

### A verdadeira qualidade do ar comprimido

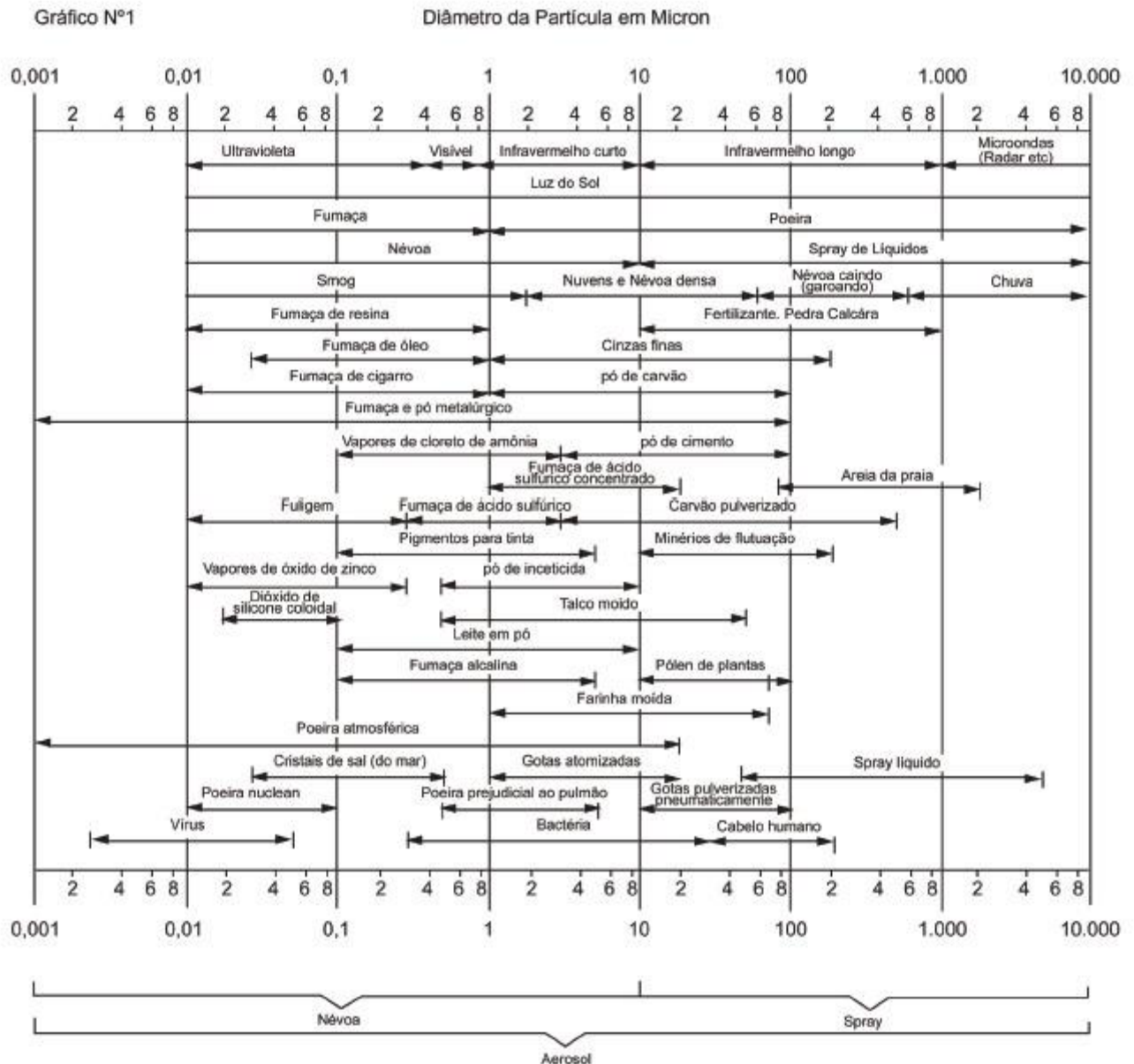
Sergio Geissler Prince



O ar comprimido deve ser sempre limpo e seco, mas dependendo da aplicação, livre parcial ou totalmente isento de óleo, uma vez que é uma necessidade básica para a indústria de um modo geral. A verdade é que uma simples gota de óleo é altamente indesejável e traz mal estar gerencial e funcionamento inadequado do processo de automação pneumática, causando problemas de vedação em válvulas, falhas em cilindros, resultando numa operação totalmente desastrosa, ou em caso extremo, paralisação das partes móveis.

Vale ressaltar que o custo de investimento destes filtros é proibitivo, recaindo diretamente sobre a reposição dos seus elementos filtrantes, considerando ainda que meios filtrantes são importados. Resultado: uma manufatura totalmente artesanal e cara. Sem escala na produção não há economia, esta que poderia tornar seus custos mais amigáveis. Caso isto ocorra, os potenciais usuários e respectivos compradores poderão elevar o consumo à altura da qualidade requerida pelo ar comprimido dos diversos processos pneumáticos da indústria e com isto, a expansão do mercado deste segmento de filtração.

## Espectro da filtração por contaminantes



### Contaminantes

Três principais contaminantes podem influir na boa operação do sistema de ar comprimido e arruinar os respectivos processos ou produtos:

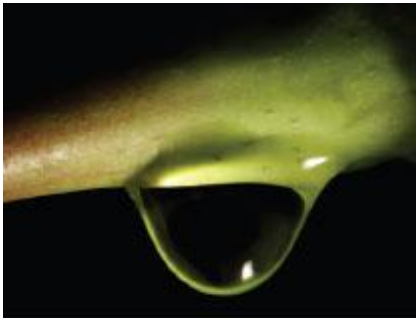
- 1) Partículas sólidas provenientes do ar ambiente na forma de poeira e também na forma de fragmentos metálicos da superfície interna de tubulações oxidadas.



Poluição



Ferrugem



Orvalho

Estas partículas irão causar falhas em instrumentos de controle, contaminar produtos finais e até mesmo, quebrar equipamentos pneumáticos.

2) Gotas de água condensada, da umidade do ar ambiente. A água irá oxidar a tubulação e equipamentos pneumáticos, deteriorar pinturas de acabamento, bem como produtos finais.

3) Óleo nas formas líquida e vapor, introduzidos pelo lubrificante de compressores de ar e pelos hidrocarbonetos presentes no ar ambiente. Enquanto um sistema contaminado

pode funcionar de modo razoável por certo tempo, existirá em médio e longo prazo uma conta a ser paga pelos estragos causados aos componentes instalados à jusante do sistema de geração de ar comprimido. Água na forma líquida e partículas sólidas podem danificar os tubos internamente e outros componentes pneumáticos, como válvulas e cilindros que têm orifícios de pequenos diâmetros, sendo estes facilmente entupidos com tal contaminação. Os requerimentos da qualidade do ar comprimido variam consideravelmente com o tipo de processo industrial e invariavelmente isto ocorrerá também com o tipo de filtro a ser requerido.



Combustíveis



O ar comprimido isento de óleo é importante particularmente nos processos farmacêuticos, alimentícios e gabinetes odontológicos, todavia, encontrar o arranjo de filtros que proporcione a qualidade de ar comprimido requerida, é a chave da relação custo-benefício, com objetivo na mínima perda de energia no sistema.



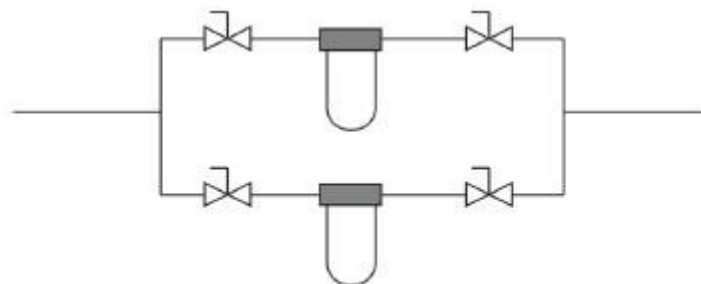
**O dimensionamento de filtros por duas vezes a capacidade de geração do ar comprimido dos compressores de ar em m<sup>3</sup>/h, irá muito reduzir a perda de carga nos filtros e por final, a caríssima energia elétrica.**

O resultado deste artifício será:

1. Economia no consumo de energia elétrica do sistema de ar comprimido;
2. Redução na troca de elementos filtrantes, pois irão durar duas vezes mais;
3. Economia nos custos de manutenção dos equipamentos pneumáticos.

**Recomendações básicas:**

Instale tubulação com filtros em "by-pass" para manutenção dos filtros principais, caso o processo seja crítico e tenha regime contínuo. Em casos que se admita interrupção, instale tubulação de "by-pass" com válvulas de desvio.



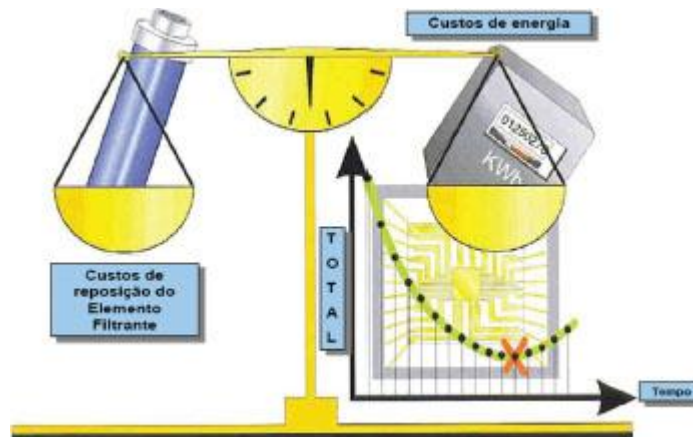
Montagem sugerida para instalações com regime contínuo

Instale indicadores de pressão diferencial ou de saturação nos filtros para monitorar a vida útil do elemento filtrante – qualidade e economia.

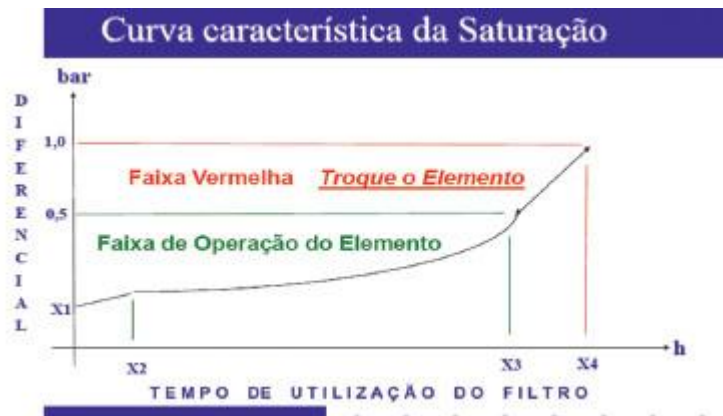


Indicadores de pressão diferencial

Esta vida útil por sua vez, traduz-se em qualidade do ar comprimido e diminuição da perda de carga acumulada, por outro lado evita-se o aumento o consumo de energia elétrica e seus respectivos custos.



Troque elementos filtrantes com  $p$  máximo de 0,7 bar do manômetro de pressão diferencial ou na faixa amarela-vermelha do indicador



Use dispositivos automáticos por bóia para purgar os contaminantes coletados no fundo do copo do filtro, para prevenir sua reentrada ao fluxo de ar comprimido;

Mantenha kits de elementos filtrantes em seu estoque, prevenindo assim paralisações do processo industrial, pois usualmente procedimentos emergenciais de compra e transporte "door-to-door" são morosos e onerosos, sem contar os tradicionais estresses e dissabores.



Verifique diariamente a operação de dispositivos de purga e também os indicadores de pressão diferencial.

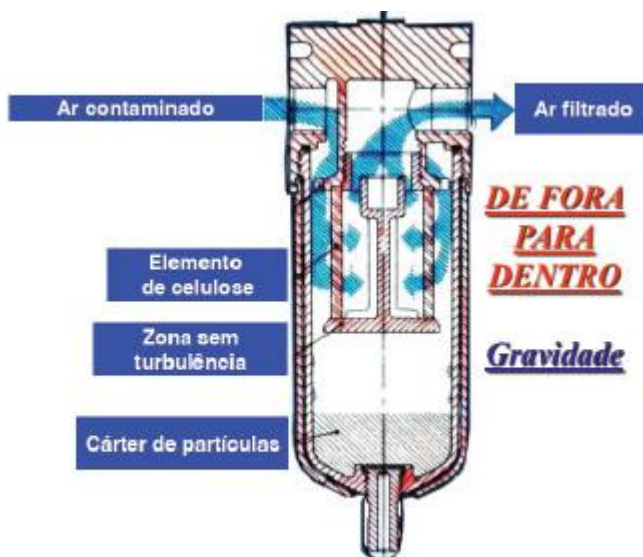
## Tipos de filtros para linhas de ar comprimido

### Filtros de partículas

#### Uso geral

Remove em larga escala partículas de óleo líquido, água condensada, fragmentos de tubulação, sujeira e ferrugem do sistema de ar comprimido, ajudando assim a prevenir contaminantes e agentes corrosivos prejudiciais aos equipamentos de pneumáticos de linha e produtos acabados.

O fluxo de ar entra no meio filtrante de fora para dentro, retendo particulados com tamanhos entre 3 e 40 micra. Com utilização de meios filtrantes de melhor qualidade, estes tamanhos ficam entre 1 micron e 3 micra.



Filtro de partículas



Os contaminantes coletados no fundo do copo do filtro (cárter) precisam ser purgados para evitar sua re-entrada no fluxo de ar comprimido. Existem purgadores manuais, automáticos de bóia e válvulas solenóide

temporizadas, sendo que todos esses tipos realizam um bom trabalho. A qualidade do ar comprimido pela norma internacional ISO 8573.1 determina classes de 1 a 6. O maior tamanho de partícula sólida contaminante que irá passar no elemento filtrante é de 0,1 micron para classe 1 e 40 micra para classe 5. Lembre-se que quanto menor o "micron", maior é o volume de contaminantes removido, logo mais alta é a perda de carga através do filtro. Tipicamente, filtros de partículas são instalados à montante de filtros coalescentes para assegurar respectiva alta eficiência e vida longa dos elementos filtrantes destes últimos. Também são usados como pré-filtros de reguladores para prevenir falhas das respectivas válvulas. Filtros de partículas ou de uso geral devem ser instalados em aplicações como primeira etapa do tratamento do ar comprimido.

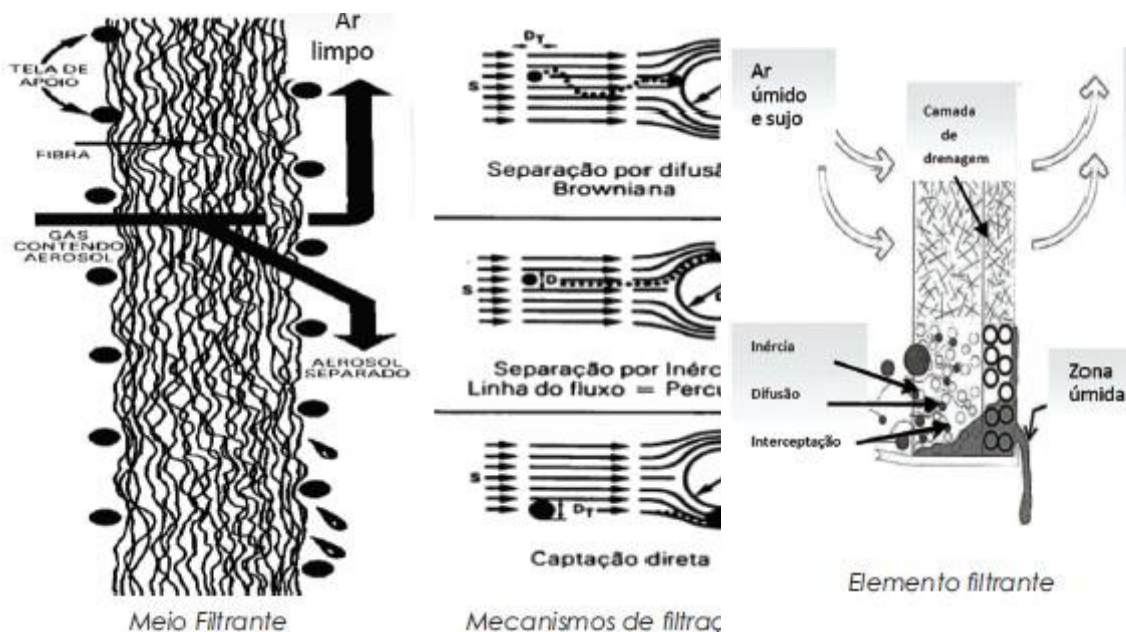
### Filtros coalescentes

**Remoção de aerossóis:** Remove aerossóis de óleo pela ação da coalescência, que significa "formar um grande gota a partir de várias gotinhas".

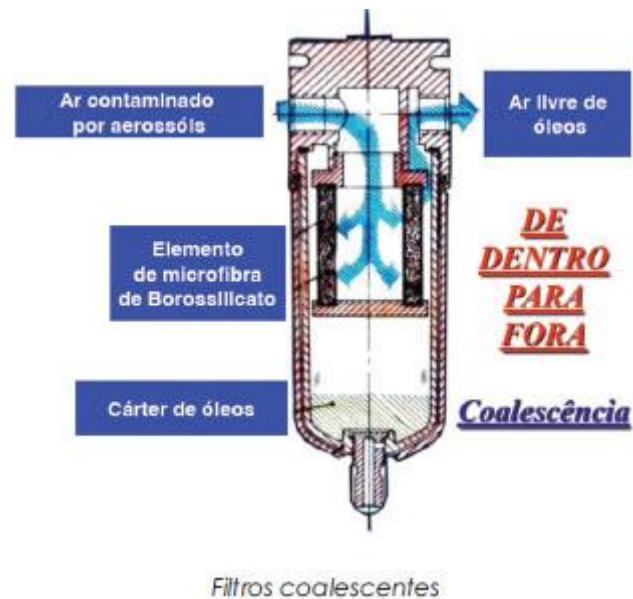


*Efeito da coalescência*

É um processo contínuo pelo qual os minúsculos aerossóis entram em contato com as fibras do meio filtrante, se unificando com os aerossóis coletados e crescendo para emergir como gotas na superfície na camada à jusante do meio, fazendo com que seu peso seja gravitacionalmente drenado para fora.



O fluxo de ar entra de dentro para fora através do meio filtrante coalescente, retendo aerossóis entre 0,03 e 0,01 microm.



Como nos Filtros de partículas, os contaminantes são coletados no fundo do copo e precisam ser purgados para evitar sua re-entrada no fluxo de ar comprimido. Existem purgadores manuais, automáticos de bóia e válvulas solenóide temporizadas, sendo que todos esses tipos realizam um bom trabalho.

A qualidade do ar comprimido pela norma internacional ISO 8573.1 determina classes de 1 a 6. O máximo conteúdo residual de óleo é dado em partes por milhão e o maior tamanho de partícula sólida contaminante que irá passar no elemento filtrante é de 0,008 microm para classe 1 e 21 ppm para classe 5.

Lembre-se que quanto menor as partes por milhão, maior o volume de contaminantes removido, mais alta é perda de carga através do elemento filtrante.

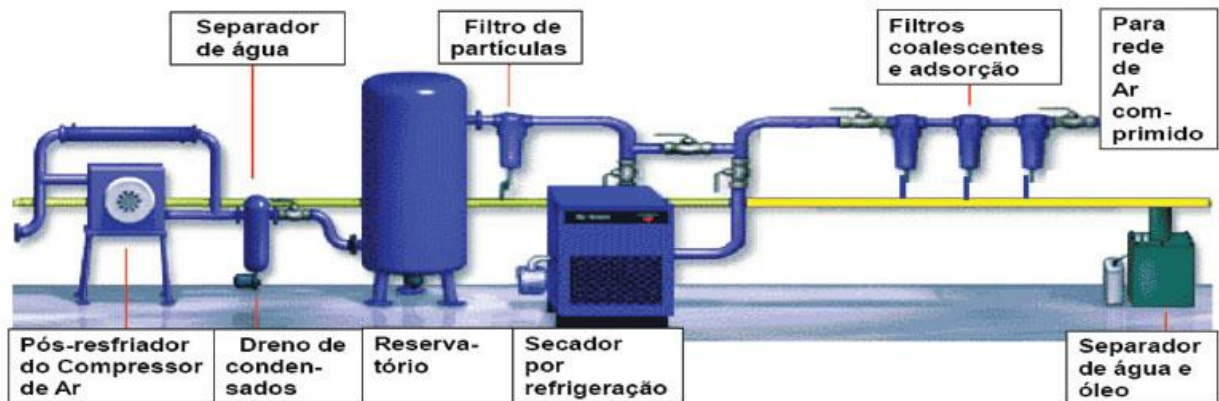
Tipicamente, filtros coalescentes são instalados à jusante de filtros de partículas e à montante de filtros de adsorção para remoção de vapores de óleo (oil free), assegurando alta eficiência e longa vida útil do elemento filtrantes destes últimos.

Filtros coalescentes são usados em aplicações de ar comprimido livre de óleo, como segundo filtro.

### Filtros de adsorção

**Remoção de vapores:** Remove vapores de óleo em especial para aplicações que não irão tolerar a presença de odores associados ao óleo. O núcleo do filtro consiste de carvão ativado que adsorve tais vapores. O ar entra de dentro para fora através do núcleo filtrante, resultando em concentrações de óleo de 0,003 partes por milhão peso/peso. A qualidade

do ar comprimido pela norma internacional ISO 8573.1 determina classes de 1 a 6. O máximo conteúdo residual de óleo é 21 ppm para classe 5 e o maior tamanho de partícula sólida contaminante que irá passar no núcleo filtrante é de 0,008 micron para classe 1. Lembre-se que quanto menor as partes por milhão, maior o volume de contaminantes removido, mais alta é a perda de carga através do elemento filtrante. Tipicamente, filtros de adsorção são instalados à jusante de filtros de coalescentes para eficiente remoção dos vapores de óleo. Filtros de adsorção / remoção de vapores de óleo são usados no ar comprimido verdadeiramente isento de óleo, como terceiro filtro.



## Aplicações e uso para compressores de ar

### Separadores de água

Instalação: à jusante do pós-resfriador de compressores de ar. Projeto: Filtração de um estágio por rotor estático tipo ciclone, que opera por centrifugação dos contaminantes de maior peso, lançando-os abruptamente ao fundo do copo do filtro separador. Performance: Trabalha cargas de líquidos de aprox. 30.000 ppm peso/peso e proporciona no fluxo de saída uma concentração de partículas abaixo de 10 micra. Sua eficiência inicia-se a partir de 5% da vazão nominal.

### Filtro de partículas / uso geral

Instalação: pré-filtro para partículas de 3 micra, usado à jusante de reservatórios de ar comprimido e à montante de filtros de alta eficiência de remoção de óleo. Projeto: filtração em um estágio por meio filtrante de fibras celulósicas impregnadas com resina fenólica, removendo partículas finas de até 3 micra. Performance\*: Trabalha cargas de líquido na entrada até 2,000 ppm peso/peso, proporciona remoção de partículas sólidas de 3 micra e conteúdo residual óleo de 1 ppm.

### Filtro de remoção de óleo de alta eficiência

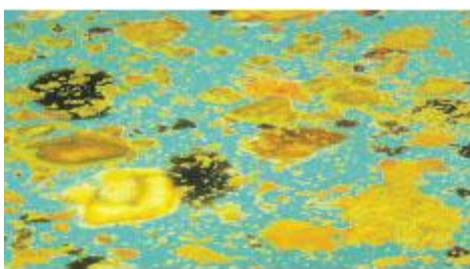
Instalação: pré-filtro para secadores de refrigeração e unidade de remoção de óleo nos pontos de utilização de ar comprimido Projeto: filtração em 2

estágios, com primeiro estágio de múltiplas camadas de meio filtrante que pré-filtra o ar. Segundo estágio tem meio de microfibras de vidro em profundidade que coalesce aerossóis de óleo. Inclui uma camada externa de espuma de células abertas em forma de luva, cujo objetivo é encharcar-se e em seguida lançar o líquido coalescido no fundo do copo do filtro para posterior purga. Performance: Trabalha carga de líquido de 1.000 ppm peso/peso e proporciona 0,008 ppm de remoção de óleo e 0,01 microm de separação de partículas sólidas.

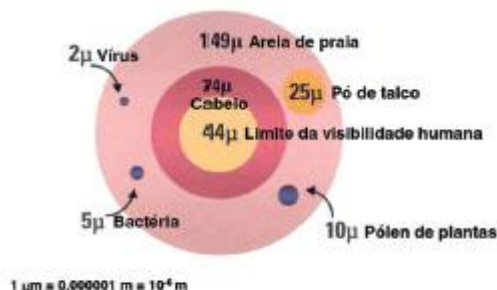
**Filtro de remoção de óleo de máxima eficiência:** Instalação: pré-filtro para secadores de membrana e pré-filtro para aplicações isento de óleo. Também, se utiliza de dois estágios de filtração com uma primeira camada de microfibras de vidro de profundidade que coalesce os aerossóis finos de óleo e segundo estágio formado por espuma de células abertas em forma de luva, cujo objetivo é encharcar-se e em seguida lançar-se no fundo do copo do filtro para posterior purga. Performance\*: trabalha cargas de líquido de até 100 ppm peso/peso e proporciona 0,0008 ppm de remoção de aerossóis de óleo e 0,01 microm para separação de partículas sólidas.

### Filtro de remoção de vapores de óleo

Instalação: Pós-filtro com alta eficiência de remoção de óleo para a verdadeira condição de aplicação isento de óleo. Projeto\*: Filtração no primeiro estágio por perólas de carvão ativado que removem o vapor de óleo. Segundo estágio tem meio em poliéster que evita a saída das perólas para o fluxo de ar comprimido. Performance\*\*: Nenhum vapor deve estar presente na saída do filtro. Proporciona remoção de 0,003 ppm peso/peso de óleo na forma de vapor e separação de partículas sólidas de 0,01 microm. Eficiências de acordo com a CAGI (Compressed Air and Gas Institute), normas ADF400(\*) e 500 (\*\*), baseadas em temperatura de entrada de 38°C.



Contaminantes suspensos no fluxo de ar comprimido



Comparativo entre tamanhos dos contaminantes

### Conclusão

Quem estabelece os padrões e normas de qualidade para a indústria quanto à filtração do ar comprimido? A norma internacional ISO 8573.1 foi desenvolvida em 1992 pela ISO (International Organization for Standardization) para ajudar Engenheiros de processos a especificar a qualidade desejada do ar comprimido pela adoção do método de "Classes

de Qualidade”, respectivamente quanto ao conteúdo residual de partículas sólidas, umidade e óleo. As classes de qualidade proporcionam aos Engenheiros, atualmente, unidades de medida com aceitação internacional.

Uma indústria farmacêutica, por exemplo, requer ar comprimido de acordo com as classes de qualidade da ISO 8573.1, sub-item 1.2.1. Isto é equivalente a uma filtração de partículas de 0,1 micron, ponto de orvalho de -40°C e conteúdo residual de óleo de 0,008 ppm (0,01 mg/m<sup>3</sup>).

Não importa a linguagem falada e qual unidade de medida usada, a adoção das classes de qualidade da ISO 8573.1 assegura que sua fábrica irá ter a qualidade de ar comprimido especificada.

Classe de Qualidade	Contaminantes tamanho máx. da partícula (µm)	Ponto de orvalho máximo (°C)	Conteúdo residual de óleo (gotas, aerossóis e vapor) (ppm peso/peso) / (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,1	-70	0,008 / 0,01
2	1	-40	0,08 / 0,1
3	5	-20	0,8 / 1
4	15	3	4 / 5
5	40	7	21 / 25
6	-	10	-

ISO 8573.1 - Classes de qualidade do ar comprimido