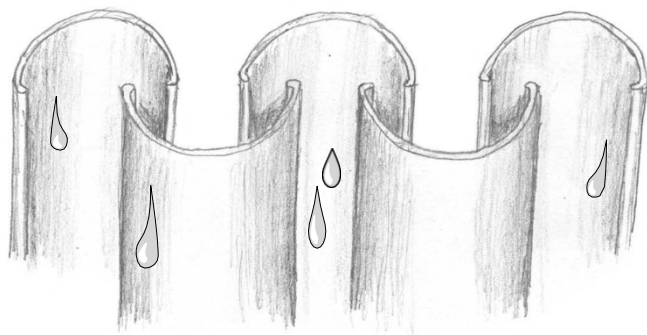
Essas catástrofes causadas por incêndios acabaram levando à interrupção do uso dos filtros de malha metálica descritos anteriormente em muitos setores comerciais. Na ventilação de cozinhas comerciais, eles estão proibidos há anos em muitos países. Assim, na América do Norte e na maioria dos países europeus, filtros metálicos acumuladores desse tipo não podem mais ser utilizados em cozinhas novas de uso comercial devido ao elevado risco de incêndio.

Invenção dos separadores com chapa defletora

Após o incêndio catastrófico em um hotel em Las Vegas, foram desenvolvidas nos EUA alternativas aos filtros de malha metálica — os chamados separadores com chapas defletoras. Esse tipo de separador é construído com chapas de aço inoxidável. Ao passar por ele, o ar é desviado pelo menos duas vezes

. A diferença em relação aos filtros convencionais de malha metálica consiste no fato de que esses separadores de chapas de aço inoxidável não retêm líquido.

Separadores com chapas defletoras



Fluidos como óleo e água são separados nas chapas defletoras e, em condições ideais, escorrem pelas chapas em direção ao fundo.

Figura 9

Equívoco

Diferências no funcionamento de filtros e separadores

Como vimos, filtros e separadores funcionam de maneira diferente. Mas são justamente essas diferenças que geram equívocos. Frequentemente, as características, os modos de funcionamento e as informações sobre eficiência são colocados todos no mesmo saco. Às vezes, nem mesmo se faz o esforço de separar e distinguir claramente os conceitos!

Portanto, na área de ventilação e controle da qualidade do ar, não há apenas equívocos em relação à diferença entre filtragem e separação, mas também em relação ao funcionamento e à eficiência dos separadores de chapas metálicas.

Para esclarecer as diferenças, precisamos, antes de tudo, examinar alguns fenômenos meteorológicos na natureza e sua aplicação nas tecnologias de purificação do ar.

2.2. Os ciclones podem ajudar na purificação do ar!

Talvez você se surpreenda, mas é exatamente assim. Tempestades como furacões, tufões, tornados e ciclones tropicais serviram de modelo em termos de dinâmica de fluidos para o desenvolvimento de separadores modernos de chapas metálicas.

Os primeiros separadores desenvolvidos após o grande incêndio em um hotel nos EUA eram simples separadores com chapas defletoras. Duas chapas semicirculares de aço inoxidável, curvadas em forma de U, são dispostas de forma deslocada uma em relação à outra. O fluxo de ar é desviado duas vezes ao passar pelo separador: a primeira vez ao colidir com a primeira meia-concha e a segunda vez ao colidir com a segunda meia-concha.

Princípio de funcionamento do separador com chapas defletoras

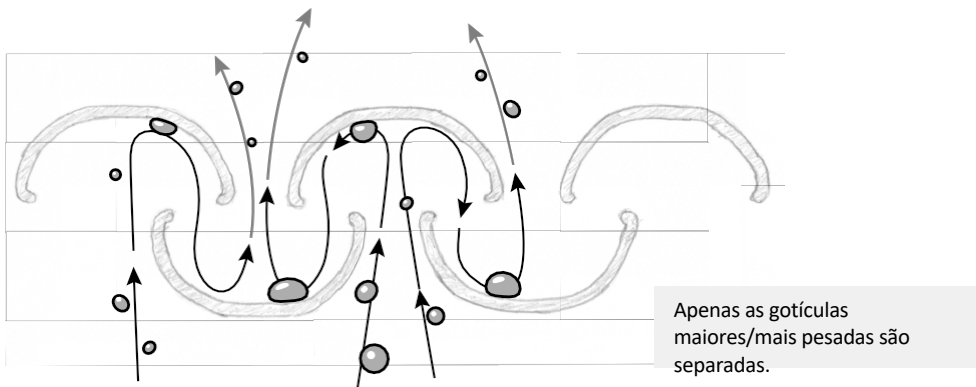


Figura 10

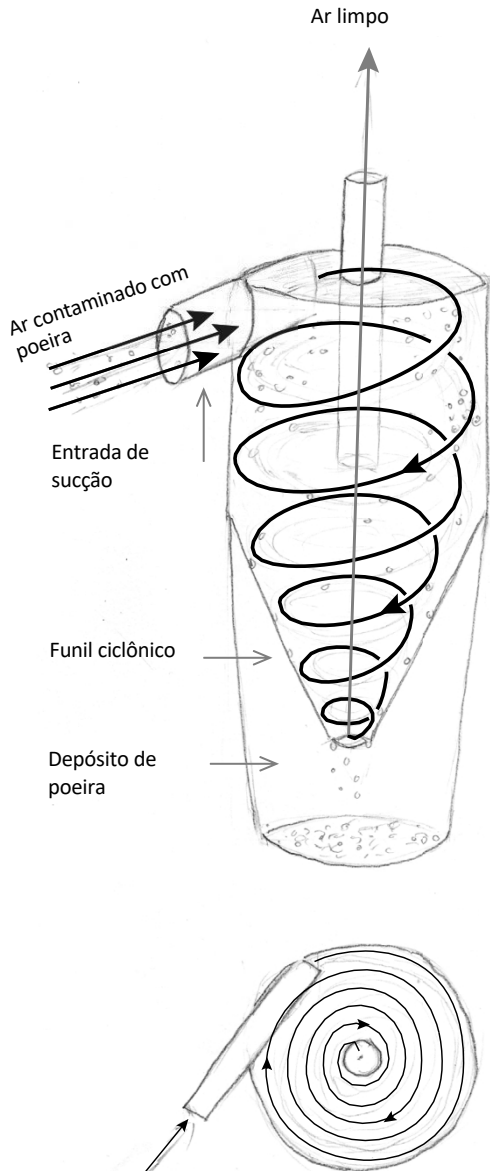
As meias-conchas em forma de U são moldadas com um raio ou dobradas em um ângulo de 90 graus. Em ambos os casos, porém, a eficiência de separação é muito baixa, pois aqui apenas as grandes gotículas transportadas pelo ar são separadas da corrente de ar. O fluxo de ar

em um separador simples desse tipo é muito turbulenta e apenas gotículas muito grandes, com peso relativamente alto e grande inércia, podem ser separadas do fluxo de ar ao colidirem com ele e ao serem desviadas. Gotas menores transportadas pelo ar, com peso menor, passam por essas deflexões junto com o fluxo de ar e, portanto, não são separadas. A única vantagem desses separadores simples com chapa de impacto era o fato de não armazenarem líquido; no entanto, sua eficiência na separação de partículas do fluxo de ar era muito baixa.

Os ciclones tropicais como modelo

Somente quando os fabricantes de separadores tomaram a natureza como modelo e aprenderam com os furacões tropicais é que conseguiram eliminar essa desvantagem. O exemplo mais conhecido disso é a já mencionada empresa Dyson, com seus aspiradores ciclônicos. Uma tecnologia que funciona sem filtros e, em princípio, age como um mini-furacão. O ar é colocado em um fluxo rotacional de altíssima velocidade, assim como em um furacão. Nesse processo, quanto maior a velocidade de rotação, menores são as partículas que podem ser ejetadas pelo fluxo de ar e, assim, separadas.

Princípio de funcionamento de um aspirador ciclônico



Devido à forma cônica do funil ciclônico, o ar aspirado é levado a um movimento espiral.

Por ação da força centrífuga, as partículas de poeira são lançadas contra a parede.

As partículas de poeira são coletadas em um reservatório de poeira.

Espiral ciclônica vista de cima

Figura 11

Obviamente, foi necessário muito trabalho de pesquisa e desenvolvimento para adquirir o know-how necessário para gerar esses redemoinhos artificiais em pequena escala em aspiradores de pó, exaustores de cozinha e purificadores de ar. Certamente, isso não pode ser alcançado apenas com defletores simplesmente curvados. Também no desenvolvimento e na otimização da tecnologia ciclônica é utilizada a simulação numérica de fluxos, ou simulação CFD. CFD significa Dinâmica de Fluidos Computacional. Com a ajuda dessa simulação, os mais diversos fluxos de ar podem ser visualizados. No entanto, isso não é suficiente para otimizar as tecnologias de separação. Também nesse aspecto, frequentemente ocorrem equívocos na área de ventilação e purificação do ar!

Equívoco

A otimização do fluxo de ar é suficiente!

Em muitos casos, a tecnologia de ventilação se resume apenas ao fluxo de ar. Por exemplo, a tarefa de introduzir ar fresco em uma grande sala de concertos da forma mais confortável possível, sem que os espectadores sintam correntes de ar desagradáveis ou frio. Além disso, a introdução deve ocorrer de maneira totalmente silenciosa.

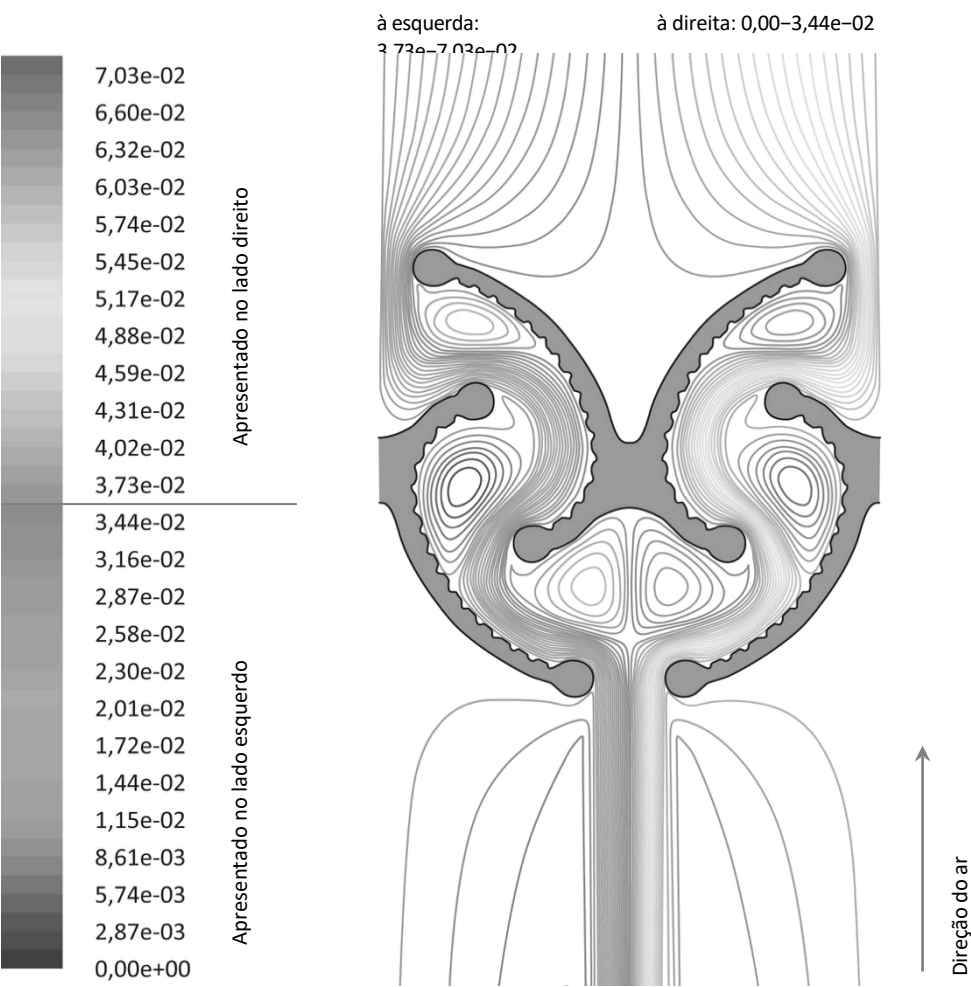
No entanto, a otimização de filtros e separadores no tratamento do ar não se resume apenas ao fluxo de ar e à análise de seu percurso e velocidade. A verdadeira tarefa na purificação do ar consiste em separar as partículas transportadas do fluxo de ar por meio de filtragem ou separação. De forma simplificada, os filtros funcionam como uma peneira e os separadores como redemoinhos. Para otimizar o funcionamento dos separadores, é preciso conseguir forçar a formação de pequenos redemoinhos dentro deles. Somente assim as partículas serão ejetadas do fluxo de ar e poderão ser separadas.

Análise das trajetórias das partículas

Hoje em dia, também é possível investigar e visualizar o fluxo das partículas com a ajuda de sistemas de CFD. Assim, não se analisa mais apenas os fluxos de ar, mas também o comportamento das partículas ou aerossóis transportados.

Será que os aerossóis menores e, portanto, mais leves seguem o mesmo caminho que o fluxo de ar? Uma análise CFD muito interessante é a visualização das diferentes trajetórias dos aerossóis. O percurso dessas trajetórias depende do tamanho das partículas. Com análises de CFD de alta qualidade, é possível hoje em dia até mesmo identificar em que ponto de um separador um aerossol é separado do fluxo de ar! Durante o aperfeiçoamento de nossos separadores, ficamos surpresos e admirados mais de uma vez com os resultados de tais análises.

Análise CFD de um separador X-CYCLONE®



Comportamento do fluxo de partículas de diferentes tamanhos (kg/s)
Os diferentes tamanhos de partículas são indicados por diferentes tons de cinza.

Figura 12

Exemplo da história da empresa

Nós também, ao aperfeiçoarmos nossos separadores, acreditávamos com muita frequência saber de antemão como o fluxo de ar se comportaria e o que aconteceria com todas as partículas transportadas pelo ar — ou seja, para onde elas seriam ejetadas. Para validar nossa suposição, realizamos análises de CFD. Os resultados apresentados eram, muitas vezes, completamente diferentes do que esperávamos.

Ainda me lembro de um estudo em que todos estávamos cem por cento convencidos de que, em um separador recém-desenvolvido por nós, pequenos vórtices com forte rotação se formariam muito rapidamente e ejetariam as partículas transportadas pelo ar com altíssima eficiência. Chamamos esse protótipo recém-desenvolvido, cheios de orgulho, de X-CYCLONE®.

O X representa a geometria do separador. Não o construímos mais a partir de duas chapas simplesmente curvadas em forma de U, mas atribuímos aos perfis do separador uma geometria muito mais complexa. No início, só conseguimos fabricá-los com perfis extrudados de alumínio. As superfícies pareciam versões em miniatura de asas de avião, que dispusemos em uma geometria em X. Como você já deve ter adivinhado, a segunda parte do nome do nosso novo desenvolvimento representa os ciclones tropicais — na grafia inglesa, CYCLONE.

A análise CFD do novo protótipo de separador foi concebida menos como uma análise e mais como uma confirmação, que queríamos realizar por segurança, apesar do alto custo envolvido. Afinal, já sabíamos qual seria o resultado. Pelo menos era o que pensávamos...

Uma análise CFD é, de fato, muito trabalhosa. Conforme explicado anteriormente, a investigação examina minuciosamente não apenas o comportamento do fluxo de ar, mas também o das partículas no ar. Para que essa investigação possa ser realizada, é necessário um modelo tridimensional

do separador. “Não há problema”, pensei eu também há anos, “afinal, temos tudo o que é necessário; caso contrário, não poderíamos produzi-lo”. Mas eu também caí nessa armadilha de um equívoco!

Equívoco

Para uma simulação CFD, basta um modelo tridimensional do separador.

O modelo tridimensional do espaço

Afinal, para a análise, precisávamos não apenas do modelo tridimensional do nosso separador, ou seja, dos perfis de alumínio, mas também de um modelo do espaço pelo qual o ar flui. Na verdade, isso é bastante óbvio! Quando se analisa o fluxo de ar em um duto de ventilação circular, observa-se o espaço cilíndrico no interior do duto e não a chapa metálica do duto. No entanto, isso não facilitou nossa tarefa. Como a geometria do nosso novo perfil de alumínio X-CYCLONE® já era muito complexa, o espaço por onde o ar circula tornou-se ainda mais complexo. Mas, para a análise CFD, é exatamente esse espaço que precisa ser modelado.

A malha (rede de cálculo)

A esse procedimento, que por si só já é complexo, soma-se ainda a dificuldade de que é preciso cobrir o espaço percorrido pelo ar com uma malha de cálculo. Para isso, costuma-se usar o termo em inglês “mesh”. A forma como essa malha de cálculo é disposta nesse espaço percorrido pelo ar tem, por sua vez, uma influência significativa na qualidade da análise CFD. No entanto, se esse processo for conduzido com grande cuidado, obtêm-se análises de fluxo muito detalhadas, tanto do fluxo de ar quanto das partículas, embora os resultados também possam ser extremamente frustrantes!

Análise CFD de um separador X-CYCLONE®



Figura 13

Um resultado decepcionante

Todo começo é difícil — o ar flui de maneira diferente do que se imaginava!

Para nossos primeiros protótipos do X-CYCLONE®, a análise CFD apresentou resultados bastante decepcionantes. Na área da zona de fluxo de ar, onde estávamos firmemente convencidos de que se formariam pequenos ciclones que, em seguida, ejetariam partículas a uma velocidade de rotação superior a 10 metros por segundo, nada disso aconteceu! Ainda me lembro disso como se tivesse sido ontem. A análise CFD mostrou claramente uma área vazia, cuja forma lembrava uma gota de cerca de um centímetro.

A causa

Como a geometria em X do nosso perfil apresentava uma curvatura excessivamente alta, o fluxo de ar não conseguiu acompanhar essa geometria, e formou-se uma área pela qual o ar não passava, muito menos onde ciclones se formariam e garantiriam a separação! Mesmo os profissionais de ventilação nem sempre conseguem avaliar corretamente, antecipadamente, o comportamento do fluxo de ar.

A otimização

Para o nosso projeto de desenvolvimento da época, voltado para a otimização da separação do X-CYCLONE®, isso significou recomeçar do zero e reformular a geometria dos nossos separadores. Na essência, um processo interminável de desenvolvimento e aprimoramento contínuos. Por fim, conseguimos desenvolver produtos com tecnologia semelhante à conhecida da Dyson e aplicá-los em sistemas de ventilação e purificação de ar de acordo com padrões industriais.

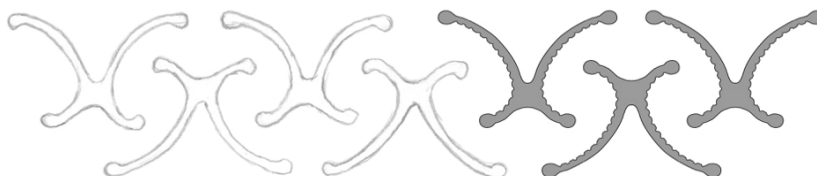
Desenvolvimento da geometria dos separadores



Separadores com chapas defletoras com perfis em forma de U



Protótipo do separador X-CYCLONE® com perfis em X no formato de asas de avião



Separador X-CYCLONE® com perfis em geometria em X otimizada para o direcionamento ideal do fluxo de ar (ver Fig. 15)

O sucesso dos nossos separadores

Atualmente, os separadores X-CYCLONE® desenvolvidos por nós já se estabeleceram nos mais diversos setores.

Em plataformas de perfuração, em empresas de acabamento têxtil, em instalações de produção de leite em pó, em instalações de pintura da indústria automotiva, na indústria de alimentos, em cozinhas industriais, na engenharia mecânica e até mesmo em instalações de fabricação de wafers de silício para a microeletrônica, os “vórtices ciclônicos” em nossos separadores com perfis em X garantem agora um tratamento de ar altamente eficiente.

Princípio de funcionamento de um separador X-CYCLONE®

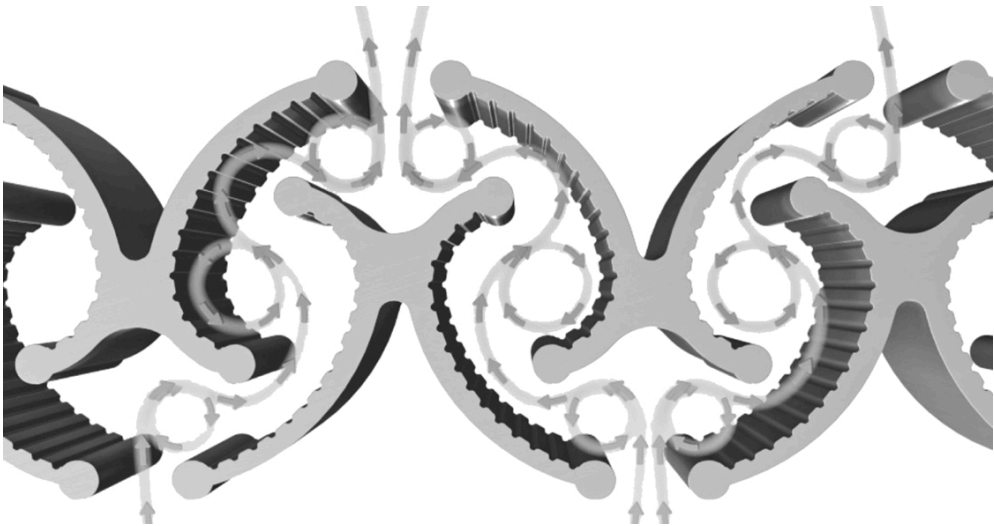


Figura 15

3. Como os vapores e odores serem eliminados?



A eliminação de vapores e odores é uma tarefa muito complexa na área de ventilação e purificação do ar. Seria de se esperar que, após a captação, separação e purificação, o ar estivesse realmente limpo e, portanto, nenhum odor fosse mais perceptível. Todas as partículas, aerossóis e substâncias nocivas foram eliminadas — o que mais poderia causar incômodos causados por odores?

Equívoco

Não há incômodo causado por odores em um ar livre de aerossóis, partículas e substâncias nocivas.

Infelizmente, esse é mais um equívoco na área de ventilação e purificação do ar, que será abordado neste capítulo. Deixe-me explicar isso com um exemplo prático simples.

Exemplo prático: abastecimento

Muitos de nós já estivemos com nosso carro em um posto de combustível e abastecemos o tanque. Nessa ocasião, a maioria de nós certamente já sentiu o cheiro de gasolina ou diesel.

Cheiro de gasolina ao abastecer



Figura 16

Mas por que, afinal, sentimos o cheiro da gasolina ao abastecer, embora na maioria das vezes não haja respingos de combustível nem aerossóis voando pelo ar? Isso fica bem claro quando se quer encher o tanque até a borda e é preciso tomar cuidado para que nada transborde. Ao observar quando o nível do combustível fica visível no bocal, o nariz fica próximo a ele e sentimos o cheiro intenso do combustível — mesmo sem que haja vazamento.

Se fosse realizada uma medição de partículas nas imediações da boca do tanque, não seria possível detectar, por meio de métodos de medição, nenhum aerossol ou partícula de combustível no ar ao redor da boca do tanque. Mas, então, por que ainda assim sente-se cheiro de combustível ao reabastecer? Isso será explicado a seguir.

3.1. O equívoco em relação à diferença entre vapores e aerossóis

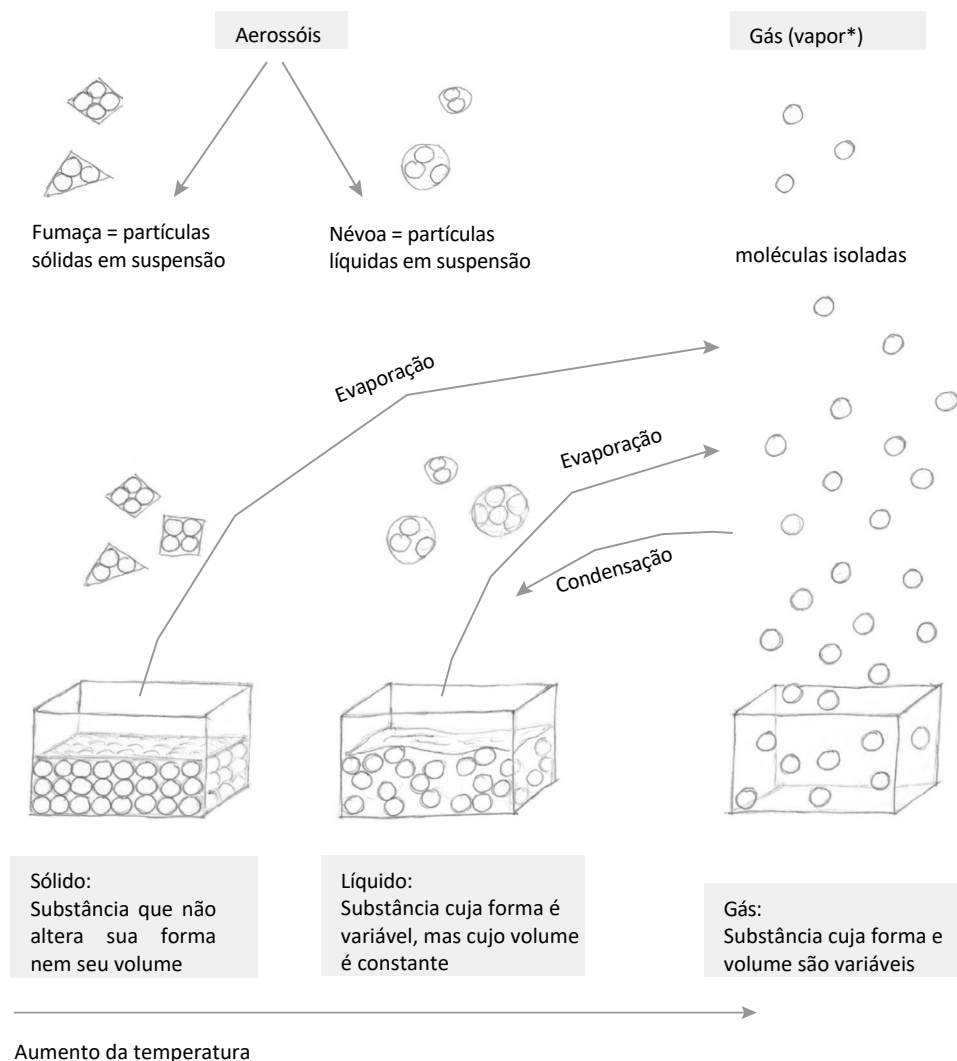
Por que sente-se cheiro de combustível ao reabastecer, embora não se veja nada no ar? O que se sente é o cheiro do combustível evaporado. Especialmente a gasolina Super Plus é muito volátil. Isso significa que ela se evapora mesmo em temperaturas bastante baixas. Esse vapor — ou, mais precisamente, o gás — escapa pela tampa do tanque e é responsável pelo cheiro.

Equívoco

O ar sem aerossóis é limpo.

Esse exemplo simples ilustra de forma muito impressionante que o ar livre de aerossóis não significa necessariamente que ele seja limpo e ainda pode representar um impacto para o meio ambiente. A poluição do ar causada por líquidos evaporados é um problema que também causa grande preocupação às associações de segurança do trabalho.

Diferença entre aerossóis e gás



* Em geral, entende-se por vapor as gotículas presentes no ar, como as nuvens de vapor que se formam ao cozinhar. Do ponto de vista científico, porém, o vapor é o estado gasoso de uma substância (resultante da evaporação, ebulição ou sublimação).

Figura 17

Exemplo prático da engenharia mecânica

Ainda me lembro bem de quando visitei, junto com nosso parceiro de vendas da Baviera, a associação profissional responsável pela engenharia mecânica na Baviera. Lá, nos mostraram estudos com resultados de medições que analisavam a contaminação do ar por refrigerantes e lubrificantes em máquinas-ferramentas. Os resultados revelaram exatamente o mesmo fenômeno que no exemplo acima do posto de gasolina. A análise do ar ao redor da máquina-ferramenta mostrou que praticamente não havia contaminação do ar por aerossóis e que todos os limites de qualidade do ar estavam sendo respeitados. Pelo menos era o que se pensava.

Quando os especialistas da Associação Profissional examinaram a proporção de refrigerantes e lubrificantes evaporados de diversas máquinas-ferramentas, constataram quantidades consideráveis desses produtos no ar — em alguns casos, concentrações de até 100 miligramas de vapores de refrigerantes e lubrificantes em um metro cúbico de ar ambiente. Com isso, os limites válidos foram excedidos em dez vezes! Como isso pôde acontecer?

Devido à pressão muito alta no interior das máquinas, onde os refrigerantes e lubrificantes são pulverizados de forma muito fina por meio de bicos, ocorrem os primeiros efeitos de evaporação. Além disso, uma grande quantidade de líquido evapora devido às altas temperaturas nas ferramentas que usinam o metal. O que muitas vezes é subestimado nesse contexto é a corrente de ar constante gerada pelos purificadores de ar nas máquinas-ferramentas.

Vapores de refrigerante em uma máquina-ferramenta

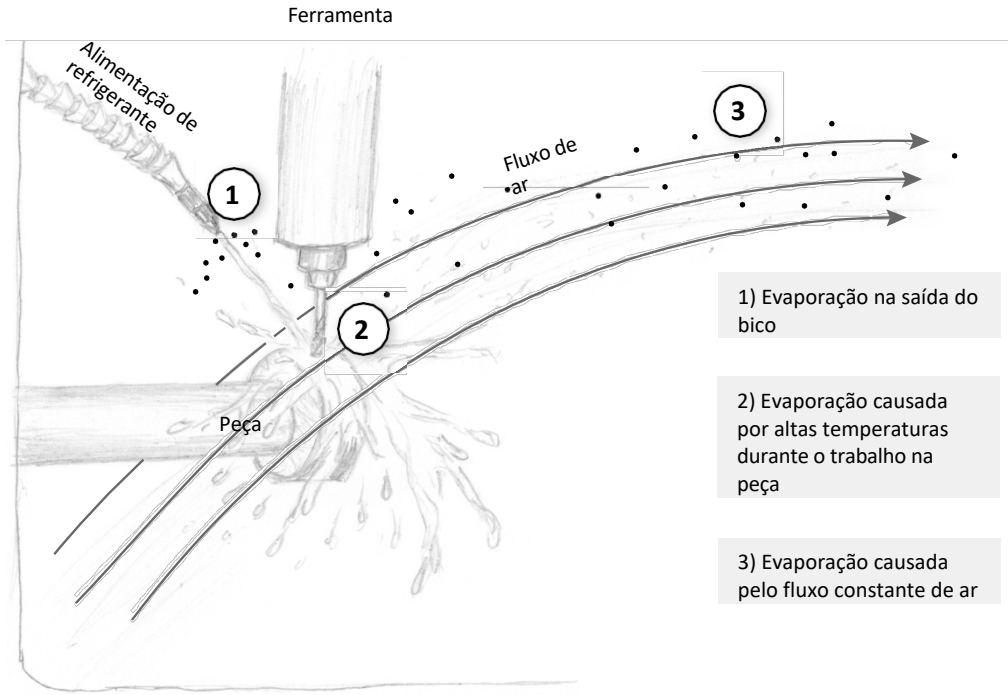


Figura 18

Lembre-se do que constatamos no Capítulo 1: para a captação e a aspiração, precisamos de um grande volume de ar de exaustão e de um fluxo de ar na direção da captação. Esse fluxo de ar pode muito bem ser comparado ao vento que sopra sobre a superfície de um grande lago. Somente por meio desse fluxo de ar, a água evapora, é absorvida como umidade do ar e transportada pelo próprio fluxo. Efeitos semelhantes também ocorrem em uma máquina-ferramenta ou, por exemplo, durante o reabastecimento de combustível. Dessa forma, imensas quantidades de líquido são transportadas pelo ar na forma de vapor. Esses vapores podem causar problemas de saúde consideráveis e incômodos relacionados a odores.

Exemplo: Indústria alimentícia

O mesmo fenômeno também pode ser observado na indústria alimentícia e em cozinhas comerciais. Em todos os equipamentos e aparelhos de cozinha que operam em altas temperaturas, ocorre a evaporação de líquidos. Processos típicos são assar, fritar e fritar em óleo. Nesses casos, as temperaturas variam entre cerca de 140 e 190 graus Celsius. Nesse processo, óleos e gorduras evaporam parcialmente e são captados e aspirados por sistemas de ventilação.

Exemplo prático: instalações de fritura

Na indústria alimentícia, já tivemos a oportunidade de admirar instalações para fritar batatas fritas cujas dimensões se assemelhavam às de uma grande banheira. Nessa banheira, centenas de milhares de batatas fritas são fritas todos os dias, liberando imensas quantidades de vapor. Esse vapor consiste, em grande parte, em óleo evaporado da gordura de fritura e em água evaporada que ainda estava retida nas batatas fritas antes da fritura. Também aqui constatamos o fenômeno descrito anteriormente: na análise do ar de exaustão do processo por meio de uma medição de partículas, não foi detectada qualquer contaminação do ar; o ar parecia limpo e praticamente não contaminado. No entanto, já era possível perceber visualmente que o ar de exaustão desse processo de processamento não poderia estar limpo, pois se parecia com a nuvem de vapor de uma antiga locomotiva a vapor. Além disso, assim como no posto de gasolina, era possível sentir um odor intenso. Embora fosse mais agradável do que durante o abastecimento, ele indicava claramente a presença de poluição atmosférica.

Exemplo: cozinha doméstica

Você também pode observar algo semelhante em casa, na sua cozinha, por exemplo, ao fritar um bife em alta temperatura. Nesse processo, pode haver alguns respingos de óleo que podem ser classificados como aerossóis, mas o que sobe acima do fogão e é captado e aspirado pelo exaustor é principalmente ar com óleos e água evaporados. Gotas, aerossóis e respingos são poucos nesse caso.

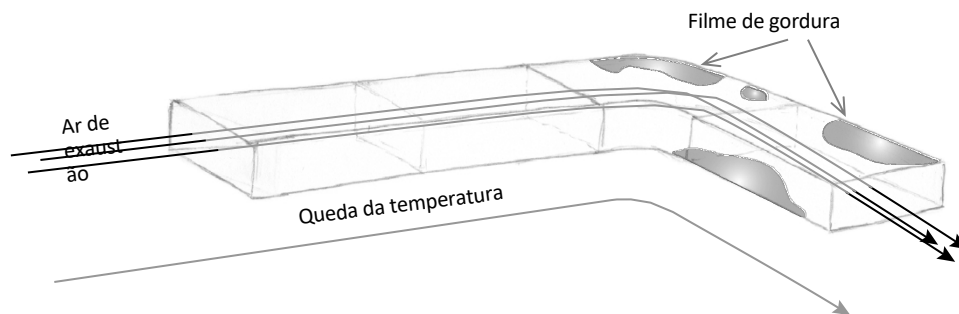
Condensação dos líquidos evaporados

Na indústria e em cozinhas comerciais, esses líquidos evaporados causam grandes problemas no ar de exaustão do processo. Isso porque esses vapores não causam apenas incômodo por odores, mas também podem, naturalmente, se condensar novamente quando o ar de exaustão esfria adequadamente. O líquido evaporado passa então do estado gasoso para o estado líquido. Isso pode ser observado principalmente em grandes instalações industriais e grandes hotéis. Por quê? Porque, em grandes edifícios, os dutos de exaustão costumam ter percursos muito longos.

Problemas de higiene e risco de incêndio causados por longos dutos de exaustão

Seja um processo de cozimento em uma grande cozinha de hotel ou um processo de processamento em uma fábrica, o ar que é captado e aspirado diretamente no local do processo precisa, em seguida, ser transportado por um percurso muito longo através do duto de exaustão, até que finalmente saia do prédio e seja expelido com a ajuda de grandes aparelhos de ventilação. Ao longo desse longo trajeto pelo duto de exaustão, frequentemente formado por segmentos retangulares de chapa metálica, ocorre o resfriamento do ar. Assim, o líquido evaporado se condensa e se deposita nos dutos de exaustão e no equipamento de ventilação. Esses depósitos não representam apenas um problema higiênico, mas também constituem um risco de incêndio.

Dutos de exaustão longos e seus riscos



À medida que se dirige para o exterior, o ar vai esfriando cada vez mais. Com isso, os vapores se condensam e formam, ao longo do trajeto do duto de exaustão, camadas de água e gordura — um terreno fértil para microorganismos e uma possível fonte de incêndio.

Figura 19

As normas europeias exigem a consideração dos vapores e de sua condensação

Portanto, o ar livre de aerossóis e partículas ainda está longe de ser considerado limpo. O que muitas vezes é percebido como incômodo olfativo são, na maioria das vezes, vapores. Por esse motivo, normas europeias como a DIN EN 16282 exigem que, além da purificação do ar em cozinhas comerciais por meio de filtros e separadores, também se leve em consideração os líquidos evaporados e sua condensação! Para isso, essas concentrações — em alguns casos muito elevadas — devem ser registradas por meio de medições e analisadas.

3.2. Os medidores FID podem ser úteis na análise da contaminação do ar!

É possível obter uma indicação da quantidade de líquido evaporado presente no ar com a ajuda de medidores FID. FID é a sigla para detector de ionização por chama. Um medidor FID ajuda a determinar a quantidade de compostos orgânicos voláteis evaporados. Coloquialmente, costuma-se falar também de “C total” no ar de exaustão, referindo-se aos hidrocarbonetos na forma de vapor presentes no ar. Se quisermos, por exemplo, descobrir a quantidade de combustível vaporizado que chega ao nosso nariz durante o reabastecimento, um aparelho desse tipo seria o equipamento ideal. Os medidores FID também são igualmente úteis na análise de refrigerantes e lubrificantes vaporizados na indústria de manufatura ou em instalações de produção de alimentos.

Medir a quantidade de partículas e vapor

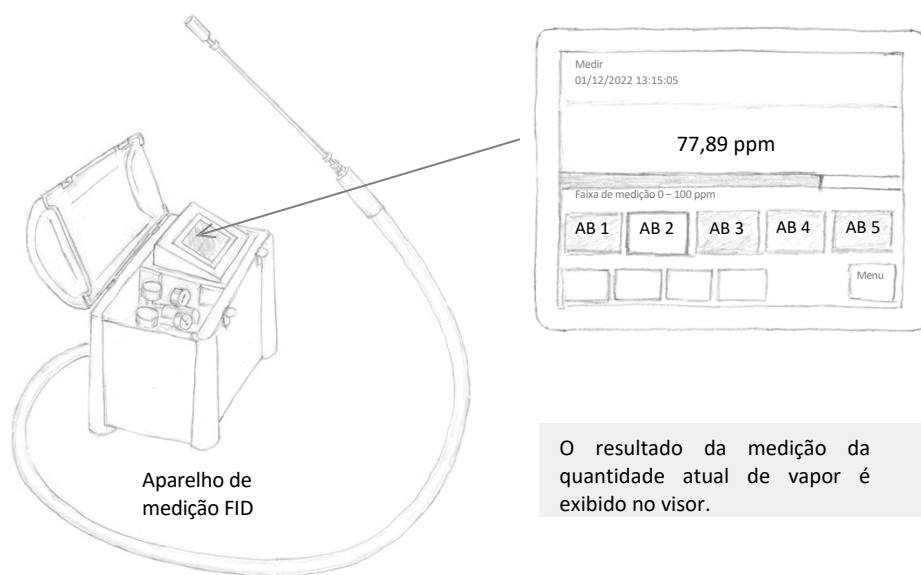


Figura 20

Análise da poluição do ar

Ao analisar o ar de exaustão dos processos mencionados acima, a carga real resulta, na maioria das vezes, da soma dos aerossóis e vapores transportados pelo ar. O resultado dessa análise global frequentemente mostra que há 80 miligramas de vapor e apenas 20 miligramas de aerossóis em um metro cúbico de ar ambiente. Aplicado a este exemplo, isso significaria que teríamos um total de 100 miligramas de poluentes em um metro cúbico de ar ambiente. Se essa contaminação se refere a um refrigerante e lubrificante em uma fábrica de engenharia mecânica, a óleo de fritura na produção de alimentos ou a uma cozinha de hotel, podemos desconsiderar isso neste momento, pois a problemática e a tarefa a ser resolvida são, em princípio, as mesmas: precisamos lidar com ambos.

Equívoco

Não é necessário medir líquidos evaporados.

Precisamos nos preocupar tanto com os líquidos evaporados quanto com os aerossóis transportados pelo ar provenientes desses líquidos. Um erro comum na tecnologia de ventilação e no controle da qualidade do ar é não registrar nem analisar essas contaminações do ar por meio de medições. Se alguma coisa é medida, na melhor das hipóteses, é a concentração de partículas dos aerossóis. Quase nunca ambos — vapores e aerossóis — são analisados. Isso também foi confirmado pelas conversas com os colegas da Associação de Seguros contra Acidentes de Trabalho da Baviera.

Em fritadeiras de cozinhas industriais ou em grandes recipientes coletores de limalhas metálicas quentes em fábricas ou instalações semelhantes, pequenas nuvens brancas se elevam por toda parte durante a operação. Visualmente, eles se parecem muito com o vapor que se eleva quando se aquece água em uma panela em casa. Com a diferença, porém, de que o vapor que se eleva dos recipientes industriais contém óleos e refrigerantes ou lubrificantes.

Essas substâncias costumam ser a fonte de fortes odores e são muito pouco consideradas e investigadas.

Realizar medições de partículas e FID

É imprescindível investigar essas emissões tanto por meio de uma medição de partículas quanto de uma medição por FID. Pois, a partir dessas medições, é possível definir o próximo passo: a purificação do ar por meio da remoção desses vapores.

Abordagem 1: Carvão ativado

Uma abordagem possível, por exemplo, é o uso de filtros de carvão ativado. Em termos simplificados, o carvão ativado funciona como uma espécie de filtro molecular. Ele é muito poroso e possui inúmeros poros minúsculos, capazes de absorver os vapores por adsorção. Assim, os vapores ficam ligados à superfície do carvão ativado. No entanto, isso só funciona enquanto o carvão ativado não for sobrecarregado excessivamente pelos aerossóis gerados durante a condensação.

Desvantagem do uso do carvão ativado

Muitas vezes, os filtros de carvão ativado são instalados apenas no aparelho de ventilação, no final de um longo trecho de duto de exaustão. Até que o ar de exaustão chegue até lá, ele já esfriou alguns graus e os vapores começam a se condensar. Com isso, os muitos poros minúsculos do carvão ativado ficam obstruídos muito rapidamente e, portanto, perdem a eficácia. Se os vapores que se condensam forem óleos, isso, em combinação com o carvão ativado, resulta, no sentido mais literal da palavra, em uma combinação extremamente perigosa de incêndio!

Utilização do carvão ativado

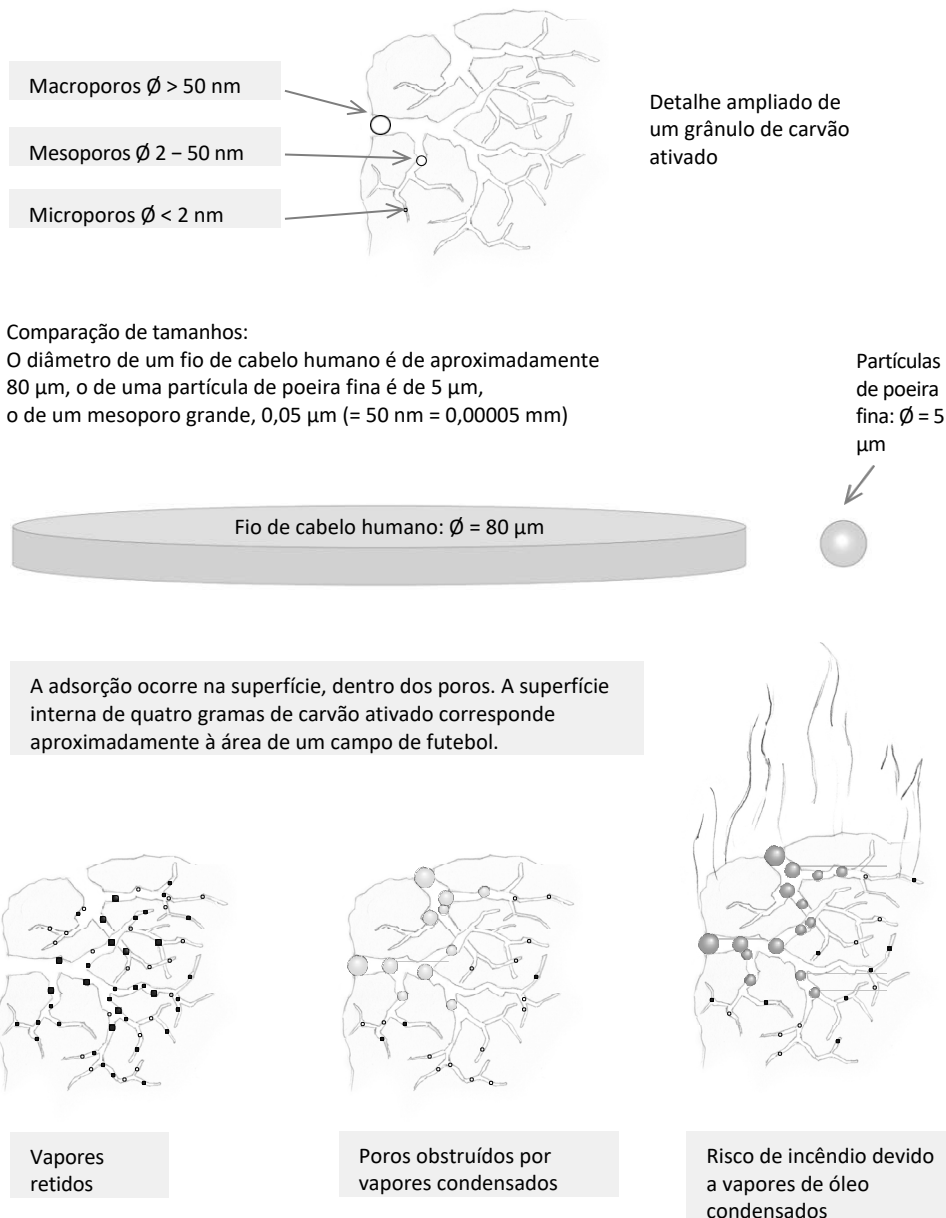


Figura 21

Abordagem 2: condensação forçada

Outra possibilidade para controlar os líquidos evaporados e reduzir sua quantidade é a condensação forçada diretamente durante a captação e a aspiração.

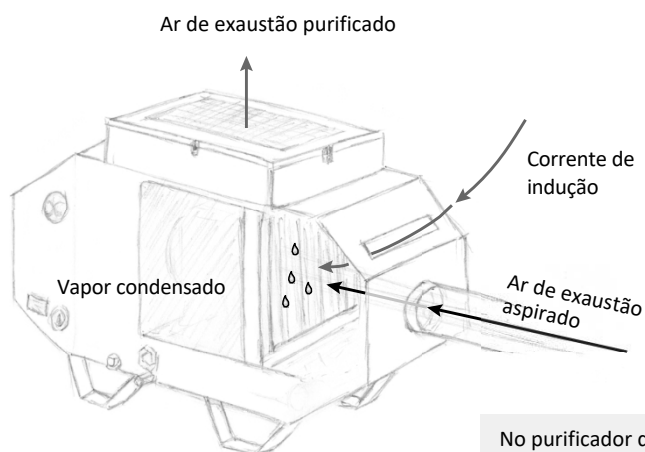
Conforme descrito no Capítulo 1, na REVEN GmbH desenvolvemos equipamentos de captação que não apenas aspiram, mas também sopram. Nesse processo, o ar a ser captado, juntamente com os aerossóis, vírus e substâncias nocivas, é transportado o mais rápido possível, por meio de sopro auxiliar, para a área em que a capacidade de sucção dos purificadores de ar, exaustores de cozinha e aparelhos de ventilação é maior — ou seja, diretamente para a região de suas aberturas de sucção.

Para isso, desenvolvemos tanto exaustores de cozinha modernos quanto purificadores de ar industriais, equipados com um dispositivo adicional para o sopro auxiliar. Assim, no caso do exaustor de cozinha, garante-se que os vapores de cozinha ascendentes fluam rápida e diretamente do equipamento de cozinha para a área de filtragem e sucção, onde são capturados ou aspirados. Além disso, conseguimos, dessa forma, forçar adicionalmente a condensação de líquidos evaporados. O ar do fluxo de indução, ou seja, o fluxo de ar injetado, está sempre alguns graus mais frio do que o ar a ser captado. Essa diferença de temperatura nos ajuda a provocar a condensação dos líquidos evaporados diretamente durante a captação e a sucção, tanto em nossos exaustores aprimorados quanto em nossos purificadores de ar para máquinas-ferramentas.

Condensação forçada



No exaustor da cozinha: graças à corrente de indução mais fria, os vapores se condensam e são separados ao longo do trajeto até o duto de exaustão.



No purificador de ar industrial: graças à corrente de indução mais fria, os vapores se condensam antes do separador X-CYCLONE® e são separados.

Figura 22

Vantagens da condensação forçada

Quando o ar de processo é livre de líquidos evaporados e aerossóis transportados pelo ar, ele está realmente purificado e limpo. Com isso, as emissões de odores também são reduzidas ao mínimo e podem ser totalmente neutralizadas por meio de filtros de odores instalados a jusante. As tecnologias utilizadas para a neutralização de odores podem ser sistemas de UV, ozônio, carvão ativado ou oxidação química. Todas elas têm uma coisa em comum: só funcionam e atingem seu pleno desempenho quando o ar de exaustão foi previamente purificado de forma eficiente de aerossóis e vapores. Somente então, e apenas então, as tecnologias instaladas a jusante para a eliminação completa de odores fazem sentido. Mais detalhes no próximo capítulo.

4. Como os vírus e os odores ser neutralizados?



A neutralização de odores e a remoção completa de vírus e bactérias do ar é uma tarefa que requer várias etapas. O primeiro passo é a captação e aspiração eficientes; em seguida, são necessários filtros ou separadores de aerossóis altamente eficazes e, nesse contexto, também é necessária a condensação dos vapores, conforme discutido no capítulo anterior. Somente quando todas essas etapas forem observadas é que os odores poderão ser removidos de forma confiável e completa com a ajuda de sistemas de UV-C ou de ozônio.

Equívoco

A irradiação UV resolve todos os problemas relacionados a vírus, bactérias e odores.

Um equívoco muito difundido na área de ventilação e purificação do ar, que persiste obstinadamente, é a crença de que não é preciso se preocupar muito com todas essas etapas, desde a captação e aspiração, passando pela separação, até a condensação. Basta colocar qualquer lâmpada que emita luz ultravioleta nos purificadores de ar e nos sistemas de exaustão, e tudo ficará bem. É isso ou algo semelhante que sugerem as promessas de muitos concorrentes do mercado, que chegam aos meus ouvidos repetidamente.

Existem muitos equívocos e informações incorretas em relação ao funcionamento e à eficácia das tecnologias de purificação do ar que utilizam radiação ultravioleta. Isso começa pelo fato de que muitos fabricantes não esclarecem os usuários sobre o campo de aplicação real da radiação ultravioleta. Um aspecto importante ao qual se deve prestar atenção é a seguinte questão: “O que se pretende alcançar com o uso de sistemas UV-C?” Queremos livrar o ar de vírus e bactérias ou queremos remover gorduras e óleos do ar de exaustão? Acho que vocês concordam comigo que já é possível identificar aqui tarefas diferentes e que a eliminação de vírus do ar de exaustão, na verdade, não pode ser a mesma coisa que a remoção de óleos e gorduras.

Por isso, devemos primeiro discutir para que, na verdade, queremos utilizar a radiação ultravioleta em nosso sistema de ventilação. O sistema UV-C a ser utilizado depende da tarefa a ser realizada. As diferentes funções desses sistemas podem ser as seguintes:

- *Desinfecção de objetos*
- *Neutralização de odores no ar*
- *Eliminação de vírus e bactérias no ar*

Essas três tarefas já abrangem três áreas totalmente distintas, cada uma das quais exige o uso de sistemas UV-C completamente diferentes. Não existe um sistema capaz de realizar todas as três tarefas.

A isso se soma a tarefa, cercada de mitos, da chamada “queima de gordura”. Explicaremos mais adiante do que se trata.

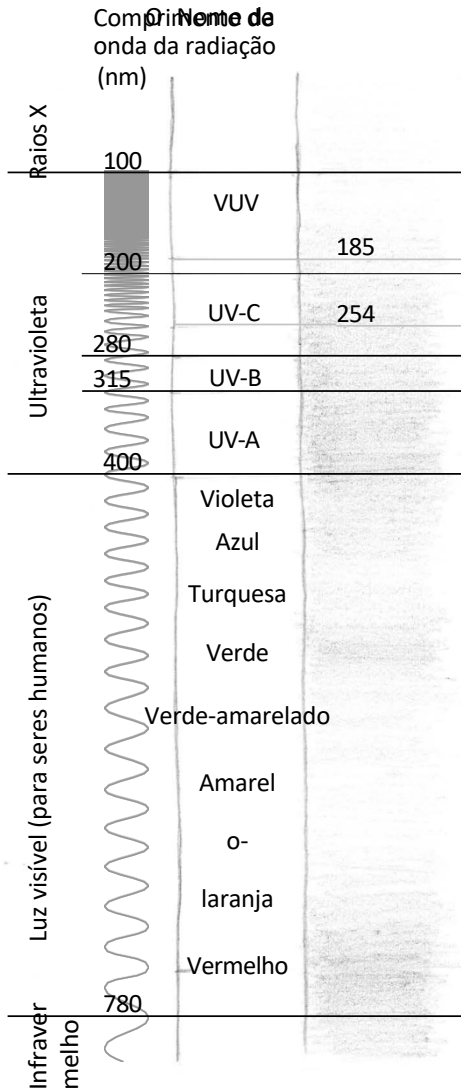
Portanto, precisamos de um sistema UV-C projetado especificamente para uma dessas tarefas. Mas, mesmo assim, ainda é questionável se a tarefa em questão pode realmente ser resolvida de forma satisfatória.

4.1. O equívoco em relação à radiação UV-C

Os purificadores de ar domésticos frequentemente incorporam sistemas UV-C. Com o avanço da pandemia mundial, a partir de 2020 o mercado foi literalmente inundado por esses purificadores de ar. Prometeu-se aos usuários que a radiação ultravioleta desses aparelhos poderia eliminar vírus perigosos. Mas como isso funcionaria?

Visualmente, esses sistemas de UV-C lembram os tubos fluorescentes convencionais, como os encontrados, por exemplo, em sistemas de iluminação de grandes escritórios. Eles são oferecidos em diversos tamanhos. Quando se liga um tubo UV-C, ele não brilha com a luz branca típica da iluminação de escritório, mas em um tom azulado, semelhante ao encontrado em solários. Essa luz azul é uma radiação UV-C de onda curta gerada artificialmente, com comprimento de onda de aproximadamente 250 a 280 nanômetros.

Espectro eletromagnético



UV-A e UV-B

Esses são os únicos raios UV que atingem a Terra. O ser humano depende deles para produzir vitamina D no próprio corpo. Eles provocam o bronzeamento da pele. Em doses excessivas, porém, a radiação é prejudicial, tanto a curto prazo (risco de queimadura solar) quanto a longo prazo (risco de câncer de pele).

UV-C

Para a esterilização, utiliza-se luz UV-C gerada artificialmente com comprimento de onda de 250 a 280 nm. A comprimento de onda de 254 nm, em especial, é ideal para danificar o material genético dos microrganismos. A radiação UV-C também é prejudicial aos seres humanos.

UV a vácuo

Do espectro ultravioleta, utiliza-se luz gerada artificialmente com comprimento de onda de 185 nm para formar ozônio. O processo só funciona com tubos de quartzo especiais.

Figura 23

Fator comprimento de onda

Para os sistemas UV-C, a faixa de comprimento de onda da radiação é importante, pois somente assim as bactérias e os vírus são eliminados ou, devido aos danos causados ao seu material genético, não conseguem mais se multiplicar. Esse conhecimento já é utilizado há muito tempo na tecnologia médica, por exemplo, para a desinfecção de instrumentos cirúrgicos e equipamentos médicos. Esses aparelhos de desinfecção costumam ser caixas retangulares, com aparência semelhante à dos micro-ondas comuns. Nessas caixas estão integrados tubos de UV-C, com os quais o interior pode ser irradiado em uma faixa de comprimento de onda de 250 a 280 nanômetros. Assim, os objetos colocados nesse esterilizador ultravioleta são desinfetados pela radiação UV-C.

O fator tempo

Nas fichas técnicas desses esterilizadores UV-C, é sempre destacado que a ausência total de germes, ou seja, a esterilização, já pode ser alcançada após um tempo de irradiação de cerca de 30 segundos.

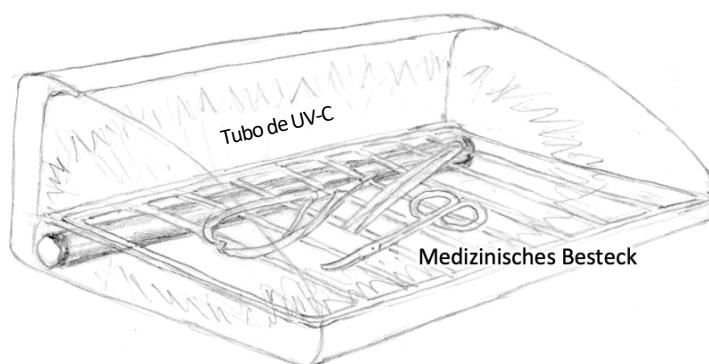
Na maioria dos esterilizadores UV-C, é possível ajustar um tempo de desinfecção de 30 segundos a 60 minutos, de forma muito semelhante ao ajuste de tempo no micro-ondas doméstico.

Comprimento de onda + tempo = resultado desejado

Assim, definimos uma primeira área de aplicação para a qual existem muitas soluções técnicas, produtos e experiências: se quisermos neutralizar completamente vírus e bactérias em objetos como tesouras, facas, alicates, agulhas etc., precisamos, para isso, de uma radiação ultravioleta gerada artificialmente em uma faixa de comprimento de onda de aproximadamente 250 a 280 nanômetros. Além disso, é muito importante que esses objetos fiquem expostos a essa radiação por pelo menos 30 segundos, para que fiquem realmente esterilizados. Assim,

pelo menos essa é a recomendação dos fabricantes de esterilizadores UV-C, que há muitos anos são utilizados na área de tecnologia médica.

Desinfecção em um esterilizador UV-C



Neste moderno esterilizador, o processo é realizado em duas etapas:

- Radiação UV-C (254 nm) por pelo menos 30 segundos, para destruir o material genético dos microrganismos.
- Radiação VUV (185 nm), para eliminar completamente os microrganismos por meio do ozônio.

Figura 24

O que devemos ou precisamos concluir a partir disso para a tecnologia de ventilação e o controle da qualidade do ar?

Na verdade, a resposta é bastante simples e óbvia: se quisermos eliminar bactérias e vírus em uma corrente de ar, precisamos da mesma radiação ultravioleta, e ela deve atuar sobre os vírus e as bactérias por um determinado período.

Equívoco

A esterilização do ar funciona exatamente da mesma forma que a dos objetos.

Por mais simples e óbvio que isso pareça, é aqui que começam os problemas na tecnologia de ventilação. Em aparelhos de ventilação e purificadores de ar, lidamos com ar em movimento e não com objetos que permanecem imóveis por meio minuto durante a esterilização. O ar se move nesses aparelhos a uma velocidade de pelo menos um metro por segundo. Tudo o que se encontra nesse fluxo de ar, incluindo bactérias e vírus, percorre pelo menos um metro em um segundo. Em muitos sistemas, as distâncias são ainda maiores, variando de dois a cinco metros por segundo.

Distância percorrida pelo ar em um segundo

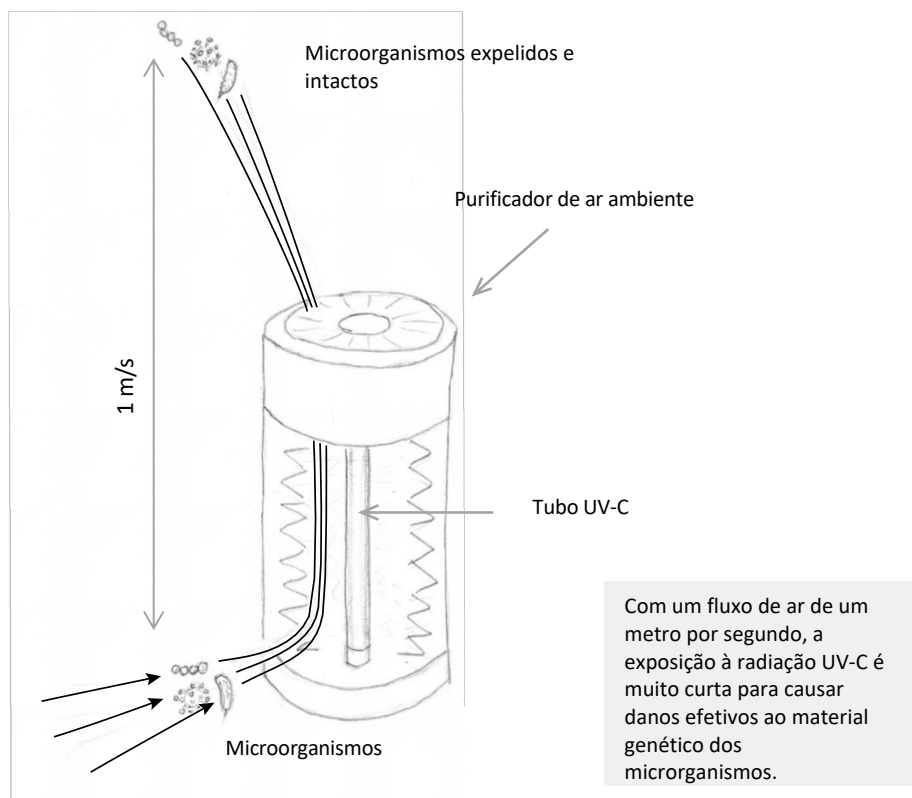


Figura 25

Essa circunstância já representa o primeiro problema e um grande desafio. Como aprendemos com a descrição dos esterilizadores na área de tecnologia médica, seria aconselhável expor bactérias e vírus à radiação ultravioleta por pelo menos trinta segundos. Como podemos fazer isso em um sistema de ventilação?

Em um sistema de exaustão com velocidade do ar de um metro por segundo, seria necessário um duto de exaustão de trinta metros de comprimento com tubos de UV-C. No entanto, você não encontrará um sistema desse tipo. Aparelhos de ventilação e purificadores de ar com tubos de UV-C raramente têm mais de um metro de comprimento. Portanto, é muito fácil calcular por quanto tempo as bactérias e os vírus transportados pelo ar ficam expostos à radiação UV-C nesses aparelhos: a radiação tem apenas um segundo para agir sobre os vírus e as bactérias nesses sistemas. Para uma esterilização, esse é um período de tempo muito curto.

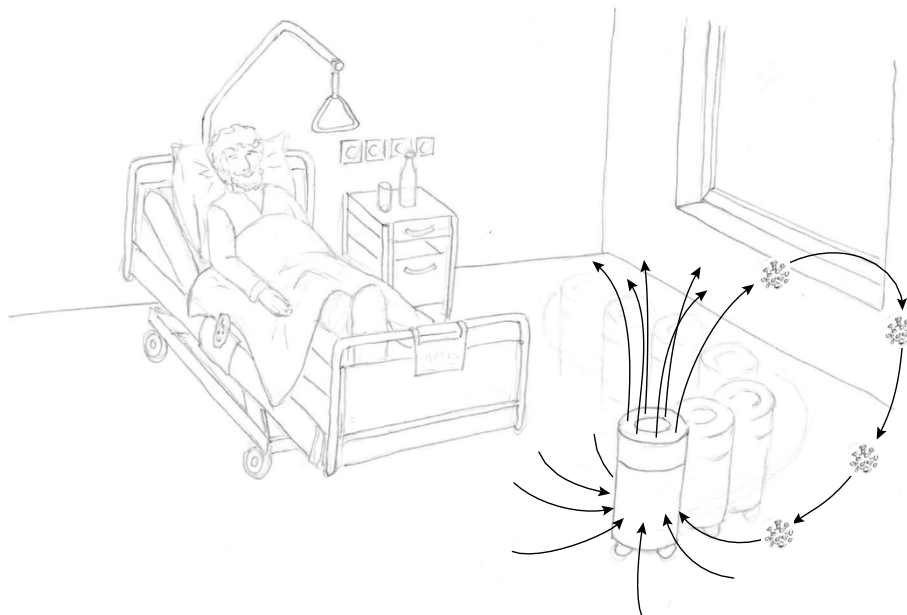
Portanto, não basta simplesmente instalar tubos UV-C em um aparelho de ventilação ou purificador de ar, e na maioria das vezes isso também não faz sentido. O que fazer, então?

Uma possibilidade seria fazer com que o ar passasse repetidamente pela área dos tubos de UV-C por pelo menos meio minuto, a fim de alcançar um tempo de exposição adequadamente longo.

Exemplo prático: robôs de desinfecção

É exatamente isso que, em essência, fazem os robôs de desinfecção recém-desenvolvidos para uso hospitalar. Esses aparelhos foram desenvolvidos durante a pandemia e podem ser utilizados em quartos de hospital. Eles entram automaticamente em um quarto e purificam o ar do ambiente. Para isso, aspiram o ar e o expelem novamente. Durante esse processo, o ar é exposto à radiação ultravioleta. Esse procedimento é repetido continuamente naquele ambiente por um determinado período. Como você já deve ter imaginado, isso permite atingir um tempo de exposição de pelo menos trinta segundos.

Robôs de desinfecção no quarto de hospital



Somente quando o mesmo ar é conduzido em um “circuito contínuo” através do robô de desinfecção (representação simplificada) é que os micróbios hospitalares nele contidos podem ser neutralizados pela radiação UV-C.

Figura 26

No entanto, esse processo só pode ocorrer se tivermos um ambiente fechado, no qual o robô possa, por um determinado período, aspirar, irradiar e expelir repetidamente o mesmo ar. Por outro lado, se tivermos um ambiente ventilado, no qual ar fresco é injetado e o ar viciado e contaminado é aspirado, a situação é completamente diferente.

O tempo não é suficiente

Mesmo em purificadores de ar simples e pequenos, a aspiração, a purificação e a expulsão do ar levam pouco mais de um segundo. Portanto, fica claro que, nesses purificadores de ar compactos

purificadores de ar, não é possível, de forma alguma, esterilizar o ar apenas por meio da irradiação UV-C. Simplesmente não há tempo suficiente para isso.

Uso de filtros de partículas em suspensão

É possível melhorar o desempenho dos purificadores de ar compactos para ambientes internos por meio da instalação de filtros de partículas em suspensão. Trata-se de filtros de alto desempenho, capazes de filtrar do ar até mesmo partículas muito pequenas, bem como vírus e bactérias. Em combinação com a radiação UV-C, que incide por tempo suficiente sobre esses filtros de alto desempenho, os vírus e bactérias presentes no filtro podem ser eliminados.

Recurso: filtro de partículas suspensas

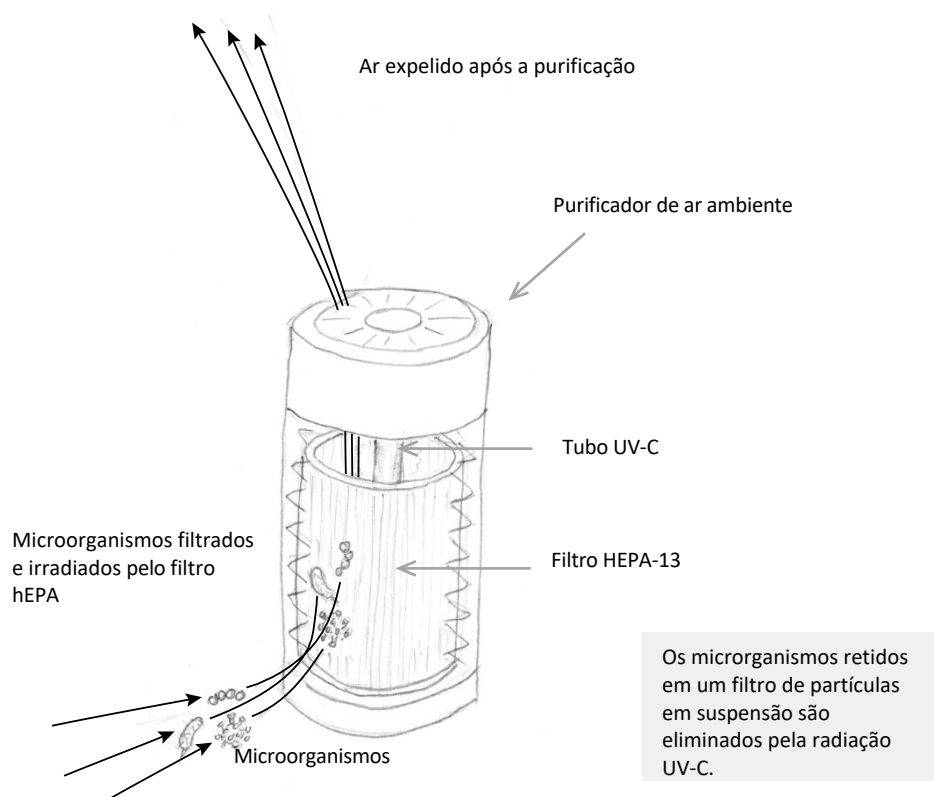


Figura 27

Existem vários exemplos semelhantes. No fim das contas, trata-se sempre de fazer com que a radiação ultravioleta adequada atue sobre vírus e bactérias por tempo suficiente para danificar suficientemente seu material genético e impedir sua proliferação. Somente por meio da eliminação completa é possível alcançar uma esterilização real. De forma um pouco mais científica, esse fato poderia ser resumido da seguinte maneira:

A radiação tem efeito letal sobre vírus e bactérias, desde que seja intensa o suficiente e atue por tempo suficiente.

Fator intensidade da radiação

A intensidade da radiação depende dos tubos; mais precisamente, da potência por metro quadrado de área irradiada. Quanto maior for a potência em watts utilizada, menor será o tempo de exposição necessário. Se forem utilizados LEDs UV-C de baixa potência, que fornecem apenas alguns watts por luminária LED, será necessário um tempo de exposição correspondentemente mais longo. A relação é relativamente simples: quanto maior a potência da radiação e quanto mais longo o tempo de exposição, maior o efeito desinfetante — e vice-versa.

Passemos agora à remoção de óleos e gorduras do ar de exaustão e à forma como a radiação UV-C pode ajudar nesse processo. Ao analisar essa questão mais detalhadamente, nos deparamos com um dos maiores equívocos na área de tecnologia de ventilação e purificação do ar. No entanto, trata-se mais de um mistério do que de um equívoco, e pode ser descrito com a seguinte pergunta.

4.2. A radiação UV-C pode eliminar aerossóis?

Se for para acreditar nas afirmações de muitos fabricantes da área de ventilação, então é isso mesmo. Costuma-se alegar que a radiação ultravioleta dos tubos UV-C é capaz de eliminar óleos e gorduras do fluxo de ar de exaustão. Esse mito é amplamente difundido, sobretudo na ventilação de cozinhas comerciais. Segundo alguns fabricantes, não são tanto os separadores de aerossóis, que apresentei no capítulo dois, mas sim os sistemas UV-C que, supostamente, mantêm a ventilação da cozinha livre de gordura e óleo.

Conforme já explicado anteriormente, esses óleos e gorduras no ar podem estar presentes na forma de aerossóis ou na forma vaporizada.

Equívoco

A radiação UV-C purifica o ar de gorduras e óleos.

Muitos fabricantes afirmam que um sistema UV-C adequado, instalado no sistema de exaustão da cozinha, é capaz de separar todas essas formas de gorduras e óleos do fluxo de ar e manter o sistema de ventilação da cozinha totalmente livre de óleo e gordura.

Parece ótimo, não é? Infelizmente, essas propriedades revolucionárias de purificação do ar ainda não foram comprovadas, nem uma única vez, em um nível minimamente científico.

Sabemos agora como é complexa a eliminação confiável de bactérias e vírus por meio da radiação UV-C. Purificar o ar de aerossóis e gotículas de óleos e gorduras com radiação ultravioleta é, por sua vez, algo completamente diferente!

Isso começa já pelo tamanho e pelas características desses contaminantes do ar: um vírus é muitas vezes menor do que um aerossol de óleo. Além disso, vírus e bactérias não simplesmente evaporam nem são decompostos de outra forma. A radiação ultravioleta danifica seu material genético de tal forma que eles não conseguem mais se reproduzir e acabam morrendo.

Ao se tratar da purificação do ar de exaustão de óleos e gorduras, afirma-se que esses componentes se dissolveriam completamente e desapareceriam — pelo menos é o que dizem as promessas grandiosas! Como isso poderia funcionar?

Equívoco

A gordura se decompõe completamente por fotólise.

Sobre esse tema, os fabricantes lançam as alegações mais ousadas. Assim, lâmpadas especiais de UV seriam capazes de decompor a carga de gordura do ar por meio da fotólise. Com isso, a carga de gordura seria reduzida em 95% e a gordura seria transformada nos produtos finais: oxigênio, dióxido de carbono, água e resíduos em forma de poeira.

Quando se pergunta como tais alegações foram registradas e validadas por meio de técnicas de medição, ouve-se repetidamente a afirmação: “Nós observamos isso!” ou “Instalamos esses equipamentos há muitos anos e sempre observamos isso; não podemos estar enganados!”

Na maioria dos casos, não há qualquer técnica de medição, nem protocolos de medição, nem mesmo estudos que, sequer minimamente, corroborem essas afirmações e observações. As promessas e garantias são fundamentadas em décadas de experiência e nas próprias observações, que, por um período tão longo, não poderiam estar erradas.

Exemplo prático: valores de emissões de gases de escape

O Grupo Volkswagen também possui décadas de experiência no desenvolvimento de motores a diesel e tinha certeza de que não poderia se enganar quanto aos valores de emissões de seus motores.

De onde vem esse entusiasmo exagerado? Por que tantos fabricantes no setor de ventilação de cozinhas comerciais utilizam essa tecnologia?

Porque é um negócio extremamente lucrativo. A aquisição dos tubos não apresenta problemas, a integração em um sistema de exaustão pode ser realizada por qualquer electricista minimamente experiente e, assim, com um esforço realmente moderado, o sistema de ventilação da cozinha é valorizado em muitos milhares de euros!

Equívoco

Um sistema de ventilação de cozinha é, sem dúvida, valorizado pelo uso de luz UV.

No entanto, surge aqui a pergunta: será que o sistema foi realmente aprimorado? A gordura e o óleo são eliminados de forma confiável em 95%? O usuário obtém, de fato, um valor agregado sustentável com esse investimento adicional?

Para responder a isso com seriedade, é preciso analisar os fatos. Só então poderemos tentar responder às perguntas feitas anteriormente. Para isso, listamos todos os fatos comprovados que existem sobre esses mitos:

1. Um sistema UV precisa produzir ozônio

Os sistemas UV-C só têm efeito sobre gorduras e óleos no ar de exaustão de cozinhas comerciais quando são utilizados os tubos UV-C corretos. Estes devem ser capazes de emitir radiação ultravioleta com comprimento de onda inferior a 200 nanômetros. Isso só ocorre com tubos

feitos de vidro de quartzo sintético. O segredo aqui é que a radiação ultravioleta na faixa de comprimento de onda de 185 nanômetros não é filtrada por esse vidro e, portanto, pode ser emitida. Esse é o pré-requisito básico para a produção de ozônio.

2. O ozônio deve oxidar gorduras e óleos

Portanto, ao utilizar os tubos corretos e uma radiação com o comprimento de onda adequado, o ozônio é gerado no sistema de ventilação. O ozônio é importante para que haja algum efeito sobre óleos, gorduras e muitas outras substâncias. No entanto, ele é um oxidante muito forte. Por esse motivo, também é prejudicial à saúde e há até suspeitas de que seja cancerígeno. No ar de exaustão da cozinha, no entanto, pode-se tentar usá-lo para oxidar óleos e gorduras. Mas ressalto aqui deliberadamente: pode-se TENTAR!

Relatório de pesquisa dos EUA

Estudos recentes dos EUA comprovam que esse efeito oxidante sobre óleos e gorduras existe, mas não é muito eficiente. Óleos e gorduras são oxidados apenas parcialmente, e a alegação de que eles podem ser totalmente eliminados não é confirmada por esses estudos. Pelo contrário! Devido ao alto potencial de risco do ozônio, surge, ao contrário, a questão de saber se a produção de ozônio nesses sistemas não causa mais danos do que benefícios ao meio ambiente! O relatório de pesquisa em questão foi publicado em 2020 pela ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) e intitula-se “Research Project 1d14 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent”.

3. Remoção eficaz de gordura na fase inicial

Devido ao baixo impacto do ozônio sobre óleos e gorduras, o foco principal nos sistemas de exaustão de cozinhas deve, portanto, ser a captação, a sucção e a purificação do ar de exaustão por meio de filtros e separadores, de modo que, dessa forma, o ar de exaustão já seja, em grande parte, livre de óleos e gorduras. Caso o ar de exaustão apresente odor forte, isso está relacionado aos

óleos e gorduras. Para isso — e somente para isso — pode-se então utilizar, de forma limitada, um sistema de UV-C que produza ozônio. No entanto, não se deve desconsiderar o potencial de risco desses sistemas.

Uso adequado da radiação UV em exaustores de cozinha

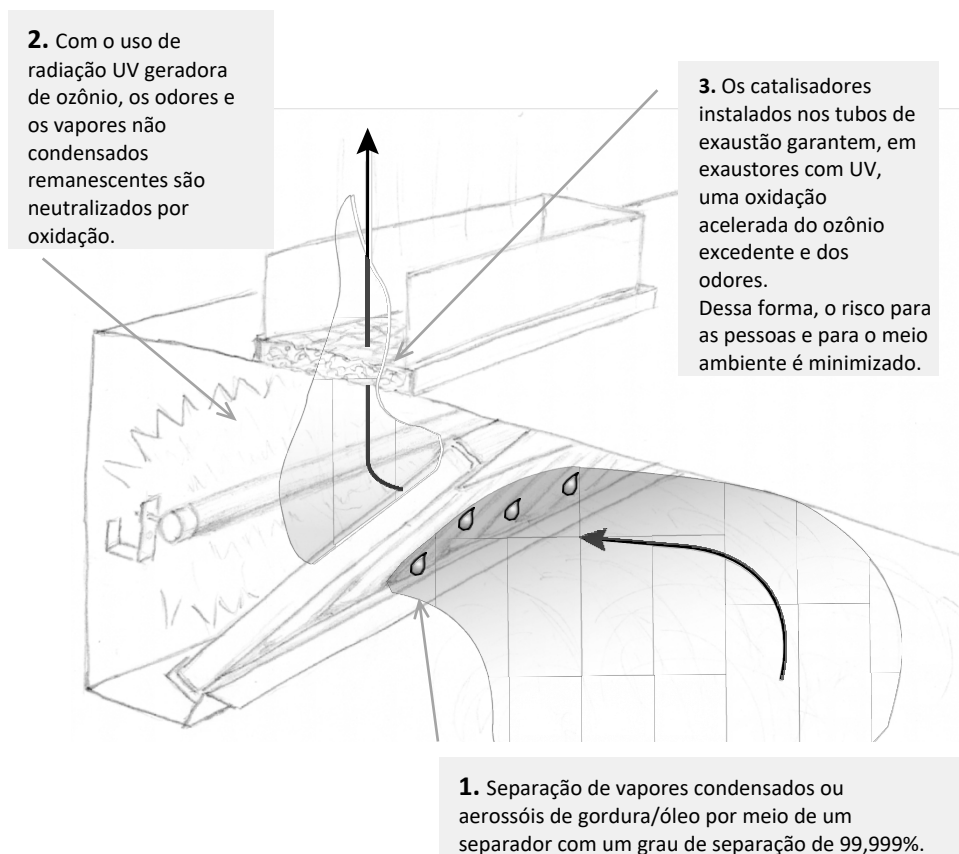


Figura 28

4. O ozônio é potencialmente cancerígeno

Os sistemas de UV-C, que geram ozônio por meio de sua radiação, representam um alto potencial de risco, sobre o qual os usuários em cozinhas comerciais raramente são alertados, muito menos recebem orientações detalhadas sobre como evitar riscos à saúde. Como já mencionado anteriormente, essa radiação pode danificar o material genético de vírus e bactérias. No entanto, o efeito mutagênico não se limita apenas a vírus e bactérias. Ele também afeta as pessoas expostas a essa radiação. O ozônio gerado é um gás nocivo à saúde e é suspeito de ser cancerígeno.

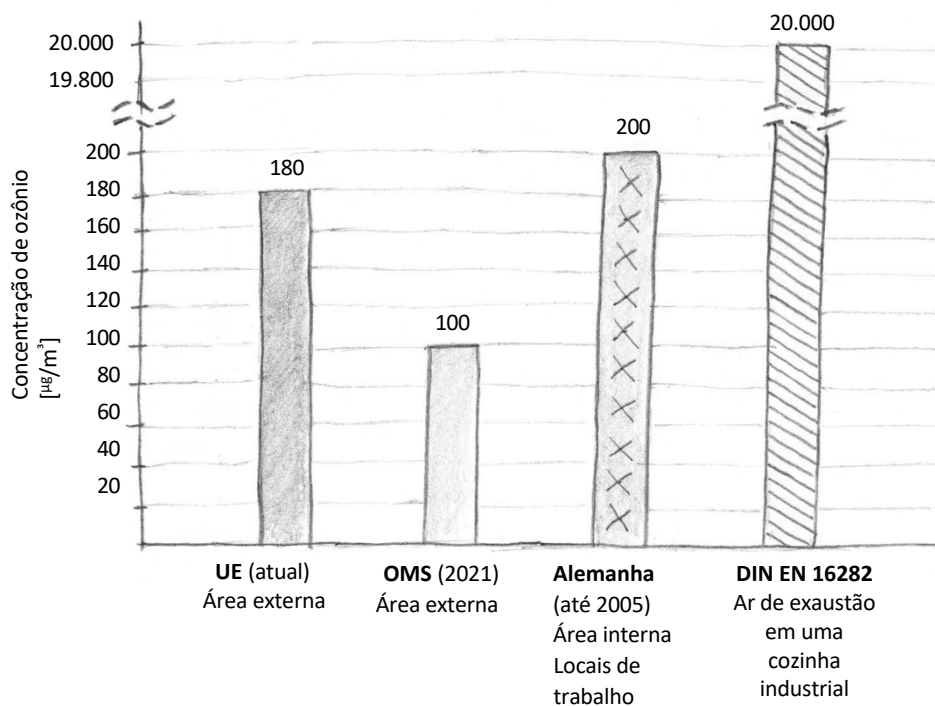
Por esse motivo, na Alemanha, todos os limites para o ozônio em ambientes internos já foram revogados. Nas cidades, chega-se até a acionar regularmente o alarme de ozônio quando os níveis desse gás ao ar livre estão muito altos. Quando os níveis são elevados, recomenda-se à população que evite praticar esportes ao ar livre e, na medida do possível, permaneça em casa. No entanto, em muitas soluções técnicas na área de ventilação e purificação do ar, são utilizadas exatamente essas radiações que geram gases tão perigosos.

Exemplo prático: ventilação de cozinhas

Já presenciei várias vezes cozinheiros me contando sobre tubos fluorescentes atrás dos filtros em seus exaustores de cozinha e se mostrando inseguros se eles ainda funcionavam. Quando então informei a eles e à equipe de cozinha que não se tratava de lâmpadas fluorescentes, mas sim de sistemas de UV-C que geravam radiação perigosa e liberavam gases nocivos à saúde, vi, mais de uma vez, rostos visivelmente assustados.

Essa é a lista de fatos, que não pretende ser exaustiva e certamente poderia ser ampliada com mais alguns pontos.

Limites de ozônio



UE: concentração máxima em uma hora por dia (média de 1 hora); caso esse valor seja excedido, a população é informada



OMS: quantidade máxima de exposição em oito horas por dia (média de 8 horas)



DE (válido até 2005): MAK diário (concentração máxima no local de trabalho). Desde então, não há mais valores-limite de ozônio para locais de trabalho em ambientes internos na Alemanha, pois suspeita-se que o ozônio seja cancerígeno para os seres humanos. Na Suíça, o MAK de 200 µg continua em vigor.



De acordo com a norma **DIN EN 16282**, 20.000 µg é considerado o valor-limite máximo de ozônio para o ar de exaustão em um exaustor de cozinha. Isso equivale a 100 vezes o valor para locais de trabalho na Alemanha (válido até 2005)! Ou 200 vezes a média de 8 horas da OMS para áreas externas!

Figura 29

A tecnologia de medição, por exemplo, seria outro ponto a ser considerado. Vocês nem imaginam quantos fabricantes comercializam sistemas geradores de ozônio, mas não dispõem de tecnologia de medição adequada para determinar a concentração desse perigoso gás.

Equívoco

Óleos e gorduras foram descartados porque não podiam ser medidos (com determinadas técnicas).

Há também fabricantes que, com uma técnica adequada de medição de partículas, apresentam uma comprovação supostamente verificável da remoção de todos os óleos e gorduras. Nesses casos, muitas vezes bastaria apenas uma simples medição de temperatura. Por quê? Em alguns sistemas, há dezenas de tubos de UV-C instalados no duto de exaustão ou no exaustor da cozinha. Esses tubos ficam muito quentes durante o funcionamento e, assim, aquecem todo o ambiente ao redor. Com isso, muitos óleos e gorduras evaporam.

5. Como é possível tornar visíveis os fluxos de ar?



No início da pandemia, em 2020, pudemos observar na Alemanha uma tendência “interessante”. Não só a oferta de purificadores de ar compactos explodiu repentinamente, como também surgiram, de repente, centenas de especialistas em ventilação e aerodinâmica na Alemanha. Milhares de representações gráficas do fluxo de ar em escritórios abertos ou salas de aula surgiram e foram exibidas por toda parte. O que todas essas imagens tinham em comum? Eram bem coloridas e havia muitas setas. Na maioria das vezes, elas apontavam para um purificador de ar, posicionado em um canto da sala, que deveria livrar o ar de vírus e substâncias nocivas.

Ora, sabemos desde o Capítulo 1 que é extremamente complicado aspirar algo — só por isso já deveria estar claro, a esta altura, que um purificador de ar colocado no canto não é capaz de aspirar todo o ar de uma sala de aula ou de um escritório em plano aberto. Por mais que haja setas coloridas apontando para o purificador, o ar não fluirá para lá (ver Fig. 5)!

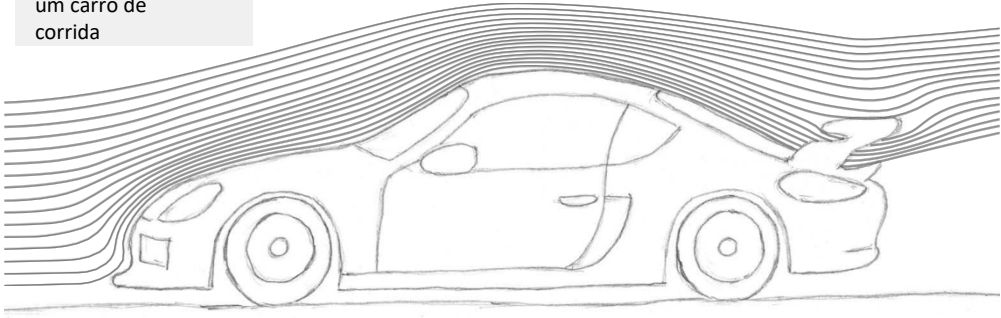
A maioria desses gráficos coloridos mostra, portanto, simplesmente correntes de ar inventadas, que não têm nada a ver com a realidade. Mas como é possível determinar e visualizar o trajeto real dessas correntes de ar?

Pesquisa básica para a análise de fluxos de ar

O Instituto Hermann-Rietschel da Universidade Técnica de Berlim realiza uma extensa pesquisa básica sobre esse tema. Sobre a análise de fluxos de ar e a eficácia das medidas de ventilação, representantes do instituto afirmam o seguinte: “Para avaliar quão bem a renovação do ar e a remoção de poluentes funcionam no ambiente e, em detalhes, em cada ponto do ambiente, utilizamos a chamada eficácia da ventilação. Essa eficácia pode ser determinada por meio de simulações numéricas de fluxo e/ou por métodos de medição. Em todos os nossos projetos, utilizamos esses métodos para avaliar os fluxos de ar no ambiente e desenvolver formas inovadoras e eficazes de ventilação.”

Visualização de fluxos de ar

Visualização da
aerodinâmica de
um carro de
corrida



Na construção de aeronaves e carros de corrida, a simulação de fluxos é conhecida há muito tempo. Atualmente, o cálculo e a visualização de fluxos de ar também são utilizados para otimização na área de climatização.

Figura 30

O que isso significa para nós? Portanto, precisamos de uma simulação de fluxo e da respectiva tecnologia de medição. Foi exatamente isso que já mencionamos nos capítulos anteriores, por exemplo, em relação à filtragem de aerossóis ou à tecnologia UV-C. Como esse procedimento é aplicado ao fluxo de ar?

5.1. O equívoco causado pelas imagens coloridas sobre fluxos de ar

As imagens coloridas com tantas setas não representam uma simulação numérica de fluxo, nem se baseiam em valores de medição de uma série de medições complexas. Na maioria dos casos, trata-se de representações inventadas do fluxo de ar, que não têm nada a ver com as condições reais. Elas são, portanto, tiradas do ar, no sentido figurado, e nem de longe representam a realidade!

Equívoco

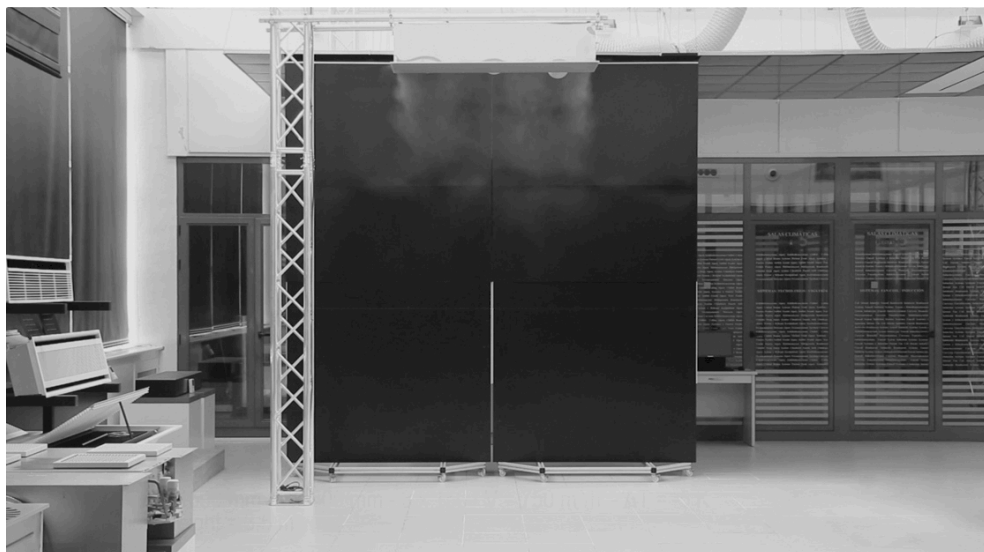
O trajeto do fluxo de ar é previsível.

Um equívoco muito comum na área de ventilação é a suposição precipitada de que se sabe de antemão como o ar se comportará. No Capítulo 2, demonstramos a que interpretações errôneas e conclusões equivocadas isso pode levar no desenvolvimento de um produto. Pois nós mesmos, em nossa equipe, cometemos esse erro — naquela época, durante o desenvolvimento da nossa tecnologia X-CYCLONE®.

O Centro de Competência CFD da SChAKO

Para simulações de fluxo e técnica de medição, existe até mesmo uma equipe dedicada dentro do nosso grupo empresarial SChAKO. Na SChAKO IBERIA, na Espanha, criamos um Centro de Competência em CFD. Essa equipe se dedica principalmente à tarefa que o Instituto Hermann Rietschel da Universidade Técnica de Berlim resumiu de forma tão precisa! Em nosso Centro de Competência em CFD, tornamos visíveis os fluxos de ar por meio de simulações numéricas de fluxo e equipamentos de medição adequados.

O laboratório da SCHAKO em ação



Visão geral da configuração de teste para visualização de fluxos de ar de alimentação

Figura 31

Equívoco

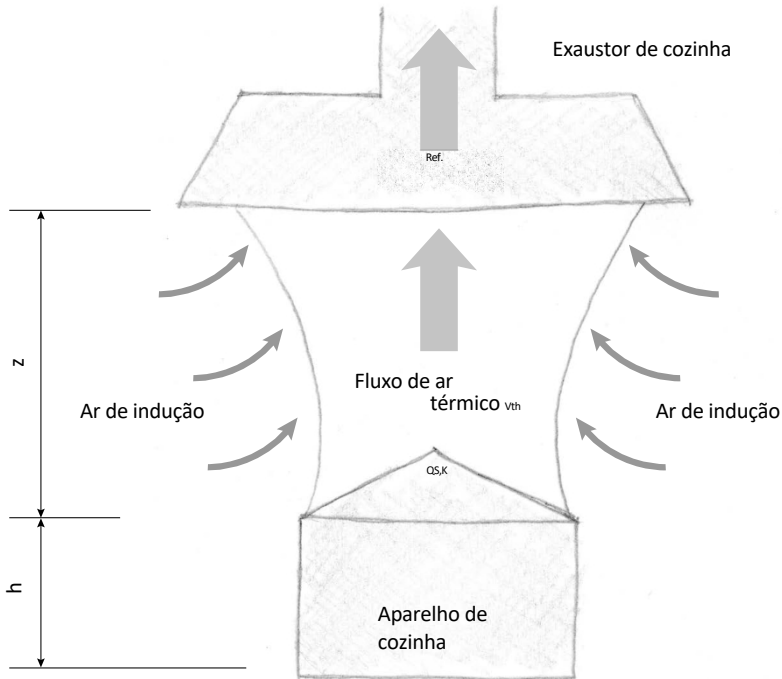
Os modelos de visualização correspondem à realidade.

Normas e diretrizes também se baseiam frequentemente na mesma concepção errônea que as representações nas “imagens coloridas”. Diretrizes para ventilação de cozinhas comerciais, como a VDI 2052, e normas internacionais, como a DIN EN 16282, com validade em toda a Europa, também contêm representações com setas coloridas. As imagens mostram o equipamento de cozimento de uma cozinha e os fluxos de ar desse equipamento até o exaustor. Outras setas, que apontam para o ambiente, pretendem representar o fluxo de ar fresco que entra na cozinha. Na maioria das vezes, são desenhadas com setas retas, verticais ou horizontais, que sugerem um fluxo delimitado com precisão milimétrica.

Uma seta que se estende verticalmente para cima a partir do equipamento de cozinha, chegando até o exaustor, tem como objetivo representar o ar que é aspirado diretamente e imediatamente ali — aqui é preciso questionar: o que isso tem a ver com a realidade? Com o fluxo de ar real, certamente quase nada. Trata-se, neste caso, de um modelo que visa representar a corrente térmica acima de um equipamento de cozinha. Por meio dessas correntes térmicas, forma-se um fluxo de ar que se move para cima. Esse fluxo é captado e aspirado pelo exaustor acima do equipamento de cozinha. Assim diz o modelo da diretriz VDI 2052. Sem dúvida, um modelo do qual se pode deduzir muitas coisas. Assim, por exemplo, os métodos de dimensionamento e cálculo para determinar as quantidades necessárias de ar de exaustão baseiam-se nesse modelo. Com a ajuda desses modelos, calcula-se qual a quantidade mínima de ar de exaustão necessária para um exaustor, dependendo dos aparelhos de cozinha utilizados.

Até aí, tudo bem. O que, no entanto, costuma levar a interpretações errôneas e mal-entendidos é a suposição de que tal modelo de fluxo corresponda à realidade. Infelizmente, na maioria das vezes não é assim.

Modelo simples de fluxo de um exaustor de cozinha



Representação simulada do modelo de fluxo da Norma VDI 2052:

A representação e o trajeto das setas não indicam o comportamento real nem o trajeto efetivo das correntes de ar individuais

Figura 32

O percurso real dos fluxos de ar e sua importância

Como já vimos, os exaustores de cozinha e de captação convencionais só conseguem extrair diretamente os vapores de cozinha que sobem para cima de forma muito limitada. Muitas vezes, esses vapores se acumulam nos exaustores de captação convencionais, sem serem extraídos imediatamente. Assim, os vapores inicialmente captados podem até mesmo voltar a sair do exaustor de cozinha.

O modelo de fluxo apresentado na diretriz mencionada reflete, portanto, apenas de forma muito limitada o comportamento real dos fluxos de ar. Isso também se aplica a modelos em outras diretrizes e normas. Assim como em todos os modelos científicos, seria importante, neste caso, definir com precisão o escopo do modelo, ou seja, determinar exatamente seu âmbito de validade. Se o modelo for considerado universalmente válido e interpretado como uma representação das condições reais, isso levará a equívocos fundamentais! Esses equívocos se tornam evidentes, no máximo, quando se realiza uma simulação CFD especializada e adequada.

5.2. As simulações CFD tornam os fluxos de ar visíveis!

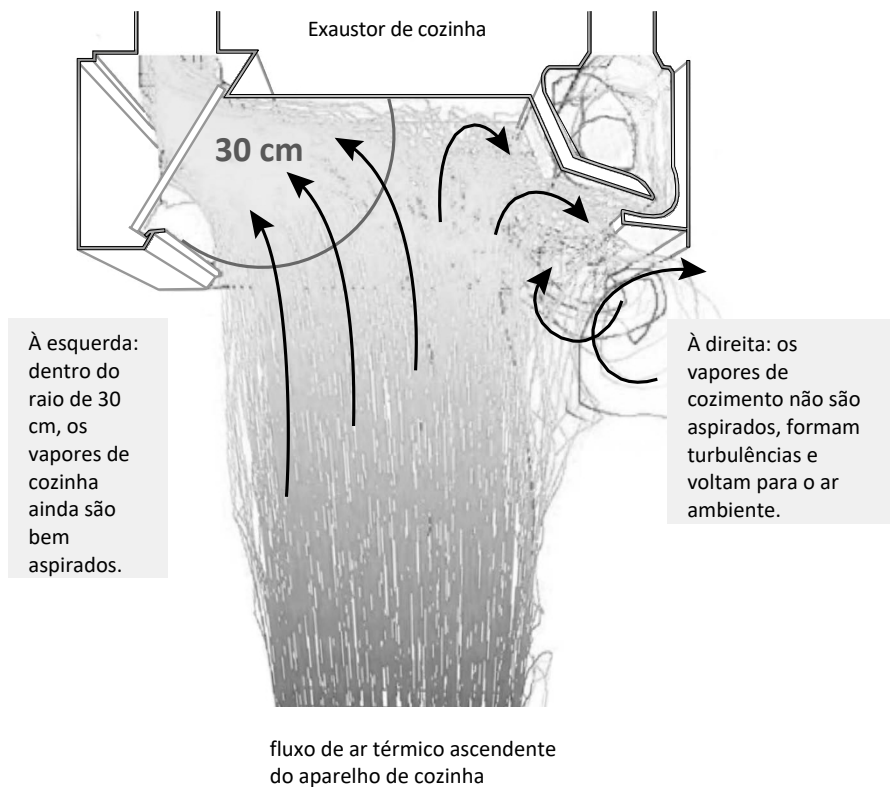
Simulações CFD bem elaboradas mostram todas as grandezas físicas de um fluxo de ar em toda a área. Assim, também é possível demonstrar e comprovar o funcionamento e a eficiência de um sistema de ventilação. No Capítulo 1, já demonstramos detalhadamente que as coifas de captação convencionais só conseguem extrair diretamente os vapores que sobem em uma área estritamente limitada ao redor do ponto de sucção. Já a uma distância de 50 centímetros dos filtros e do ponto de sucção, não é mais possível detectar, por meio de medições, qualquer sucção. Em uma simulação CFD, isso é muito fácil de identificar e, com base nos fluxos de ar, é possível constatar que os vapores também saem novamente do exaustor. Assim, os vapores e fluxos de ar inicialmente captados pelo exaustor escapam novamente e não são aspirados!

Equívoco

Em um exaustor, todos os vapores que sobem são aspirados.

Essa observação refuta a suposição do modelo de que todo o ar que flui do fogão para cima, em direção ao exaustor, é aspirado imediatamente ali. Já sabemos, pelos capítulos anteriores, como reagir a essa problemática e quais desenvolvimentos de produtos são necessários com base nessas descobertas.

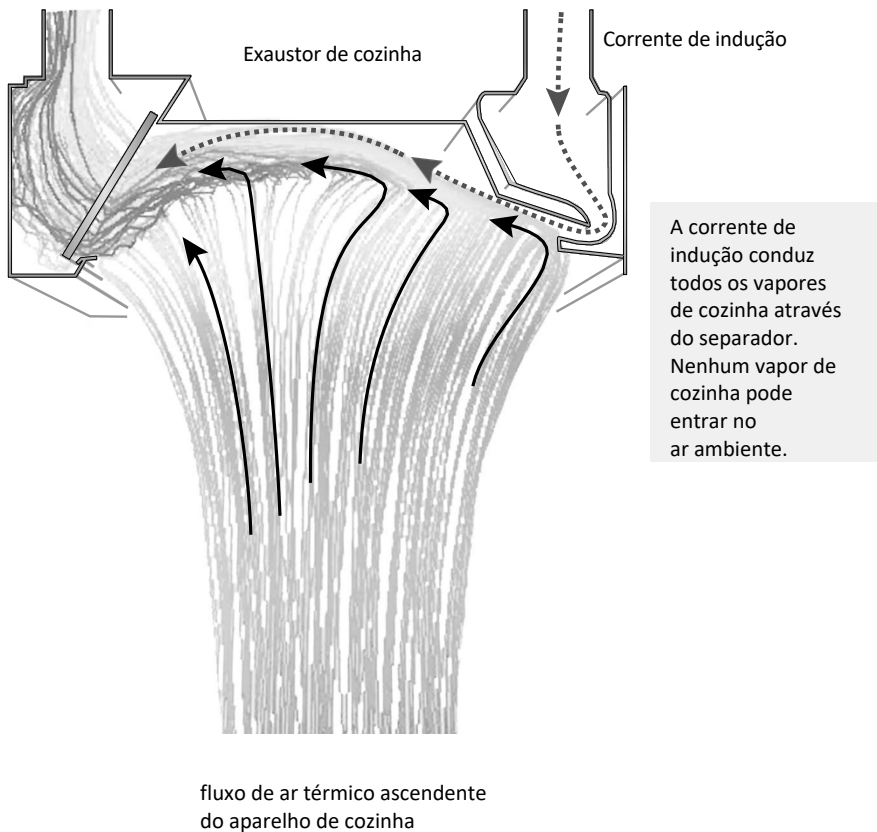
Imagem de fluxo CFD de um exaustor de cozinha sem corrente de indução



Nesta simulação CFD do fluxo de ar em um de nossos exaustores de cozinha, é possível observar claramente como, em condições de alta intensidade de cozimento, os vapores de cozinha fora do raio de exaustão formam turbulências e voltam para o ar da sala.

Figura 33

Imagem de fluxo CFD de um exaustor de cozinha com fogão de indução



A simulação CFD mostra a eficiência de um fluxo de indução.

Figura 34

Vemos, portanto, também neste capítulo, quantos equívocos existem atualmente na área de ventilação e purificação do ar. Já expliquei que, no passado, também ocorreram tais equívocos na REVEN GmbH. Para encerrar esta série, eis mais um exemplo:

Na indústria, não é incomum utilizar a chamada “técnica de ar de fonte” para introduzir ar fresco nos ambientes. Trata-se de uma introdução de ar fresco de baixa intensidade. Ou seja, o ar fresco geralmente flui para o ambiente a partir de chapas perfuradas finas, com baixa velocidade de fluxo. Esses sistemas de ventilação por difusão são ideais onde se exige o máximo conforto, pois a baixa velocidade do ar garante uma entrada de ar fresco silenciosa e sem correntes de ar. Idealmente, forma-se ainda o chamado fluxo em camadas. Nesse processo, o ar fresco não se mistura intensamente com o ar presente no ambiente; em vez disso, graças a essa introdução habilidosa, formam-se camadas no ar do ambiente, compostas tanto por ar fresco não consumido quanto por ar consumido ou poluído. No caso ideal, essas diferentes camadas de ar se influenciam e se interferem o mínimo possível. Como isso pode ser implementado na prática? Muitos fabricantes resolvem o problema com belas “imagens coloridas” repletas de setas, semelhantes ao modelo da diretriz da VDI.

Nós também, na REVEN, sucumbimos há cerca de 20 anos aos equívocos decorrentes desse modelo. Projetamos novos produtos de entrada de ar nos quais chapas eram integradas em várias camadas. Tratava-se de chapas perfuradas, ou seja, chapas com milhares e milhares de pequenos orifícios. Estas servem para uniformizar o fluxo de ar.

Em nossa opinião, o fluxo de ar fresco deveria, assim, ser bem espalhado, de modo que “escorresse” de maneira uniforme e lenta para dentro do ambiente. É possível imaginar isso de forma semelhante a um chuveiro. Nele, um jato de água forte e concentrado proveniente da tubulação é distribuído uniformemente e sai do chuveiro sem grande pressão.

Exemplo prático: sistemas de ar difusor – nossa hipótese

Com base nesse princípio, desenvolvemos há cerca de 20 anos os sistemas de ar de fonte REVEN®, pois nossa equipe tinha 100% de certeza de que, a partir desses sistemas, apenas ar fresco distribuído de forma muito fina “escorreria” para o ambiente, formando ali um fluxo em camadas nitidamente separado do ar viciado, e que essas duas correntes de ar não poderiam se influenciar de forma alguma. Exatamente como nos diversos modelos mencionados anteriormente

: belas setas azuis que indicam como o ar de alimentação flui em linha reta para o ambiente e forma ali uma camada de ar fresco, sem interferir no ar viciado representado pelas setas vermelhas, para que este possa fluir sem obstruções para a coifa de captação e seja captado e aspirado diretamente ali.

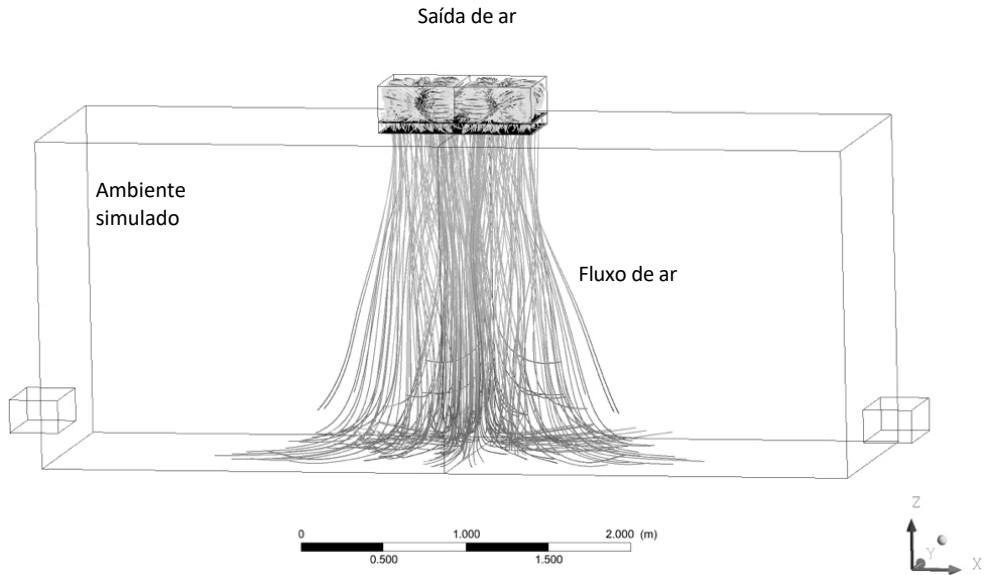
Exemplo prático: sistemas de ar de fonte – dúvidas

Ainda me lembro de quando, em 2017, apresentei nossos produtos de ar de fonte a um especialista da equipe espanhola de CFD da SCHAKO. Com a ajuda de várias imagens coloridas e legais com setas, expliquei a ele tudo o que nossos produtos de ar de entrada são capazes de fazer. Quando ele examinou nossa construção com atenção e analisou as plantas de projeto em questão, surgiram dúvidas que rapidamente abafaram meu otimismo. “Sven, precisamos simular isso e fazer medições; tenho minhas dúvidas se tudo é exatamente como você acabou de me explicar.” E o que posso dizer? Ele estava certo!

Exemplo prático: sistemas de ventilação – a realidade

Quando o técnico me mostrou suas primeiras análises de CFD, quase tive um choque. Logo após passar pela última chapa perfurada, o ar fresco que entrava se espalhava, formando exatamente o oposto de uma camada bem delimitada que flui diretamente do teto em direção ao piso. Eu mal conseguia acreditar no que estava vendo na análise CFD. Em seguida, o técnico examinou nossa antiga saída de ar de alimentação no laboratório de fluxos com métodos de medição e, com a ajuda de máquinas de fumaça, tornou visíveis os fluxos de ar. Esse exame mostrou o mesmo resultado que a análise CFD. A essa altura, ficou claro para mim também que nós, da REVEN, tínhamos nos enganado feio!

Análise CFD da nossa saída de ar



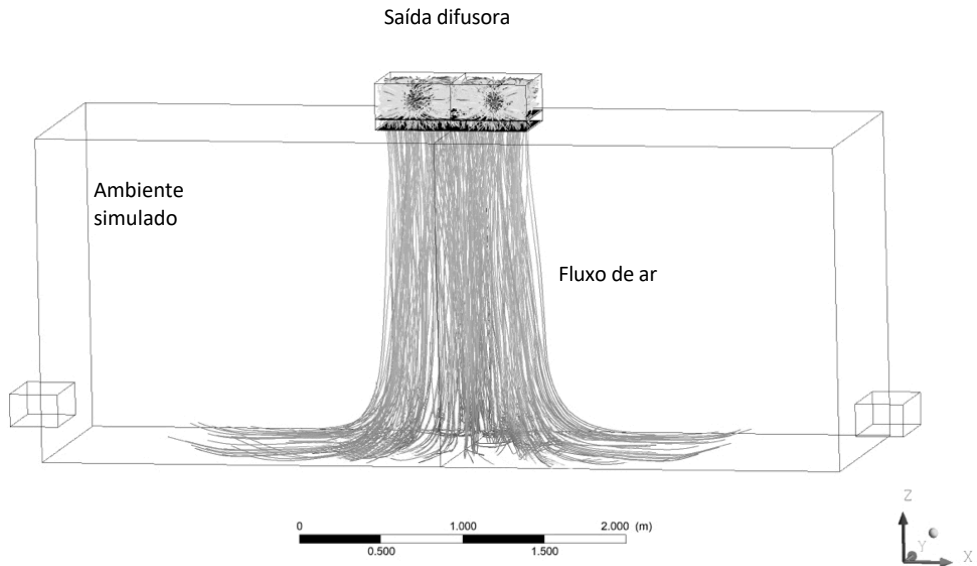
A simulação CFD mostra a dispersão do ar de alimentação que entra pelo teto.

Figura 35

Exemplo prático: sistemas de ventilação por difusores – a otimização graças à CFD

Fiel ao lema “Perigo reconhecido, perigo afastado”, começamos, em 2017, a fazer exatamente o que deveríamos ter feito desde o início. Otimizamos a eficiência de nossos produtos de ar de alimentação com o auxílio de simulações CFD e técnicas de medição, alcançando assim uma eficiência que se aproxima muito da imagem colorida com a seta azul apontando do teto em direção ao piso.

Otimização da saída de ar na fonte



A simulação CFD mostra como o ar de alimentação flui em linha reta do teto até o piso.

Figura 36

Mas, para alcançar esse perfil de fluxo, foram necessários cerca de 12 meses de trabalho, com inúmeras análises de CFD e simulações de fluxo. O resultado final foi um sistema de ar de alimentação realmente eficiente, sem nenhum equívoco. Muito obrigado à equipe de CFD da SCHAKO!

Representação do fluxo de ar visualizado em um sistema de alimentação de ar eficiente



No laboratório da SCHAKO, o ar de alimentação é tornado visível por meio de uma máquina de fumaça. É possível observar como o ar de alimentação injetado flui suavemente para baixo.

A otimização da saída de ar com o auxílio da análise CFD valeu a pena.

Figura 37

6. Como a poluição do ar ser medidos?



Há muitos anos, há consenso de que o ar poluído não é saudável. Durante a pandemia, aprendemos o quanto o ar contaminado por vírus pode ser perigoso para nossa saúde. Por isso, gostaria de listar aqui os fatores que podem contaminar ou poluir o ar. Entre os poluentes atmosféricos estão, entre outros:

1. vírus e bactérias

2. Partículas finas, esporos de fungos e pólen

3. Gases e vapores

Partículas e aerossóis

De acordo com informações da Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição do ar tem, em todo o mundo, os maiores impactos negativos sobre a saúde humana. Por isso, em 1987, foi definido nos EUA o chamado padrão PM. PM significa “Particulate Matter” (matéria particulada) e é a proporção de partículas sólidas ou líquidas no ar. Essas partículas sólidas ou líquidas são frequentemente componentes de aerossóis. Consequentemente, os aerossóis são uma mistura de ar e partículas. Também nesse caso, há frequentemente equívocos e os termos são confundidos.

Equívoco

Aerossol é outra palavra para partícula.

A partícula suspensa no ar, por si só, ainda não é um aerossol; este só se forma em combinação com o ar circundante. A designação PM10 define, portanto, a presença de partículas minúsculas no ar com diâmetro de 10 micrômetros (0,01 milímetro) ou menor. Em comparação, um fio de cabelo humano tem um diâmetro de aproximadamente 50 a 80 micrômetros (0,05 a 0,08 mm). É importante observar que essas partículas PM10 em suspensão podem consistir tanto em grãos de poeira sólidos quanto em pequenas gotículas líquidas de óleo. Em termos simples, isso significa que um aerossol é sempre composto por gás — na maioria das vezes, ar — e por uma partícula sólida ou líquida que fica em suspensão no ar.

Tamanho e composição de um aerossol

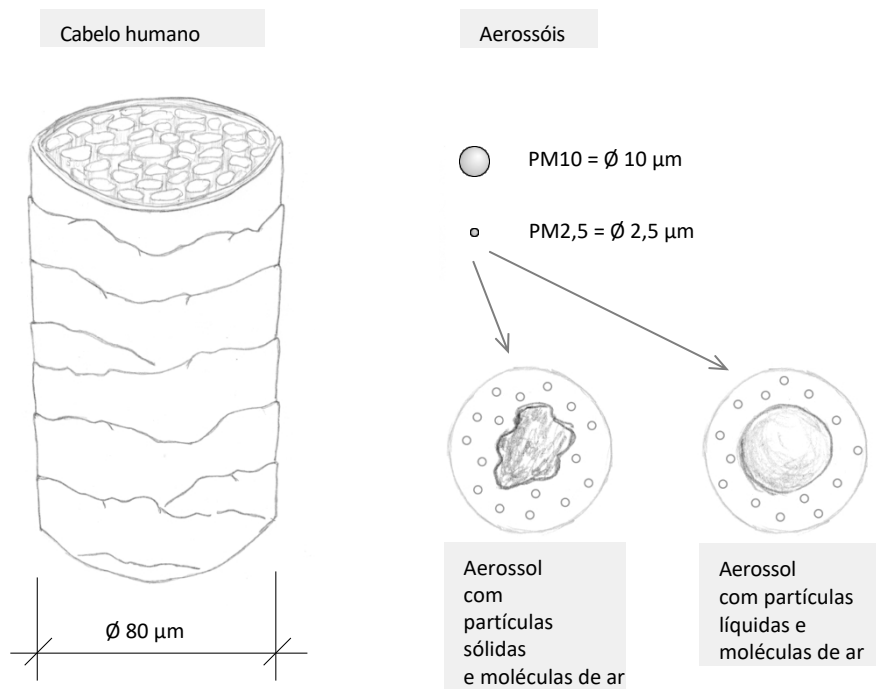


Figura 38

As designações PM_{10} ou $\text{PM}_{2,5}$ referem-se ao tamanho das partículas. O número indica o diâmetro em micrômetros. Mais uma vez, é preciso ter cuidado para evitar mal-entendidos!

Equívoco

Com base nas especificações de PM, é possível deduzir a forma e o tamanho reais de uma partícula.

A indicação de um diâmetro pressupõe, na verdade, a geometria de uma esfera. Mas como isso pode ser? Será que os grãos de poeira, os grãos de areia, os vírus e todos os demais poluentes atmosféricos têm sempre a geometria de uma esfera? Claro que não! Muitas vezes, essas partículas têm uma forma totalmente diferente!

Correspondência dos valores de PM às partículas individuais

Mas como, então, todas essas partículas podem ser definidas por um diâmetro PM₁₀, PM_{2,5} ou PM₁? Isso é possível com a ajuda de um truque: basta comparar as partículas reais, que têm uma geometria qualquer, com partículas que possuem geometria esférica e apresentam no ar o mesmo comportamento que as partículas reais. Nesse processo, leva-se em consideração, por exemplo, o comportamento de fluxo, mas também o comportamento de difusão e a densidade das partículas. Analisa-se qual partícula de geometria esférica apresenta, em relação a esses pontos, o mesmo comportamento que a partícula real. A partícula esférica com o mesmo comportamento de fluxo e difusão pode, assim, ser definida como PM₁₀, PM_{2,5} ou PM₁. O diâmetro determinado dessa forma é também denominado, na ciência, de diâmetro aerodinâmico.

Tipos, formas e tamanhos das partículas

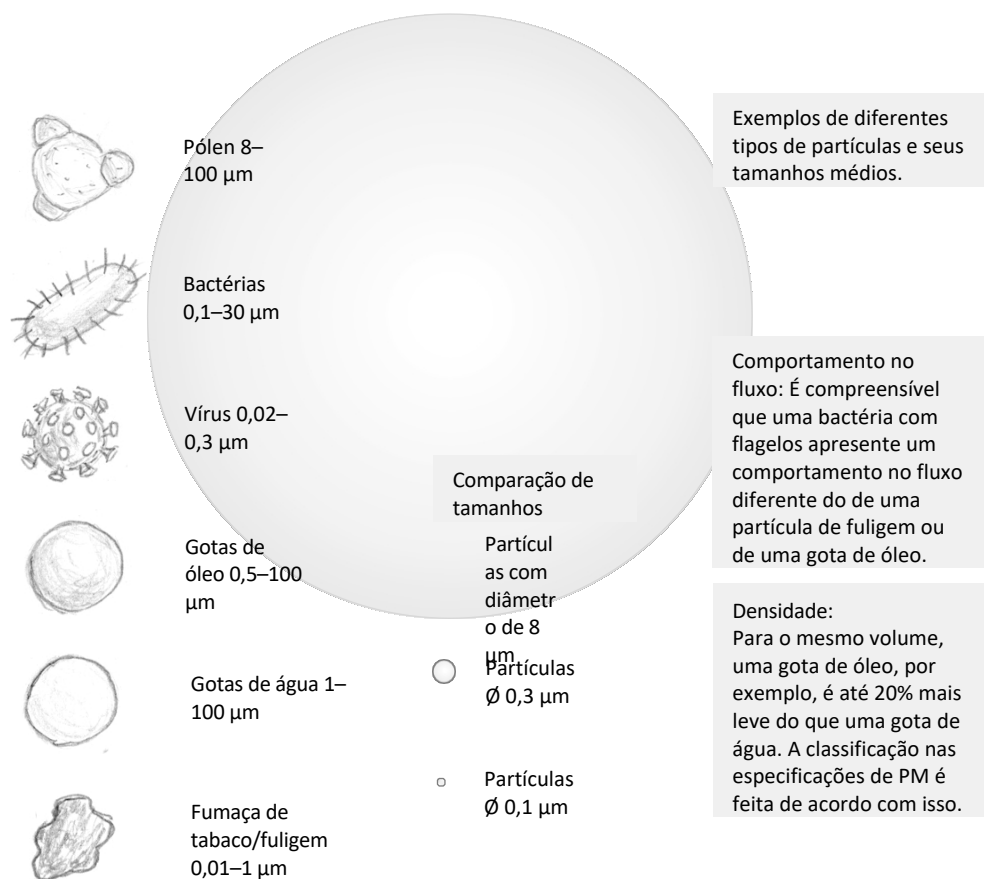


Figura 39

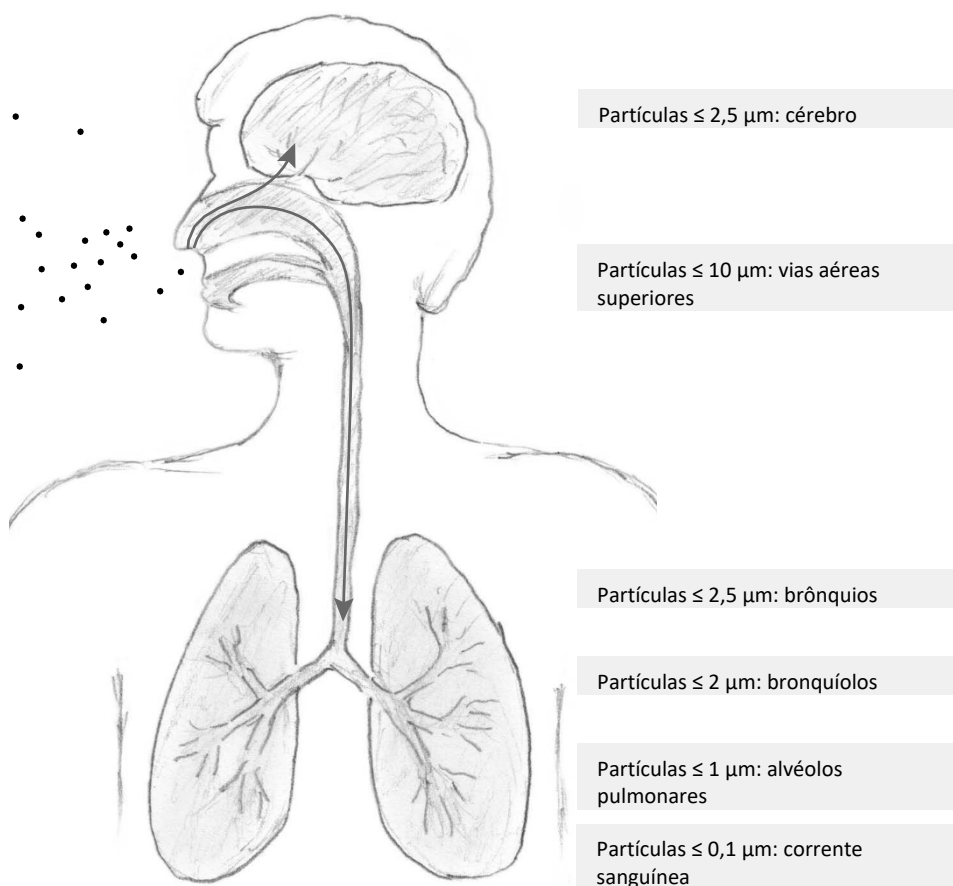
Partículas PM10 podem ser inaladas

Quando, em 1987, foram definidas normas para a poluição do ar nos EUA, começou-se inicialmente a investigar a poluição atmosférica na faixa de PM10, ou seja, por partículas com diâmetro de 10 micrômetros ou menos. Por que nessa faixa de tamanho? Porque partículas desse tamanho, ao serem inaladas, não são mais filtradas nem retidas na boca e no nariz. Elas chegam aos pulmões.

As partículas de PM2,5 chegam até os alvéolos pulmonares

Entretanto, essa faixa foi restringida ainda mais para PM2,5. Também aqui a proteção à saúde desempenhou um papel decisivo: partículas menores que 2,5 micrômetros podem penetrar até nossos alvéolos pulmonares. Se a poluição do ar consegue penetrar até o interior do nosso corpo, dá para imaginar quais efeitos negativos ela pode ter sobre nossa saúde.

Absorção de partículas pela inalação



Já está bem comprovado que as partículas PM10 podem causar danos nas vias respiratórias superiores e as partículas PM2,5, nas vias respiratórias inferiores. De acordo com estudos recentes, partículas menores que $2,5 \mu\text{m}$ possam chegar diretamente ao cérebro através do nervo olfativo ou da corrente sanguínea e, ali, prejudicar o desempenho.

Figura 40

Recentemente, um dos meus entrevistados resumiu isso da seguinte forma no meu novo podcast “Luftpost”:

“O que respiramos em ambientes fechados durante a produção são, muitas vezes, substâncias que não pertencem ao nosso corpo e que nem deveriam entrar nele!”

Mas também nesse aspecto há grandes equívocos na área de ventilação e purificação do ar!

6.1. O equívoco em relação à qualidade do ar em ambientes fechados

Depois de mais de duas décadas atuando em nosso setor, ainda é um mistério para mim por que existem equívocos tão graves em relação à qualidade do ar em ambientes fechados. Por razões inexplicáveis, as pessoas sempre partem do princípio de que o ar que as rodeia em ambientes fechados é de qualidade aceitável e não apresenta poluição significativa.

Equívoco

A qualidade do ar em ambientes internos é, na maioria das vezes, inofensiva.

Há mais de uma década que nos dedicamos a esclarecer as pessoas sobre esse tema, mas quase não somos ouvidos. Muitas vezes nos deparamos com rostos surpresos, que revelam que as pessoas não acreditam muito no que dizemos! Por que isso acontece? Sobre o que queremos esclarecer? No fundo, trata-se de uma questão bastante simples: a forma como se lida com a poluição do ar nas grandes cidades alemãs em comparação com a forma como se lida com a poluição do ar em ambientes fechados.

Medição de partículas finas nas grandes cidades

Em nossas grandes cidades, fala-se em poluição do ar e considera-se a proibição de circulação de veículos quando o limite de 50 para partículas finas PM10 é ultrapassado por um período prolongado. Para determinar esses valores, mede-se, em um ponto de medição na cidade, quantas partículas finas PM10 estão contidas em um metro cúbico de ar.

Explicando de forma simples: tem-se um volume de ar de um metro cúbico de ar urbano e, com o auxílio de tecnologia de medição adequada, é possível medir quantas partículas de poluição fina com diâmetro de 10 micrômetros ou menos estão contidas nesse metro cúbico de ar urbano. A partir do diâmetro da partícula, é possível calcular seu volume; com a densidade, determina-se seu peso; e, a partir do número medido, calcula-se o peso total de poluentes em um metro cúbico de ar urbano. Esse peso total é expresso em microgramas.

Importância da qualidade do ar ao ar livre



A crescente importância da qualidade do ar pode ser percebida na lista detalhada de poluentes apresentada nos aplicativos meteorológicos atuais. São exibidos os valores atuais da cidade selecionada — acompanhados de uma explicação sobre os efeitos que os poluentes podem causar.

Exemplo:
Stuttgart, em 14
de julho de 2023
às 16h05 **PM10:**

25 µg/m³ PM_{2.5}: 10

µg/m³

Figura 41

Limites atuais de poluição do ar em ambientes externos

Se, por exemplo, o peso total for de 20 microgramas, trata-se, de acordo com os padrões da OMS, de um nível baixo de poluição do ar e, portanto, de uma qualidade do ar aceitável. Assim, por exemplo, a Diretiva sobre Partículas Finas da UE estabelece que o valor médio diário de partículas finas PM10 seja de 50 microgramas por metro cúbico de ar urbano e que esse valor possa ser excedido em, no máximo, 35 dias por ano.

Esforços globais para reduzir os limites

Atualmente, estão em andamento discussões e esforços em todo o mundo para reduzir ainda mais esses limites, por exemplo, para 40 microgramas de partículas finas por metro cúbico. Além disso, a maior atenção dada às partículas PM2,5 em vez das partículas PM10 está ganhando cada vez mais destaque mundialmente. Isso quanto à situação nas grandes cidades.

Poluição do ar em ambientes fechados

E como fica a situação em ambientes internos, em comparação? Ou seja, em ambientes onde, por exemplo, se cozinha ou onde máquinas-ferramentas modernas usinam peças metálicas.

Exemplo prático: medições em ambientes internos

Nós, da REVEN GmbH, medimos regularmente a poluição do ar em ambientes internos. Como fazemos isso? Exatamente com a mesma tecnologia de medição e os mesmos procedimentos descritos anteriormente para as medições em centros urbanos. Medimos o número de partículas poluentes em um metro cúbico de ar ambiente, por exemplo, em uma fábrica ou na cozinha de um grande hotel.

O resultado obtido dessa forma indica um índice de qualidade do ar de, por exemplo, 10.000, 50.000 ou 100.000. São ordens de magnitude totalmente diferentes das encontradas nas cidades! Já tivemos até que apresentar aos nossos clientes um resultado de medição de 500.000! Isso significa que, em um metro cúbico de ar ambiente, há até 500.000 microgramas de partículas poluentes! E isso realmente não é raridade em instalações de produção!

Recomendações oficiais de limites para a indústria de máquinas

Ao analisar as diretrizes e normas relevantes, fica claro que níveis tão elevados de contaminação não são raridade. Assim, para a indústria de máquinas, as diretrizes oficiais estabelecem a seguinte recomendação:

Para lubrificantes de resfriamento miscíveis em água utilizados na usinagem de metais, bem como no processamento de vidro e cerâmica, é indicado um valor-limite de 10 miligramas dessas substâncias em um metro cúbico de ar ambiente, da mesma forma para lubrificantes de resfriamento não miscíveis em água com ponto de inflamação inferior a 100 graus Celsius.

Esses 10 miligramas correspondem a um índice de qualidade do ar de 10.000 nas grandes cidades! Se tal valor fosse medido durante uma semana no centro de Stuttgart, provavelmente nenhum carro mais circularia por lá durante o dia e todos os meios de comunicação do país noticiariam o fato.

Comparação dos valores-limite de partículas poluentes (PM10)

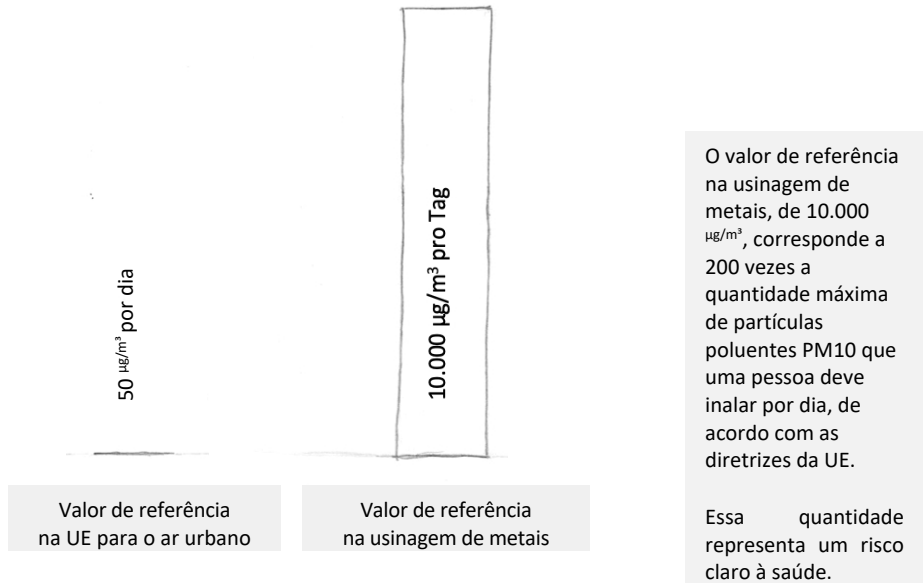


Figura 42

Por outro lado, se essa poluição do ar for medida em uma fábrica de engenharia mecânica ou na cozinha de um hotel, praticamente ninguém se importa. Nem mesmo os representantes desses setores dedicam muita atenção ao assunto. Muito pelo contrário — mesmo sabendo que não é correto, essas condições são silenciadas, pois eliminá-las custaria dinheiro.

Importância do resultado da medição para os trabalhadores

Mais uma vez, vale lembrar: a Diretriz da UE sobre partículas finas estabelece que a média diária de partículas PM10 deve ser de 50 microgramas por metro cúbico de ar urbano e só pode ser ultrapassada em, no máximo, 35 dias por ano.

Se forem medidos os 10 miligramas mencionados acima em uma fábrica de engenharia mecânica, isso significa, para os trabalhadores dessa fábrica, que eles terão de trabalhar em cerca de 200 dias úteis por ano com uma exposição máxima de 10.000 microgramas de poluentes.

Conclusão com base na prática

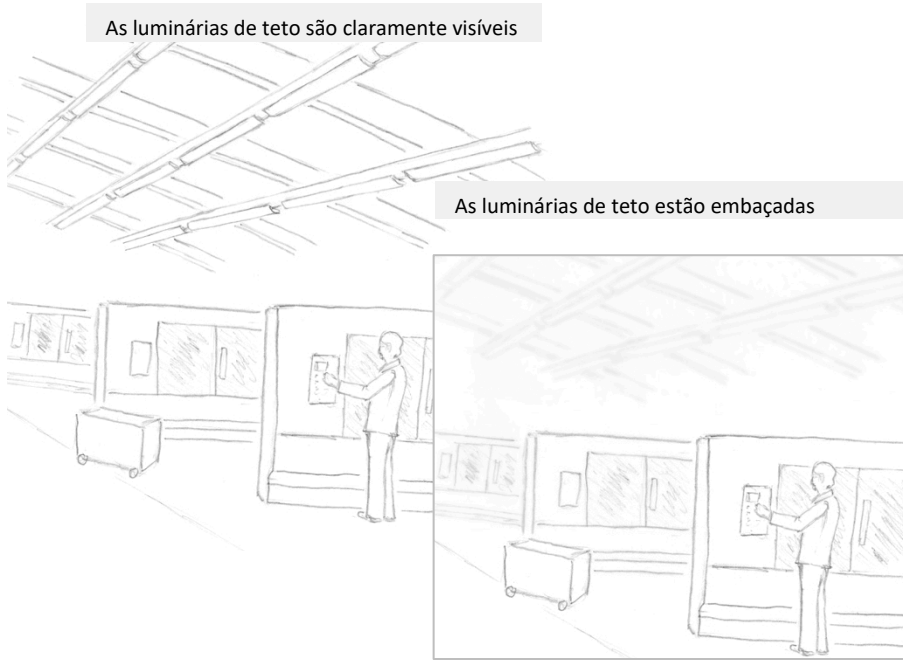
Nos últimos 20 anos, realizamos milhares e milhares de medições de poluição do ar em ambientes internos em todo o mundo. Nesse processo, visitamos instalações de produção de todos os tipos, onde são fabricados os mais diversos produtos com os mais variados materiais. Em todas as nossas medições, porém, observamos repetidamente o seguinte:

Sempre que o ar era visível, medimos mais de 10.000 microgramas de poluentes no ar em um metro cúbico de ar interno.

Um método simples para avaliar a qualidade do ar

No futuro, você mesmo poderá avaliar a qualidade do ar! Se você estiver em uma sala de produção — seja na cozinha de um hotel, seja em uma unidade da indústria de alimentos ou de engenharia mecânica — e perceber que o ar não parece mais límpido, mas sim mais parecido com a neblina matinal de outono, então há uma contaminação do ar de pelo menos 10.000 microgramas por metro cúbico. A maneira mais simples de verificar isso é olhando na direção da iluminação da sala! Se você enxergar a luminária com contornos nítidos e claros e o ar ao redor dela for invisível, então está tudo bem. No entanto, assim que você não conseguir mais enxergar a luminária com clareza, pois se forma uma névoa difusa ao redor dela, pode ter certeza de que o índice de qualidade do ar nessa sala está em torno de 10.000!

Avaliação simples da qualidade do ar



Se as luzes do teto em uma sala não forem claramente visíveis, o nível de poluição do ar é muito alto e chega a cerca de $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 43

Discrepância entre a avaliação da qualidade do ar em ambientes externos e internos

Essa comparação com a poluição do ar, tema tão debatido nos centros das cidades alemãs, revela a discrepância que causa espanto e incompreensão quando se trata do ambiente interno. Muitas vezes nos perguntam como essas diferenças podem ser justificadas.

Em nossa opinião, elas simplesmente não têm justificativa. Todas as tentativas de explicação por parte dos responsáveis não passam de desculpas esfarrapadas para evitar investimentos urgentemente necessários.

Simplesmente ninguém está “ciente” dos riscos que isso acarreta para todos os envolvidos. Concentrações de micropartículas que, em ambientes externos, são consideradas gravemente prejudiciais à saúde, são consideradas aceitáveis em ambientes internos quando atingem 200 vezes essa quantidade? Quem assumirá a responsabilidade por esse risco no futuro?

É necessária uma mudança de mentalidade entre os fabricantes de sistemas de ventilação

Nós também, fabricantes de sistemas de ventilação e purificadores de ar, precisamos enfrentar essa problemática! Por quê? Porque também em nosso setor existem centenas de fabricantes de sistemas de ventilação para cozinhas comerciais ou empresas de engenharia mecânica que nem sequer dispõem da mais simples tecnologia de medição para, sequer minimamente, medir e analisar tais poluições do ar.

Ao mesmo tempo, porém, eles oferecem produtos para purificação do ar que visam ventilar os ambientes e livrar o ar interno de substâncias nocivas.

A norma de ventilação para cozinhas DIN EN 16282

Para sistemas de ventilação de cozinhas comerciais, existe atualmente uma “norma de ventilação para cozinhas”, a DIN EN 16282, válida em quase toda a Europa. Ela exige que, em cozinhas industriais, todas as substâncias nocivas sejam captadas, aspiradas e, em seguida, separadas do fluxo de ar de exaustão, conforme aprendemos nos capítulos anteriores.

Se ambos os processos forem bem-sucedidos — ou seja, a captação e a aspiração, bem como a separação das substâncias nocivas do fluxo de ar de exaustão —, teremos

- a) um sistema de ventilação realmente bom, moderno e eficiente e
- b) uma boa qualidade do ar com níveis muito baixos de poluentes nos ambientes.

Falta de verificação da implementação

Agora, minha pergunta para vocês: em quantas cozinhas comerciais recém-instaladas vocês acham que o cumprimento da norma é verificado no momento da entrada em operação? Com a mesma frequência com que se verifica o consumo de combustível indicado em veículos novos? Ou com a mesma frequência com que se verifica o consumo de energia em novas bombas de calor?

Em cada 1.000 sistemas de ventilação de cozinhas comerciais recém-instalados, isso é verificado em menos de dez!

Exemplo prático

Já presenciei várias vezes que concorrentes do mercado nos procuraram quando um proprietário insistiu nessa verificação e nos pediram para realizar as medições por eles, já que eles próprios não dispõem da tecnologia de medição necessária!

Ozônio – um exemplo de poluição do ar por gases

No caso da poluição do ar por gases, temos uma situação muito semelhante e observamos aqui também o mesmo fenômeno. Gostaria de ilustrar isso usando o ozônio como exemplo. Já abordamos o potencial de risco do ozônio no Capítulo 4. O limite para o ozônio em ambientes internos continua fixado, em muitos países da Europa, em no máximo 200 microgramas por metro cúbico de ar ambiente. Esse também era o limite vigente na Alemanha até então, mas que, entretanto, foi revogado. Na Suíça, porém, esse limite ainda existe. De acordo com os critérios de classificação para substâncias cancerígenas da Comunidade Alemã de Pesquisa (DFG), o ozônio é classificado como uma substância ainda insuficientemente estudada, mas suspeita de causar câncer em seres humanos.

Aplicativo meteorológico com altos níveis de ozônio no ar externo



No aplicativo de previsão do tempo, os valores mais altos de poluentes são listados em primeiro lugar. No topo da lista está o ozônio, com um valor de $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Essa concentração excede a média recomendada para 8 horas pela OMS (ver Fig. 29).

Exemplo de Hoyerswerda em 20 de agosto de 2023 às 9h55

O_3 : $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 44

Ozônio – valores-limite em ambientes externos

O Instituto Federal do Meio Ambiente fornece informações sobre o valor-limite em áreas externas e os riscos à saúde. O órgão alerta que o ozônio no ar pode causar redução da função pulmonar, reações inflamatórias nas vias respiratórias e sintomas respiratórios. É válido um

valor-limite de 180 microgramas de ozônio por metro cúbico de ar urbano. Esse valor é denominado “limite de informação”. Se a concentração ultrapassar esse valor, recomendações de conduta e alertas são divulgados à população por meio da mídia. Quando a concentração atinge 240 microgramas de ozônio por metro cúbico de ar urbano, o limite de alarme é ultrapassado e o alarme é acionado. Além disso, é importante observar que os níveis de ozônio em áreas externas não podem ultrapassar 120 microgramas por metro cúbico de ar urbano, em média ao longo de oito horas, em no máximo 25 dias do ano civil.

Ozônio – valores-limite na área de ventilação de cozinhas

Atualmente, porém, especialistas na área de ventilação de cozinhas ainda indicam um valor-limite admissível de 20.000 microgramas de ozônio por metro cúbico de ar. Essa informação também tem origem na norma europeia DIN EN 16282, um conjunto de regras no qual muitas associações industriais nacionais também participaram. Mal-intencionado é quem pensar mal disso!

Nessa norma, pode-se verificar que a concentração de ozônio no ar de exaustão de uma cozinha comercial não deve exceder 10 ppm. Com uma pressão atmosférica de 1.013 hectopascals e uma temperatura de 20 graus Celsius, esses 10 ppm de ozônio indicados correspondem quase exatamente a um valor-limite de 20.000 microgramas de ozônio por metro cúbico de ar (ver Fig. 29).

Ozônio – discrepâncias que falam por si mesmas

Acredito que também as diferenças apresentadas neste exemplo na avaliação da qualidade do ar em ambientes internos e externos falem por si mesmas e não precisem de maiores explicações. Na verdade, também neste caso deveria ficar claro para todos o que deve ser feito: evitar completamente a formação de ozônio, seja em ambientes internos ou externos!

No entanto, para atingir esse objetivo, a poluição do ar precisa ser registrada e analisada por meio de técnicas de medição. Falaremos mais sobre como isso pode ser feito a seguir.

6.2. As medições de partículas tornam a poluição do ar visível!

Com qual técnica de medição é possível medir poluentes no ar? Com qual técnica de medição é possível comprovar a eficiência de um sistema de ventilação? Na verdade, isso não é complicado e já foi descrito no capítulo 3. Para a determinação exata da concentração de poluentes no ar, recomenda-se

- a) a técnica de medição de partículas e aerossóis e
- b) um detector de ionização por chama (FID)

Já descrevemos detalhadamente os medidores FID no Capítulo 3. Os medidores de partículas e aerossóis são, há muito tempo, o padrão de referência para salas limpas. Há décadas que não existe mais nenhuma sala de cirurgia em hospitais nem nenhuma sala de produção de microprocessadores em que, durante a colocação em operação do sistema de ventilação, não sejam utilizados contadores de partículas para comprovar o funcionamento. Basicamente, o que se faz é simplesmente comprovar que o ar interno de uma sala limpa desse tipo é realmente puro e livre das menores partículas. É para isso que serve o contador de partículas.

Como as partículas são medidas

Os contadores de partículas podem analisar, por meio de um sistema óptico complexo e com o auxílio de feixes de laser, se há partículas minúsculas no ar ambiente. Nesse processo, o número de partículas é contado e, ao mesmo tempo, o tamanho das partículas é examinado, ou seja, seu diâmetro aerodinâmico é determinado.

Contador de partículas portátil

Contador de partículas móvel, alimentado por bateria, com medição por luz difusa e registro de dados para medição em tempo real de massas de aerossóis

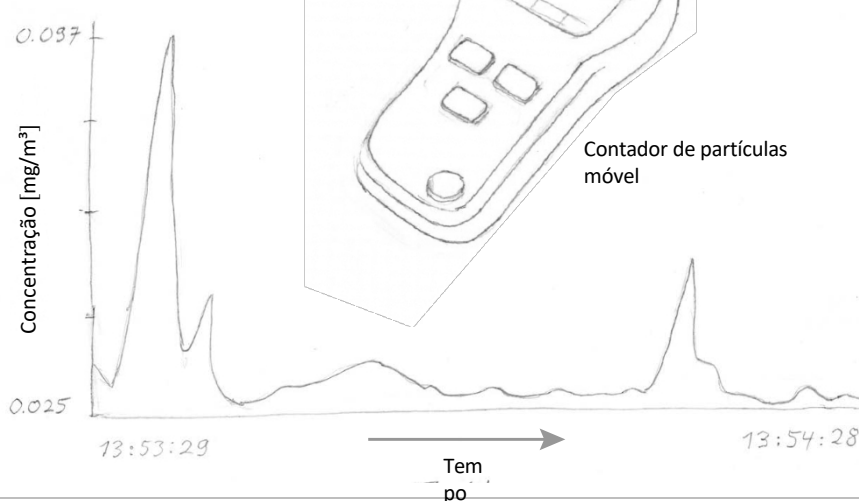


Figura 45

A técnica de medição de partículas deve ser adaptada à situação

Assim como em salas limpas, também é possível analisar o ar ambiente e determinar a presença de partículas em instalações de produção, cozinhas comerciais ou fábricas de engenharia mecânica. Em princípio, trata-se exatamente do mesmo procedimento, porém com uma grande e importante diferença:

O número de partículas difere enormemente em comparação com as salas limpas! Enquanto nas salas limpas o objetivo é verificar se há ou não partículas PM₁₀ no ar ambiente, no ar de uma cozinha ou instalação de produção mede-se o número de partículas presentes em um metro cúbico de ar ambiente. Nesse caso, trata-se frequentemente de

dez mil vezes maior ou até mais do que em uma sala limpa! Os contadores de partículas devem ser adaptados a essas condições, ou seja, deve-se selecionar a técnica de medição correta.

Exemplo prático: medição de partículas por diluição do ar

Quando, há 25 anos, realizamos as primeiras medições de partículas em ambientes com níveis tão elevados de contaminação, tentamos utilizar medidores de partículas convencionais, já que, na época, praticamente não havia tecnologia de medição mais adequada. Como se pode imaginar, essas primeiras medições muitas vezes não eram válidas, não eram rastreáveis e apresentavam qualidade muito baixa, pois os contadores de partículas estavam completamente sobrecarregados pelas altas concentrações de partículas. Uma primeira abordagem para melhorar a situação foi a diluição controlada do ar a ser analisado. Ou seja, por meio de estágios de diluição adequados, o ar a ser analisado era diluído, por exemplo, 1.000 vezes com ar puro e livre de partículas. Esse ar diluído era então medido com contadores de partículas convencionais e o resultado era extrapolado pelo fator 1.000. O desenvolvimento simultâneo dos contadores de partículas garantiu que, posteriormente, os aparelhos se tornassem menos sensíveis a concentrações muito elevadas de partículas e que os resultados das medições se tornassem cada vez mais precisos.

Aparelhos modernos garantem medições exatas

Os contadores de partículas atuais são capazes de analisar até mesmo o ar ambiente altamente contaminado com a mesma precisão com que estamos acostumados há décadas em salas limpas. O setor precisa simplesmente querer essa medição precisa e estar disposto a investir em tecnologia de medição moderna.

São realizadas poucas medições

Atualmente, no mercado de ventilação de cozinhas de língua alemã, há apenas um punhado de fabricantes que utilizam essa tecnologia de medição durante a colocação em operação de novos sistemas de ventilação.

Infelizmente, não se trata de um mal-entendido!

O funcionamento ideal dos sistemas de ventilação é simplesmente dado como certo, sem comprovação por meio de medições.

O funcionamento impecável de um sistema de ventilação, a eficiência na captação e extração, bem como a separação e filtragem de substâncias nocivas do fluxo de ar — tudo isso é tacitamente pressuposto e dado como certo. Seguindo o lema: “de alguma forma vai dar certo e ficar tudo bem”. Na maioria das vezes, não se quer saber realmente se é assim que as coisas são, e muito menos se busca transparência por meio de análises e documentação.

Para alcançar a qualidade ideal do ar, a tecnologia de medição é imprescindível

Já explicamos detalhadamente nos capítulos anteriores o quão complexas são, na verdade, as tarefas da tecnologia de ventilação, como a captação e a extração, a filtragem e a separação, bem como a renovação com ar fresco. Por esses motivos, a tecnologia de medição é imprescindível para comprovar que o ar interno está realmente livre de substâncias nocivas. Não há desculpa para não utilizar essa tecnologia de medição regularmente.

Ausência de comprovantes de medição em purificadores de ar com ozônio

Da mesma forma, com equipamentos de medição adequados, gases perigosos como o ozônio também podem ser detectados por meio de técnicas de medição. Mas, mesmo nesse caso, observa-se a mesma postura que na técnica de medição de partículas descrita acima: entre os milhares de fornecedores de purificadores de ar com ozônio, dificilmente você encontrará um que possa lhe fornecer, por meio de tecnologia de medição adequada, uma comprovação de que seus produtos não causam mais danos do que benefícios devido ao ozônio gerado.

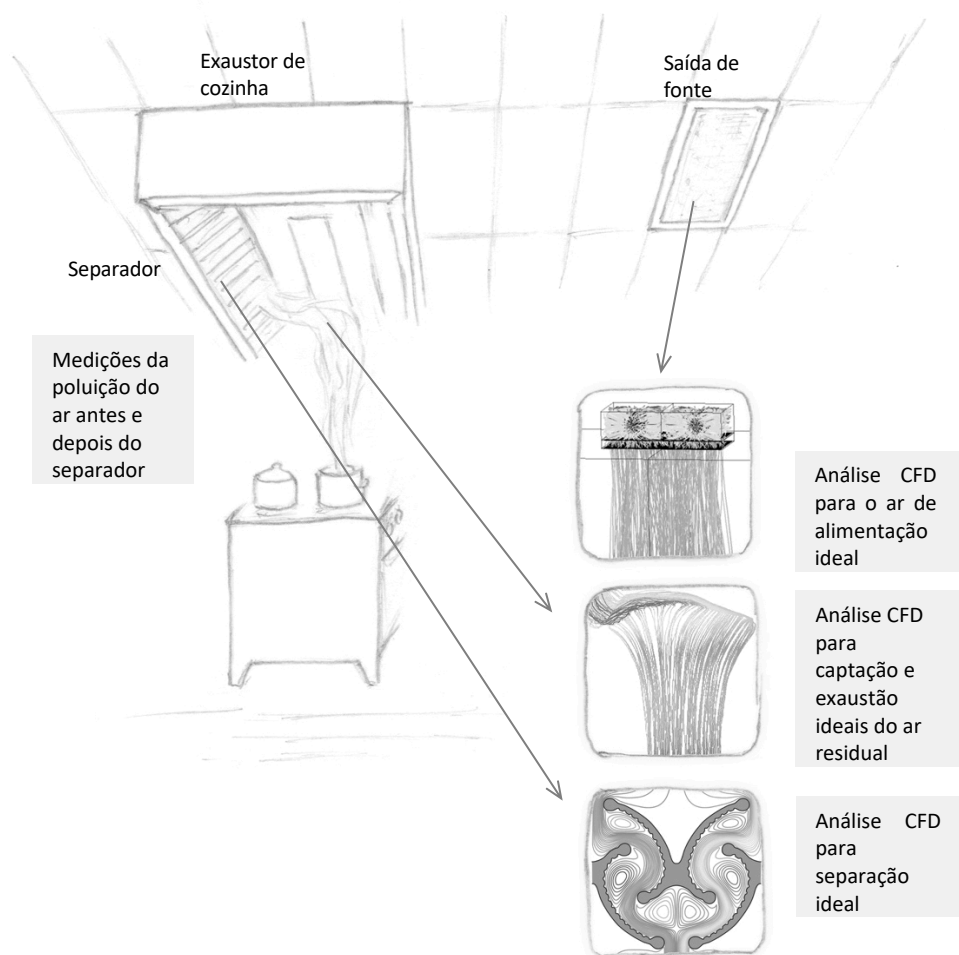
A tecnologia de ventilação séria tem base científica

Assim como nos capítulos anteriores, fica claro mais uma vez que o desenvolvimento sério de produtos na área de ventilação e purificação do ar pressupõe uma abordagem com base científica. Promessas grandiosas em folhetos publicitários com design atraente podem, com demasiada frequência em nosso setor, levar a acreditar no contrário. É fundamental que você permaneça atento e questione tais promessas.

Conclusão

Espero que, com minhas orientações, tenha conseguido sensibilizá-lo para esse tema e fornecer algumas informações interessantes. Agora, o ciclo se fecha — desde a captação e exaustão eficientes no Capítulo 1 até a técnica de medição adequada para determinar a eficiência da tecnologia de ventilação e purificação do ar no Capítulo 6, discutimos tudo.

Técnica de ventilação com base científica



A funcionalidade do sistema de ventilação de cozinhas é verificada e otimizada na Rentschler REVEN por meio de métodos cientificamente fundamentados.

Figura 46

Considerações finais

Você já leu todos os capítulos deste livro, que foram originalmente extraídos do nosso podcast “Equívocos na Tecnologia de Ventilação e Controle da Qualidade do Ar”. Espero ter conseguido lhe dar algumas ideias. Recentemente, um concorrente criticou o conteúdo do podcast. Ele afirmou que o material era muito superficial e que esperava mais de mim. Como já mencionei em outra ocasião, meu objetivo era tornar os temas relacionados à tecnologia de ventilação e purificação do ar facilmente acessíveis e, na medida do possível, envolventes. Não pretendia escrever um artigo científico. Os temas do nosso setor de ventilação são, em geral, temas de nicho, pelos quais o grande público não se interessa. Por isso, era importante para mim explicar os equívocos de forma simples e compreensível, mesmo para quem não é da área. Espero ter conseguido isso.

Com base nesse podcast, escrevemos este livro. Ele contém, além disso, muitas ilustrações interessantes para reforçar visualmente as informações apresentadas.

É importante para mim tornar nosso setor atraente para as novas gerações, pois a qualidade do ar é um tema importante e continuará sendo no futuro. Por isso, devemos abordar o assunto com cuidado e senso de responsabilidade.

Meus colegas da área de vendas levarão este livro consigo daqui para frente e terão prazer em lhe entregar um exemplar para esclarecer os diversos temas, caso você discuta com eles novos projetos, novos processos e novos planos. Pois queremos que nossas tecnologias e nossos produtos sejam compreendidos!

Como agradecimento aos ouvintes do nosso podcast, estamos oferecendo o livro recém-lançado gratuitamente.

Paralelamente ao nosso projeto do livro, agora também temos um novo podcast. Ele se chama “Luftpost”.



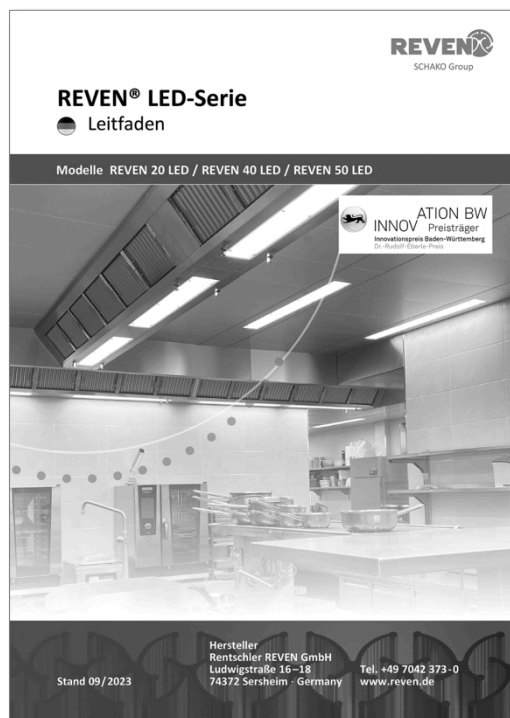
Essa nova série de podcasts trata do ar saudável. Apresento pessoas e empresas que se dedicam aos temas da purificação do ar e da tecnologia de ventilação. Nela, entrevistamos atores dos mais diversos setores e discutimos tecnologias. Escolhi esse título por causa da associação que o termo evoca. Antigamente, notícias e comunicados eram frequentemente enviados por correio aéreo. Quero transmitir notícias atuais sobre o tema do ar limpo e do meio ambiente saudável no meu podcast “Luftpost”.

Você pode encontrá-lo no link reven.news/luftpost; os primeiros episódios já estão online.

Caso você faça parte do setor de ventilação ou de controle da poluição do ar, teremos o maior prazer em produzir juntos um episódio do podcast. Estou à disposição para ir até você. Basta entrar em contato comigo pelo e-mail marketing@reven.de.

Conteúdos interessantes da REVEN

O guia para luminárias LED



Muitas vezes subestima-se a importância de uma boa iluminação para o uso de um ambiente.

Especialmente em cozinhas comerciais, a iluminação correta é de grande importância. Por isso, durante o planejamento, aspectos como luminosidade, contraste e cor devem ser considerados e levados em conta. É aqui que nosso gerenciamento de iluminação oferece grandes vantagens.

Neste guia sobre LED, explicamos quais fatores são importantes para uma boa iluminação e como as luminárias LED REVEN® atendem a esses requisitos.

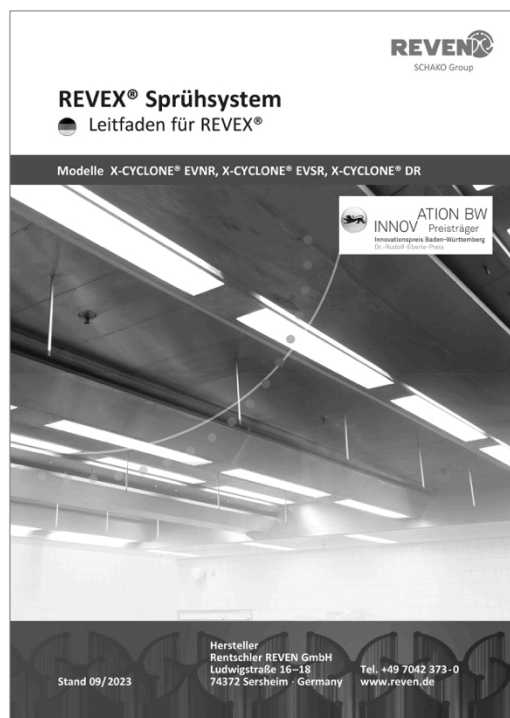
A brochura “Controle RSc”



Para melhorar a eficiência econômica dos sistemas de ventilação em cozinhas industriais, a Rentschler REVEN oferece o sistema de controle automático inteligente RSc. O sistema ajusta continuamente o volume de ar de entrada e de saída de acordo com as atividades culinárias, em total consonância com o padrão inovador Indústria 4.0.

Em nosso folheto, você conhecerá os detalhes técnicos que devem ser considerados na instalação de um sistema de controle RSc.

O guia para o sistema de pulverização REVEL®



O tema “Limpeza de sistemas de ventilação de cozinhas” muitas vezes não recebia a devida atenção no passado.

Uma limpeza regular, profissional e adequada dos sistemas de ventilação em cozinhas comerciais garante o funcionamento impecável do sistema, reduz o risco de incêndio e impede o crescimento de microrganismos no interior do sistema. Além disso, protege a saúde da equipe da cozinha.

Equívocos na tecnologia de ventilação e na purificação do ar

O livro

A repercussão durante o podcast foi tão grande que a ideia de transformá-lo em um livro surgiu praticamente por si só. Os comentários falam por si:

“... o podcast sobre correntes de ar despertou minha curiosidade por mais informações...”

“... gostaria de parabenizá-lo pelo interessante podcast

‘Equívocos na tecnologia de ventilação e purificação do ar’ e agradecer pelas informações...”

“... muito obrigado pelo podcast realmente interessante. Ficaria feliz se houvesse uma continuação. Sou gerente de projetos na área de ventilação há mais de 20 anos e pude aprender bastante para a prática e para projetos futuros. Ficaria feliz se pudesse construir o próximo sistema de cozinha com você...”

“... Gostaria de parabenizá-los pelo podcast. O tema é muito compreensível até mesmo para pessoas como eu, que não estão tão familiarizadas com o assunto...”

“... como ouvinte assíduo do seu podcast, gostaria de aproveitar a oportunidade para encomendar o livro especializado anunciado para 2023. Espero por mais episódios sobre o tema do ar – nosso alimento mais valioso...”

O autor

O Eng. Sven Rentschler é diretor executivo da Rentschler Reven GmbH, uma empresa de médio porte fabricante de sistemas de purificação de ar. Como empresário, ele estabeleceu como meta promover, em todo o mundo, uma maior conscientização sobre a purificação do ar na indústria e no comércio. Duas patentes internacionais e o Prêmio de Inovação do Estado de Baden-Württemberg são frutos de seu empenho. Além disso, Sven Rentschler é blogueiro e palestrante sobre o tema da purificação do ar.

O público-alvo

Qualquer pessoa interessada em saber o que deve ser levado em consideração para uma ventilação e purificação do ar ideais. Iniciantes, profissionais que desejam atualizar seus conhecimentos e especialistas do setor de climatização e ventilação, bem como profissionais de outras áreas afins, especialmente projetistas de ventilação na engenharia mecânica e na indústria de alimentos, empresas executoras, peritos, operadores e projetistas de cozinhas industriais

● VENTILAÇÃO ● A REAÇÃOAMENTO
● REFRIGERAÇÃO

2023 cci-dialog.de

cci Buch é uma marca da cci Dialog GmbH Também disponível como e-book

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)