

Tratamento de resíduos atmosféricos

Professor:

Rafael A. das Chagas

Aula 8

Data: 07.02.2018



Sistemas de tratamento dos resíduos atmosféricos

- O processo de **poluição atmosférica** se resume a três momentos:
 - a) Emissão de poluentes para a atmosfera;
 - b) Transporte, diluição e modificação química ou física dos poluentes na atmosfera;
 - c) Imissão dos poluentes.





Sistemas de tratamento dos resíduos atmosféricos

- Métodos de controle da poluição do ar:

a) Medidas indiretas (caráter preventivo):

- Diminuição na produção de poluentes;
- Modificação do equipamento/processo;
- Substituição de matéria prima;
- Produção de poluentes menos tóxicos;
- “Tecnologias limpas”.

b) Medidas diretas (caráter corretivo):

- Técnicas de tratamento de poluentes;
- Técnicas destrutivas: Incineração, biofiltração, etc.;
- Técnicas recuperativas: Absorção, adsorção, condensação, etc.





Medidas de caráter preventivo

- **Planejamento territorial e zoneamento**

- a) É uma das mais medidas mais importantes;
- b) O PTZ deve priorizar o afastamento de fontes de poluição e receptores potenciais;
- c) Analisar a direção dos ventos dominantes;
- d) Localização das industrias de acordo com seu potencial poluidor;
- e) Proteção das zonas agropastoris.

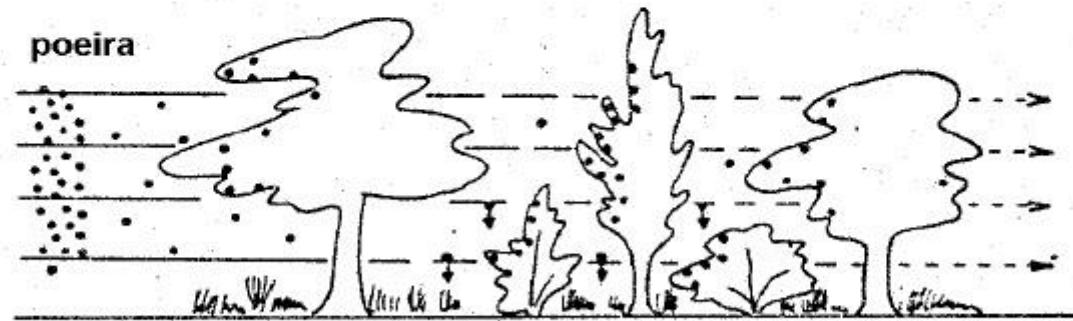
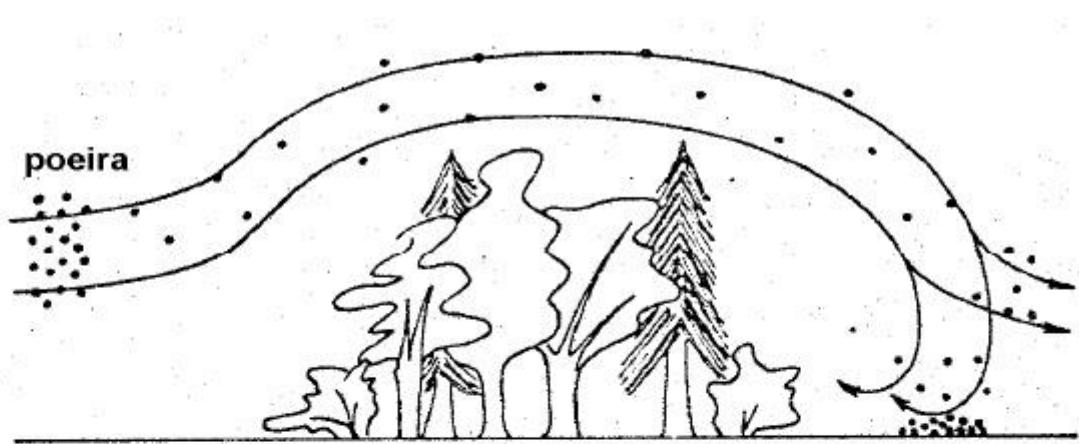


Figura 13.5: Vegetação protetora densa (superior) e esparsa (inferior) filtrando o ar. (FELLENBERG, F., 1980)



Medidas de caráter preventivo

- **Eliminação e minimização de emissões**
 - a) Uso de fontes de energia menos poluidoras



- Resultam em redução ou mesmo na eliminação de poluentes;
- Bons resultados a mudanças de matéria-prima* ou troca de processos de operações industriais;
- Não causam* impacto qual- e quantitativo nos produtos fabricados.



Medidas de caráter preventivo

- Diminuição em chaminés.
 - a) É uma técnica recomendável como medida adicional;
 - b) Melhora as condições de dispersão dos poluentes residuais;
 - c) É necessário “produção mais limpa”.



Foto: A maior chaminé do mundo (chaminé mais alta do mundo) é a da usina termoelétrica GRES-2, no Cazaquistão, com 419,7 metros de altura, que também está entre as estruturas mais altas do planeta.



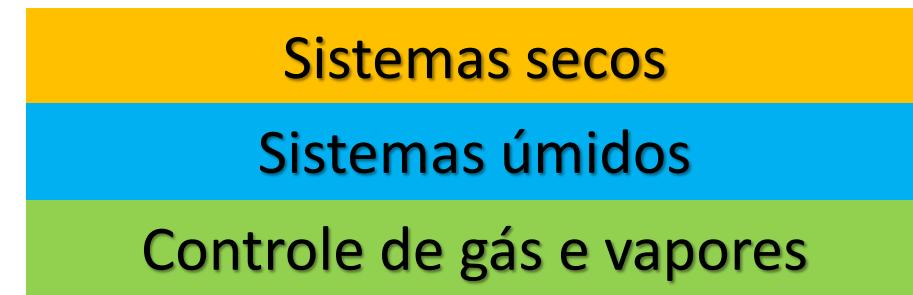
Medidas de caráter preventivo

- **Licenciamento**
 - a) Direcionadas a **identificação de fontes poluidoras**;
 - b) Construção, instalação, ampliação, alteração e funcionamento de fontes de poluição;
 - c) Principalmente* para novos empreendimentos;
 - d) Apresenta inúmeras exigências e condicionantes;
 - e) Necessário Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA;
 - f) Relatório Ambiental Preliminar – RAP (Resolução SMA 42, de 29/12/1994).



Medidas de caráter corretivo

1. Coletores gravitacionais;
2. Coletores iniciais;
3. Coletores centrífugos (ciclones);
4. Filtro de tecidos;
5. Precipitadores eletrostáticos;
6. Lavador com pré-atomização;
7. Lavador com atomização pelo gás;
8. Torre de enchimento;
9. Lavador de disco;
10. Precipitadores eletrostático úmido;
11. Lavador ciclônico;
12. Torre de absorção;
13. Equipamentos de adsorção;
14. Incineradores de gás;
15. Condensadores.



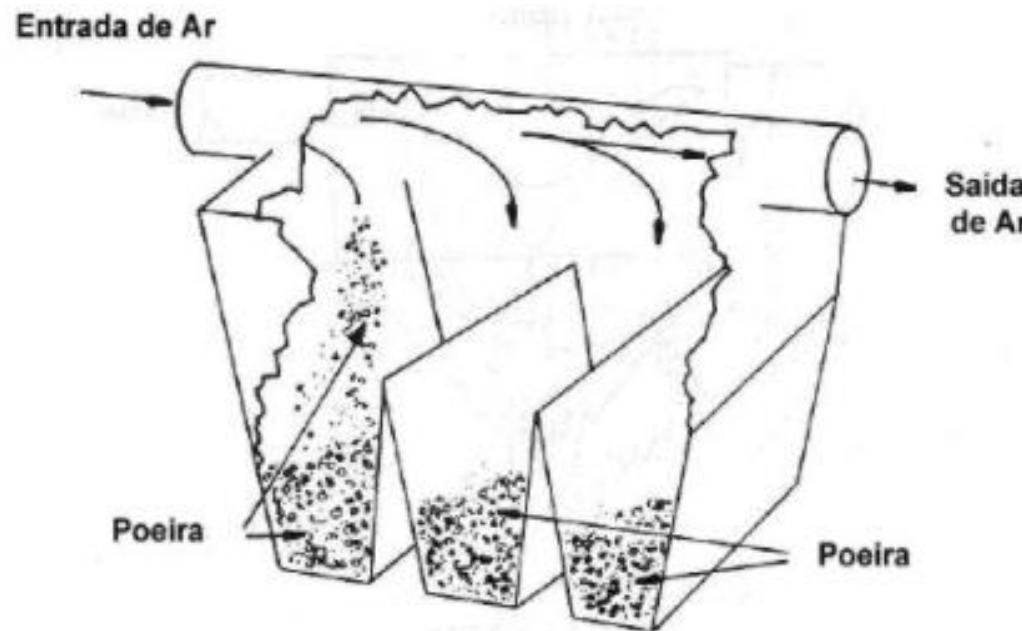
O que levar em consideração na escolha do sistema?

- ✓ Eficiência;
- ✓ Natureza física e química dos particulados;
- ✓ Consumo de energia;
- ✓ Custo de energia;
- ✓ Nível de periculosidade.



1. Coletores gravitacionais

- Princípio de funcionamento: Utilizam a deposição gravitacional das partículas carregadas pelo fluxo gasoso.



VANTAGENS

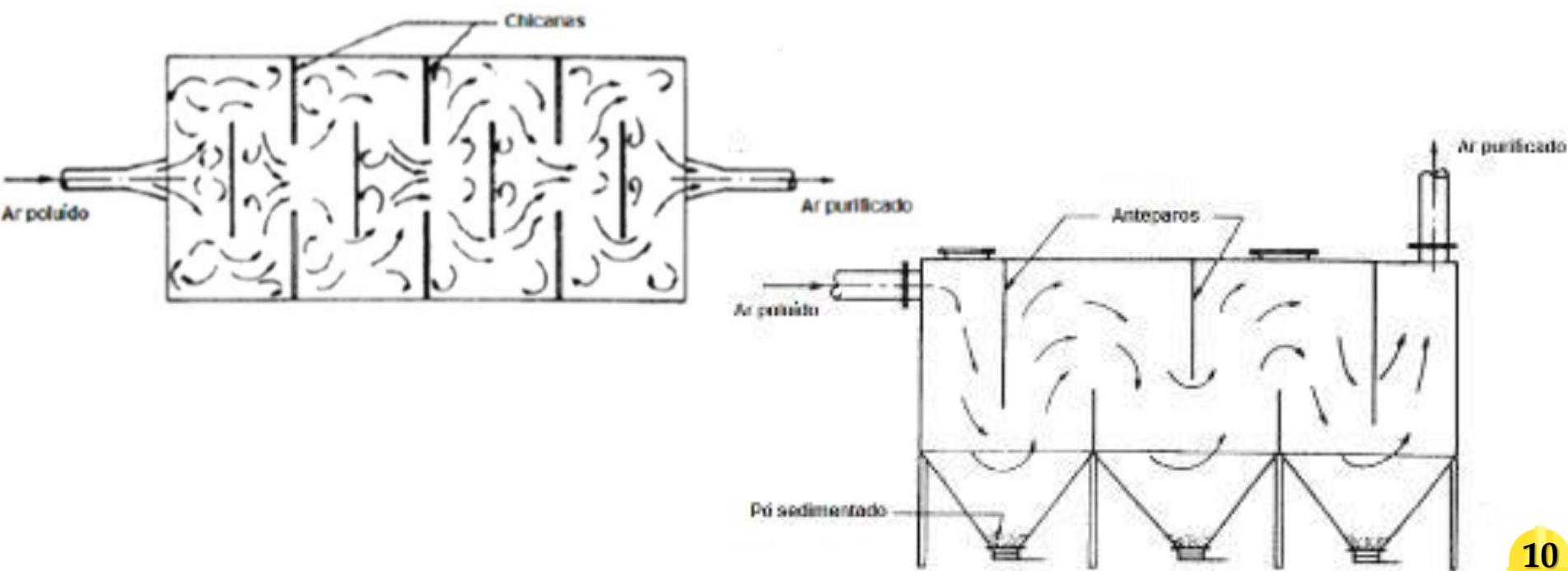
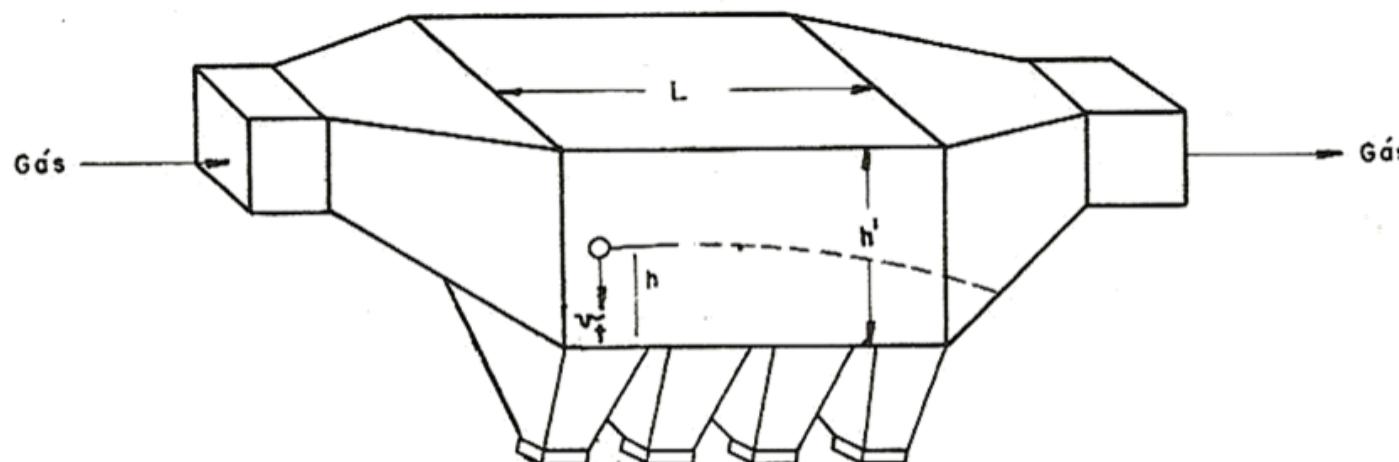
- Construção simples e baixa perda de carga;
- Reduz o custo de operação;
- Resistência à corrosão;
- Utilizada como pré-coletor.

DESVANTAGENS

- Grandes dimensões para a redução da velocidade da corrente gasosa;
- Baixa eficiência para partículas menores que $40\mu\text{m}$.

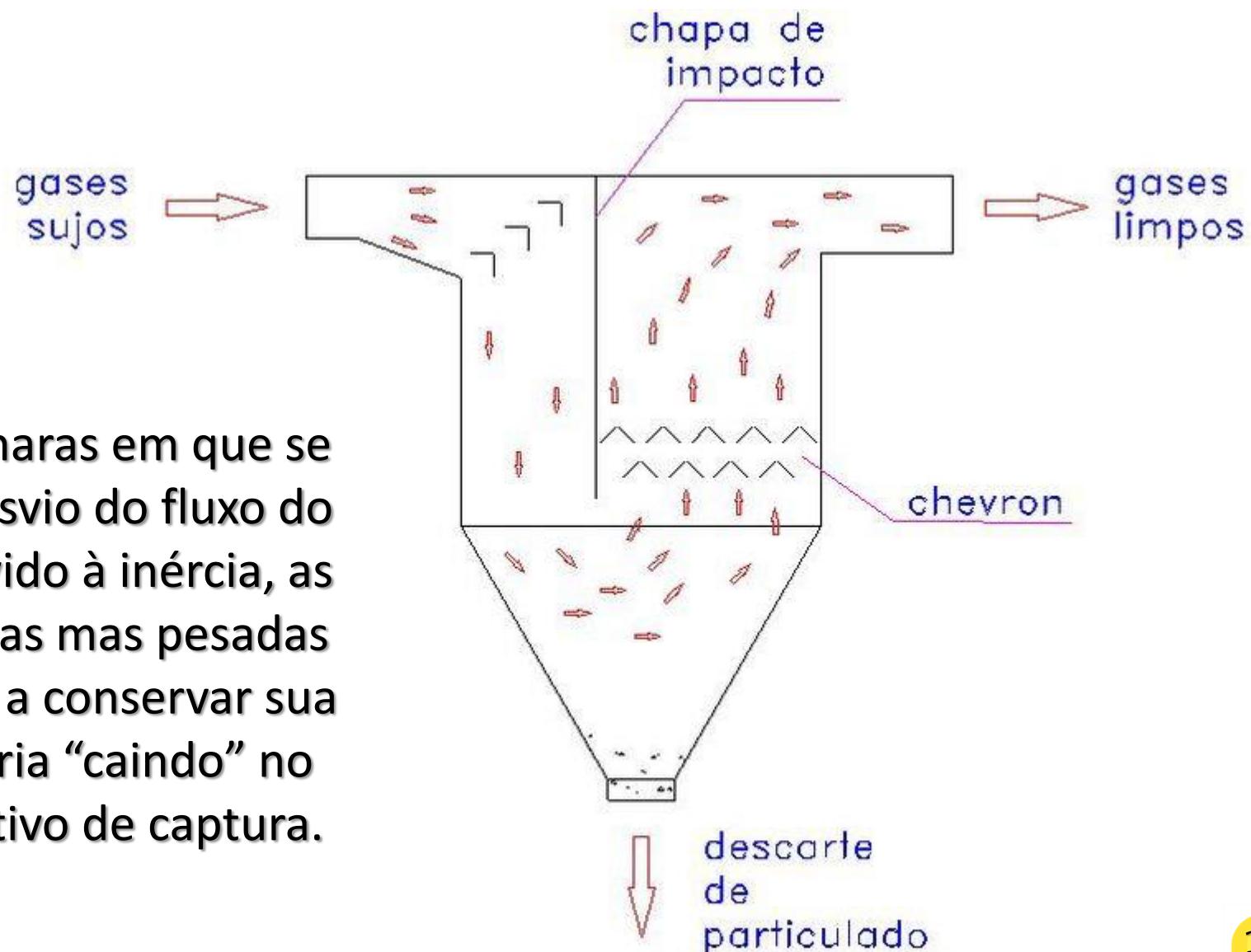


Com chicanas: aumentam o rendimento das câmaras.





2. Coletores iniciais





3. Coletores centrífugos (ciclones);

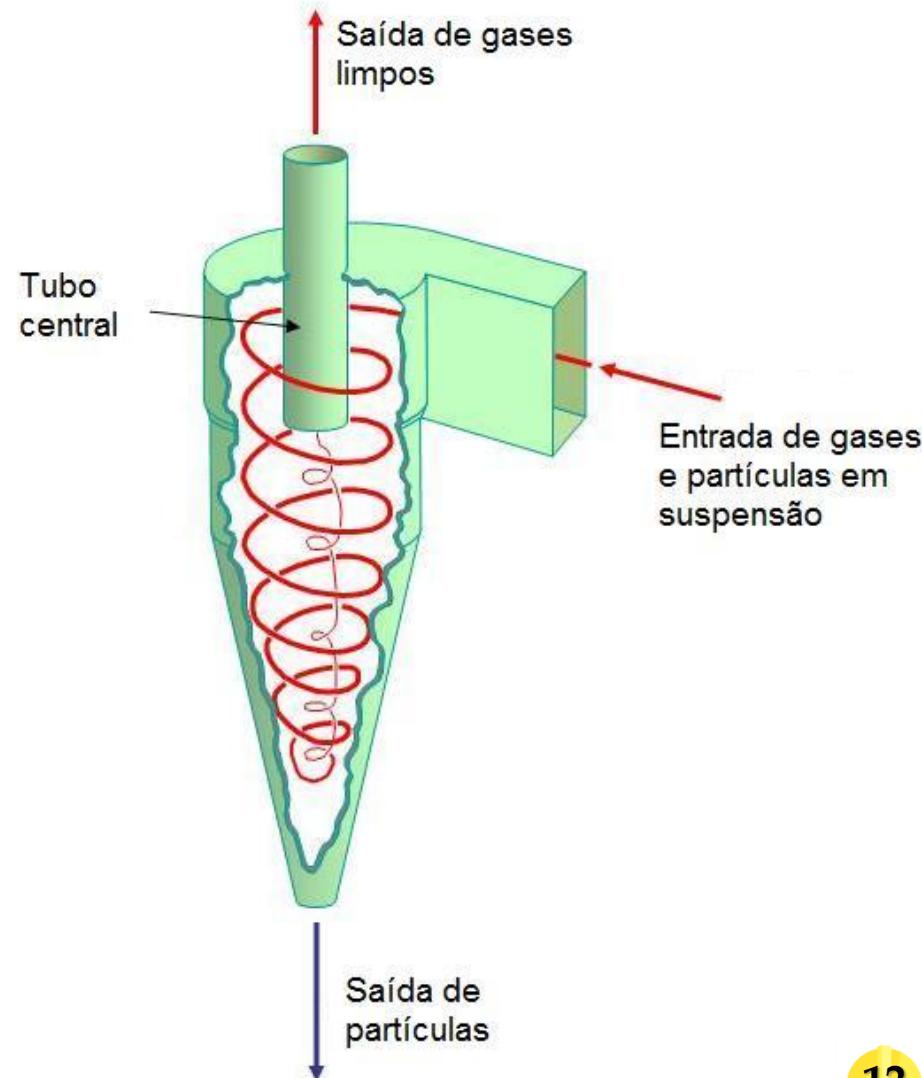
- Utilizam primariamente a força centrifuga para a coleta de partículas.

VANTAGENS

- Baixa perda de carga;
- Reduz o custo de operação;
- Resistência à corrosão e temperatura;
- Simplicidade de projeto e manutenção;
- Utilizada como pré-coletor.

DESVANTAGENS

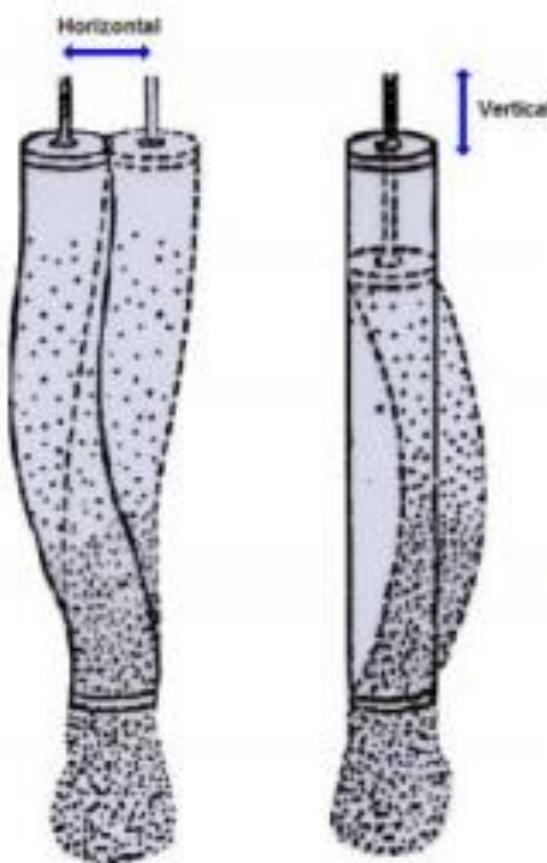
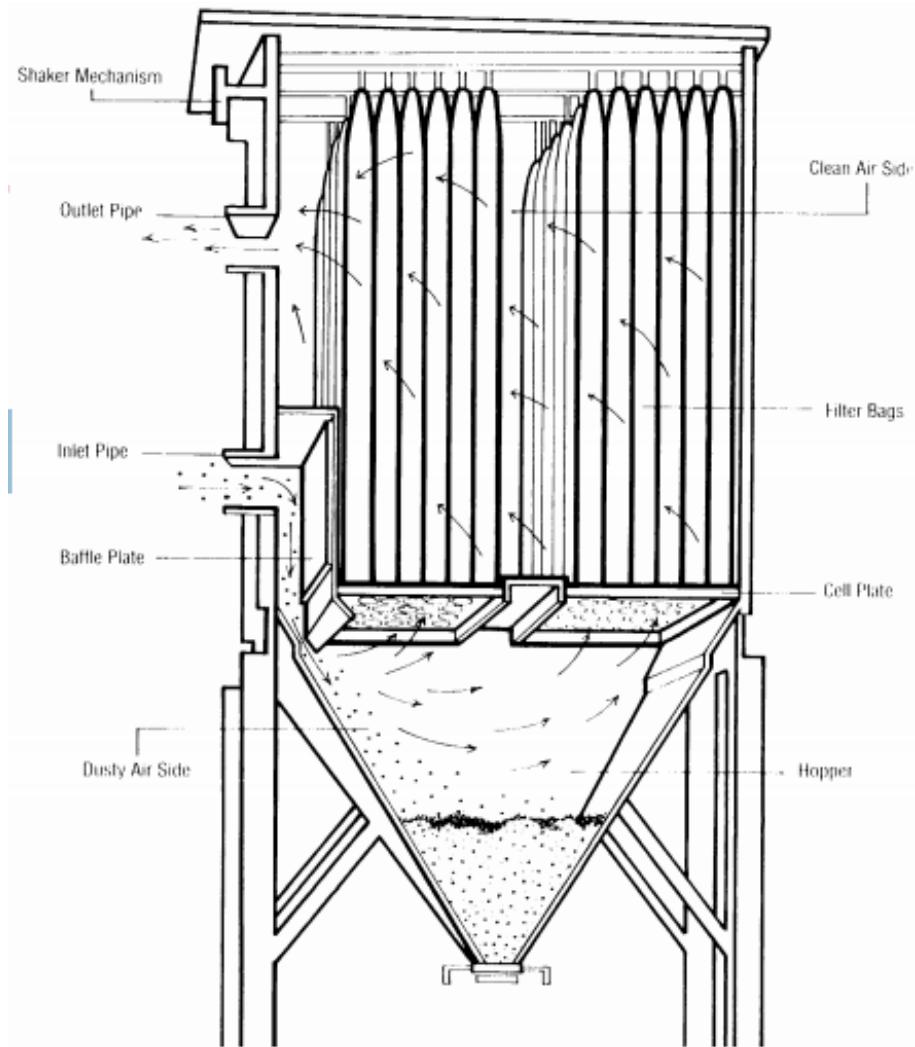
- Baixa eficiência para partículas menores que 5 µm);
- Excessivo desgaste por abrasão
- Possibilidade de entupimento (partículas menores, higroscópicas e/ou pegajosas).





4. Filtros de tecido (filtros de manga);

- Princípio de funcionamento: o fluxo gasoso é forçado através de um meio poroso (filtro) onde o material particulado é retido.





Exausfibra

VANTAGENS

- Alta eficiência (até 99.9%);
- Perda de carga não excessiva;
- Resistência a corrosão.

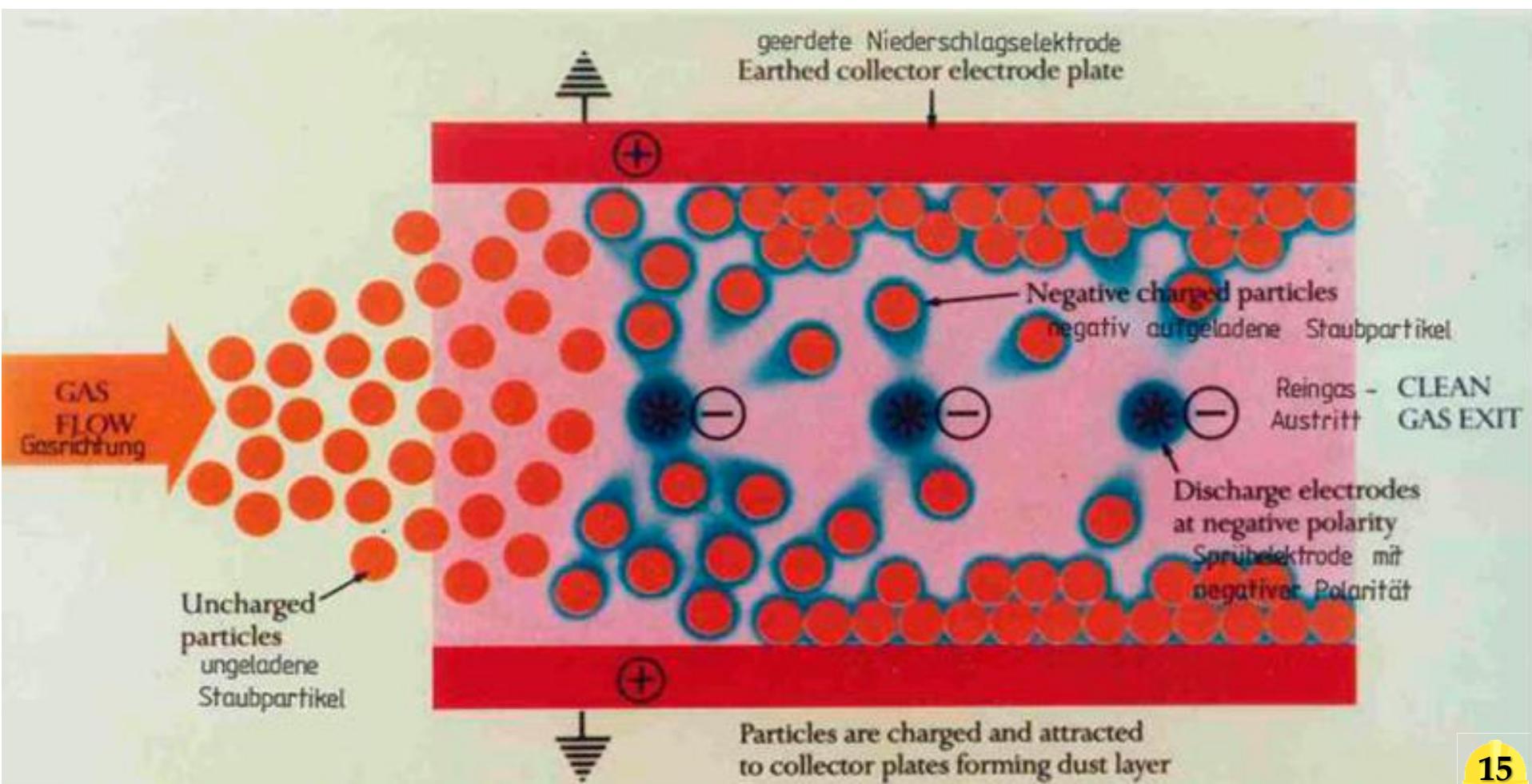
DESVANTAGENS

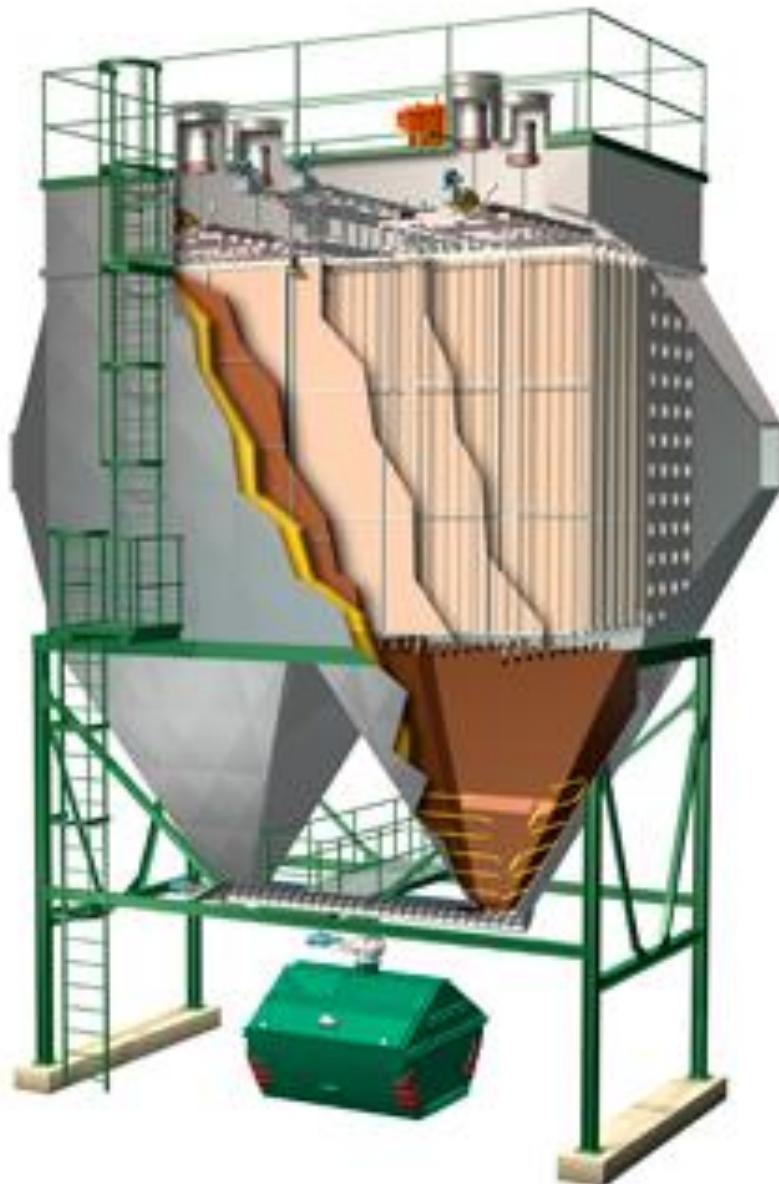
- Grande espaço requerido para tratar grande vazões;
- Alto custo
- Baixa resistência a altas temperaturas
- Empastamento devido a poluentes condensáveis e pegajosos
- Possibilidade de entupimento



5. Precipitadores eletrostáticos;

- São utilizados para remover **material particulado extrafino** de gases em processos com temperaturas de até 420°C, por meio de carga eletrostática artificial.





VANTAGENS

- Tratar grandes vazões e altas temperaturas;
- Alta eficiência de coleta para partículas pequenas;
- Baixo custo de operação e manutenção;
- Alta segurança operacional;
- Baixa demanda de energia;
- Construção modular, facilita o transporte e diminui o tempo de montagem, sem necessidade de solda no campo;
- Atende às normas internacionais de emissão de particulado, muito abaixo do exigido pelas normas ambientais brasileiras (CONAMA);
- Serviços de peças sobressalentes simples e garantido.

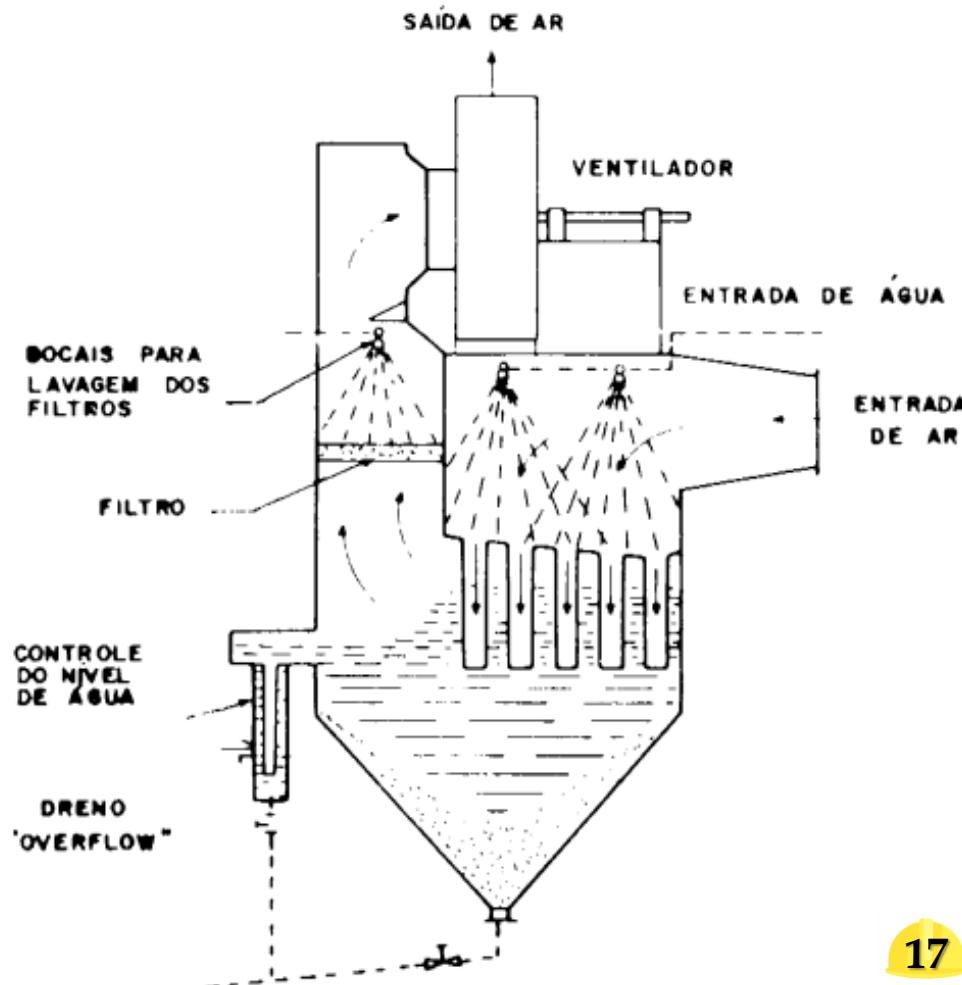
DESVANTAGENS

- Custo inicial elevado;
- Requer grande espaço físico;
- Perigos de alta tensão.



6. Lavador com pré-atomização (Tipo spray);

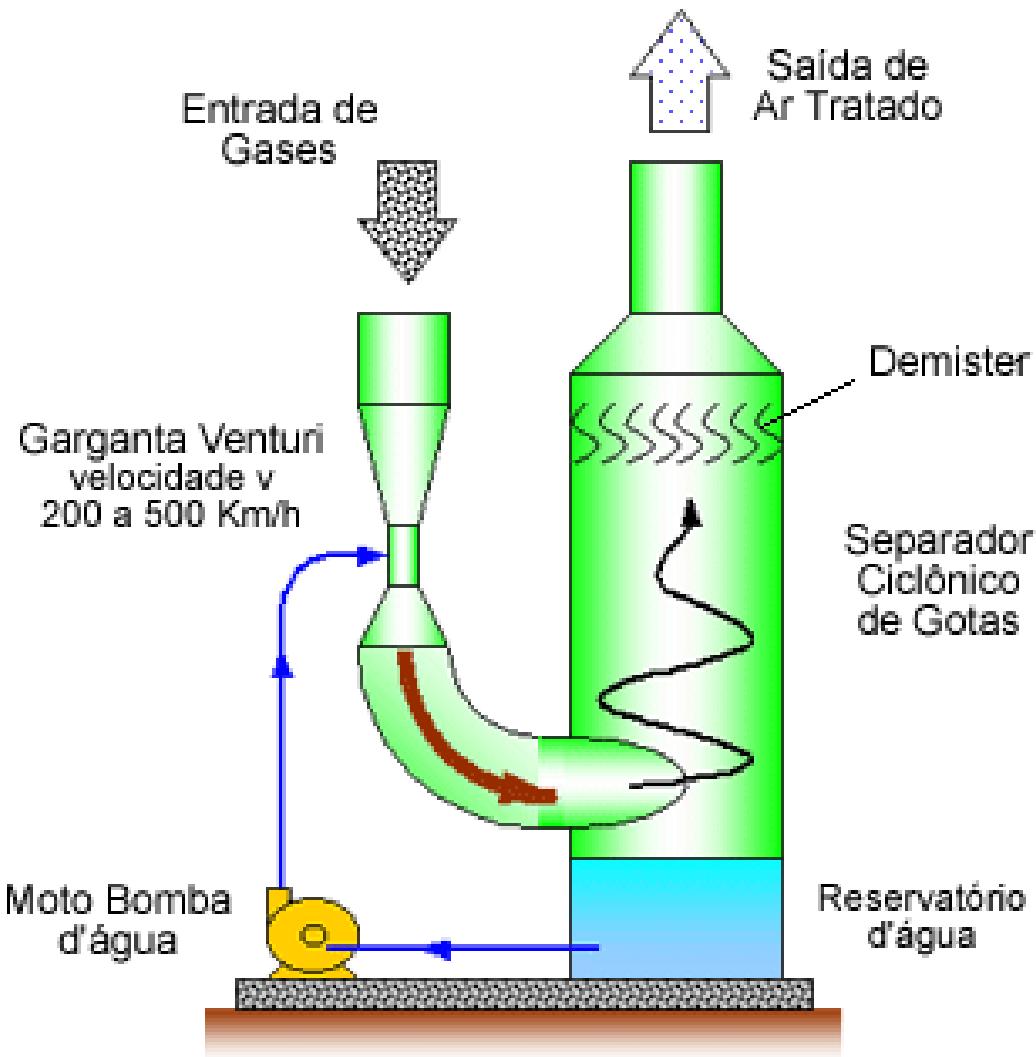
-O gás é forçado através de uma aspersão de gotas, que colidem com o material particulado, aglomerando as partículas e tornando a coleta facilitada (gravitacional ou inercial).





7. Lavador com atomização pelo gás (Tipo Venturi);

-Requerem coletores iniciais ligados em série para coletar as partículas + gotículas de água no fluxo gasoso.



VANTAGENS

- Podem ser utilizados em gases a altas temperaturas;
- Não há restrições de utilização quanto a umidade;
- Controlam tanto partículas quanto gases.

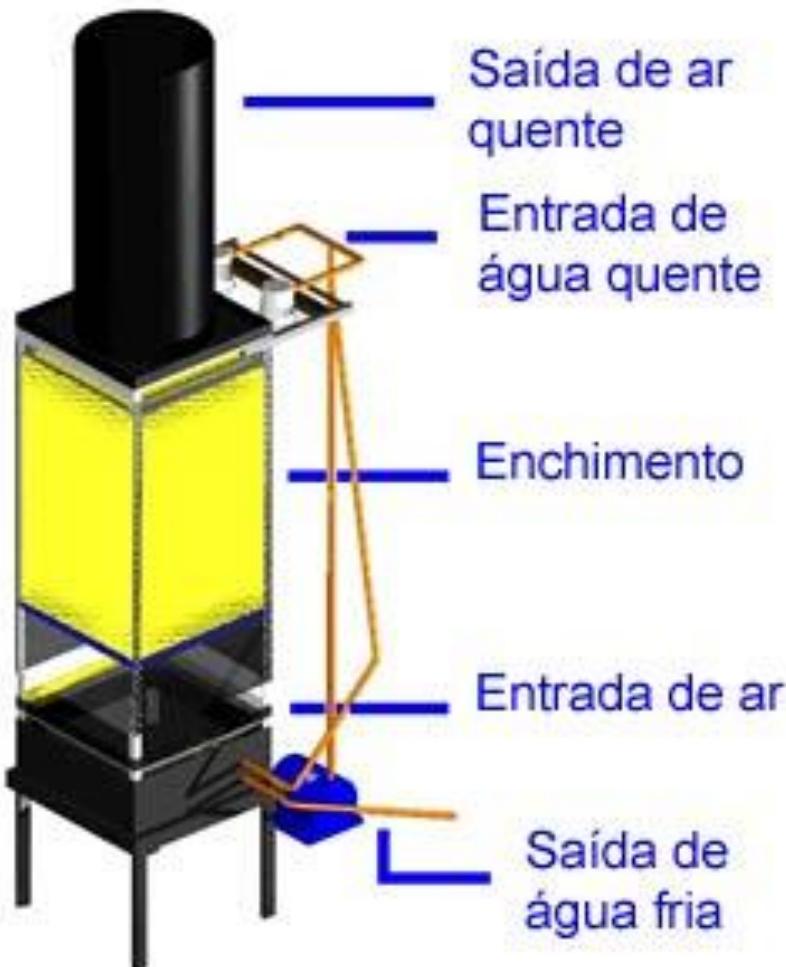
DESVANTAGENS

- Apresentam alta perda de carga;
- Elevado custo operacional;
- Materiais de construção resistentes a corrosão;
- Geração de resíduos sólidos e líquidos.



8. Torre de enchimento

-Constitui-se de um cilindro preenchido com material de enchimento (suporte) sustentado tanto no topo quanto na base de modo a permitir a separação das fases;



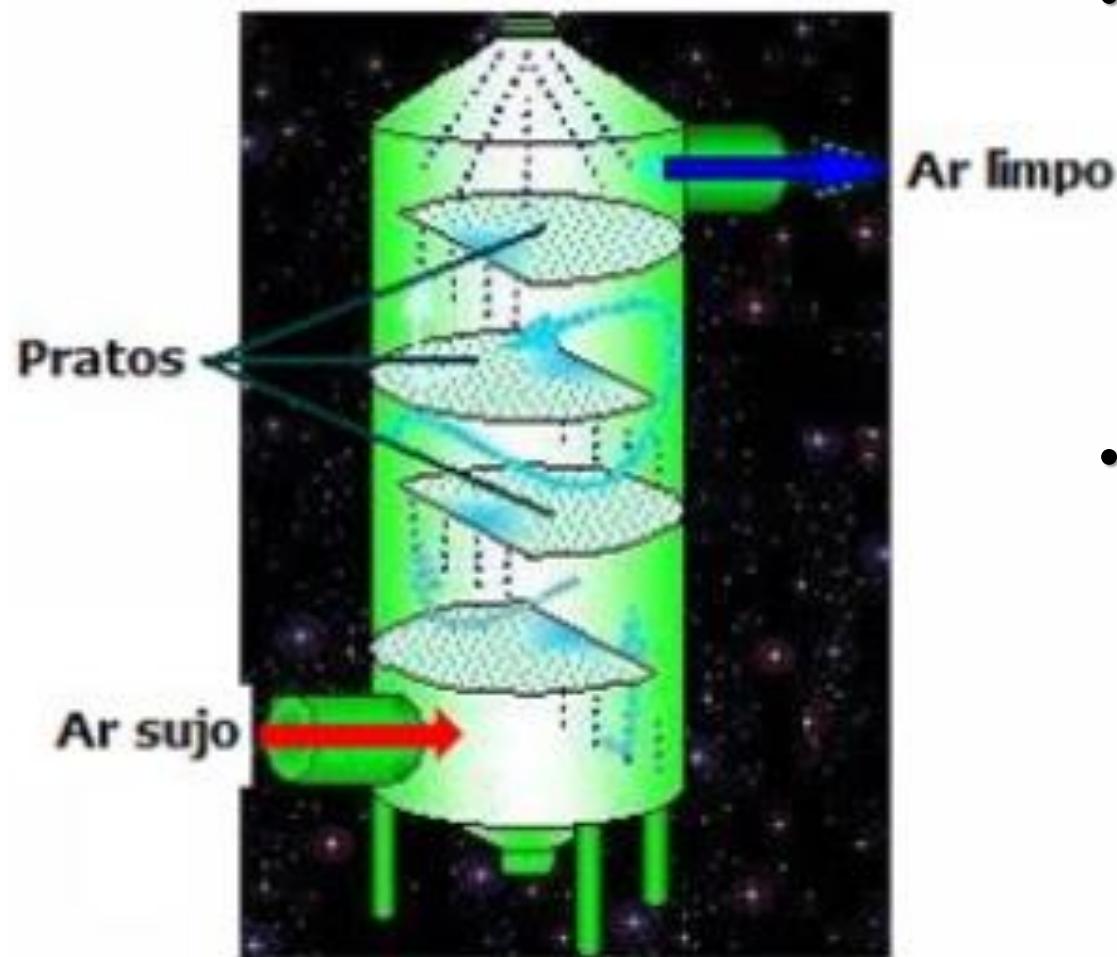
- **Funções do preenchimento:**
 - Aumentar a área superficial de contato entre os fluidos;
 - Reduzir a perda de gás;
 - Promover boa distribuição dos fluidos ao longo da torre.

- **Características do material do preenchimento:**
 - Não reagir a nenhuma fase de tratamento;
 - Ter resistência mecânica suficiente para manter suas características;
 - Viabilidade econômica;
 - Não deve ser volátil.



9. Lavador de disco;

-Não apresenta preenchimentos e sim discos com furos distribuídos uniformemente;

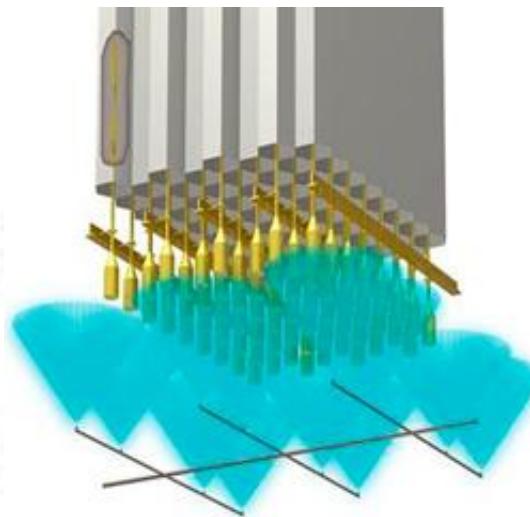


- O número de furos, sua forma e arranjo varia com a coluna, mas ele tem frequentemente 3mm de diâmetro;
- O gás em ascensão promove uma resistência à passagem do líquido (descendente) de forma a manter um acúmulo em cada prato onde há um contato entre as fases.



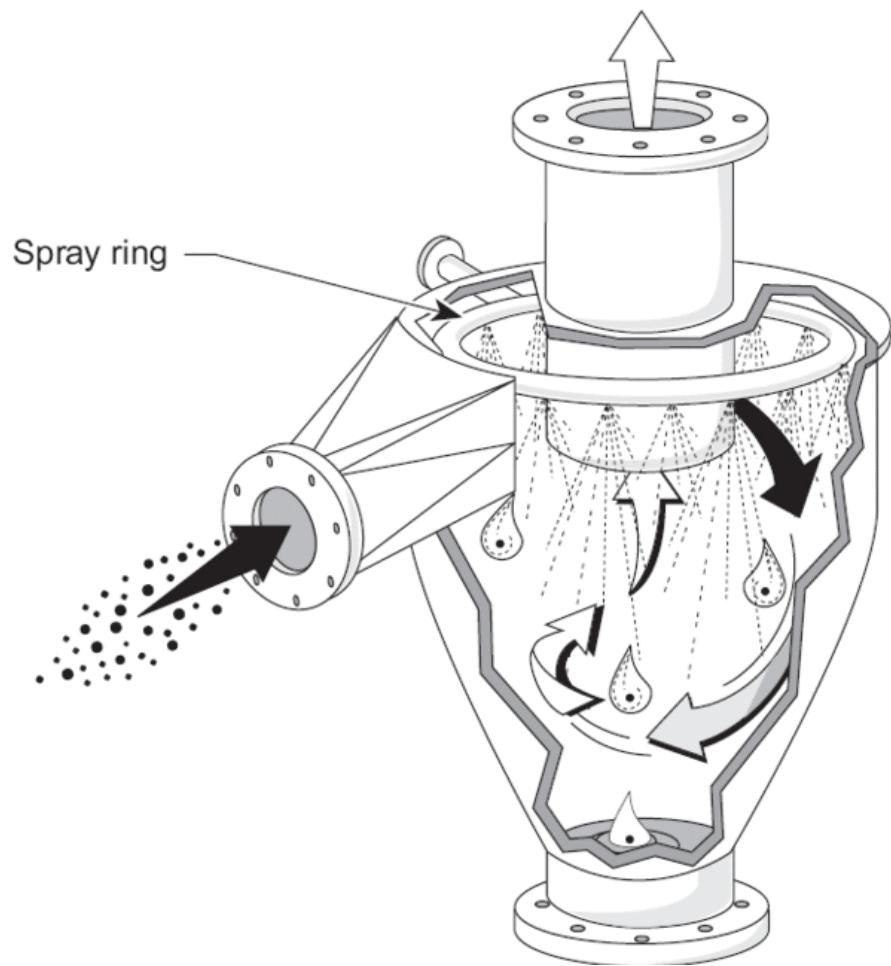
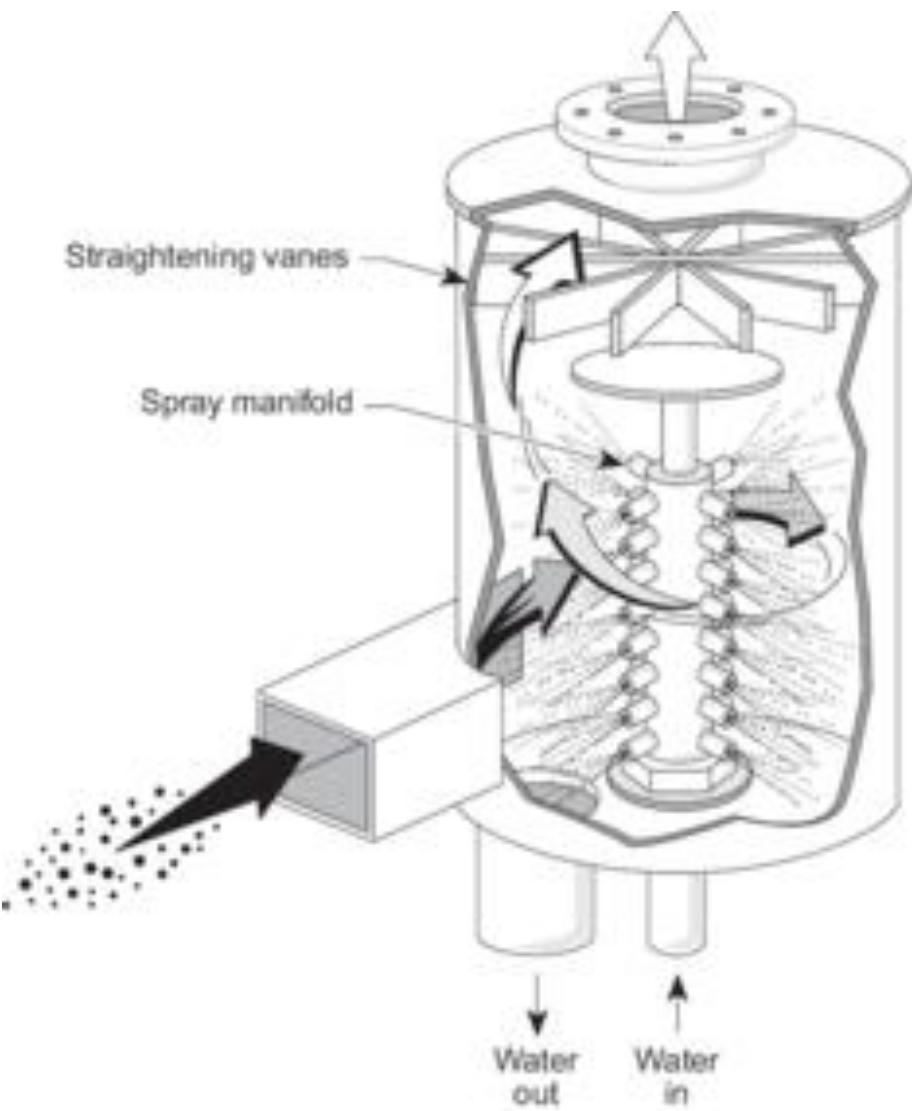
10. Precipitadores eletrostático úmido

- O gás de processo entra verticalmente no filtro eletrostático na parte inferior e é distribuído em um fluxo uniforme através de toda a seção transversal por meio de um sistema de distribuição do gás.





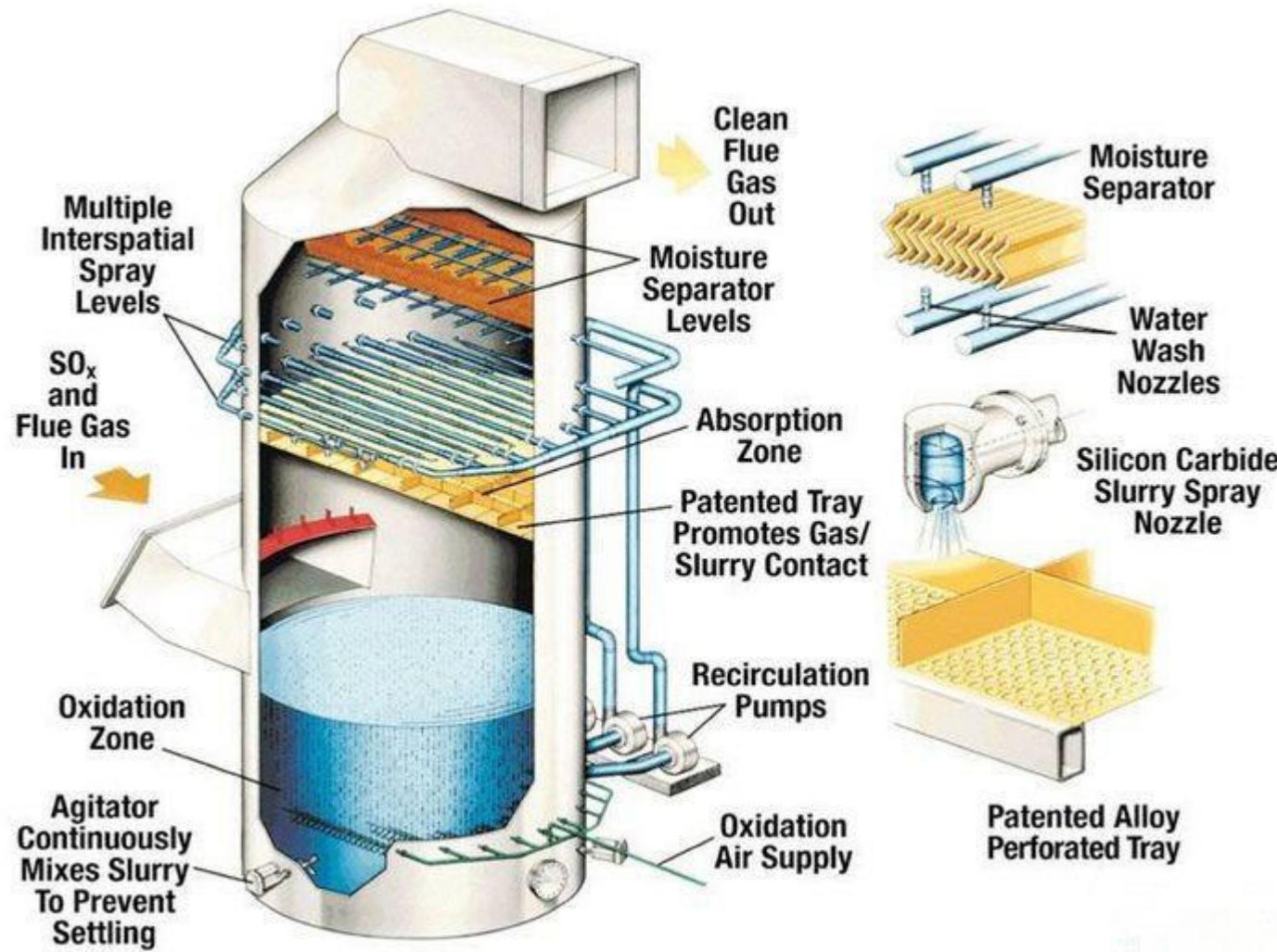
11. Lavador ciclônico





12. Torre de absorção

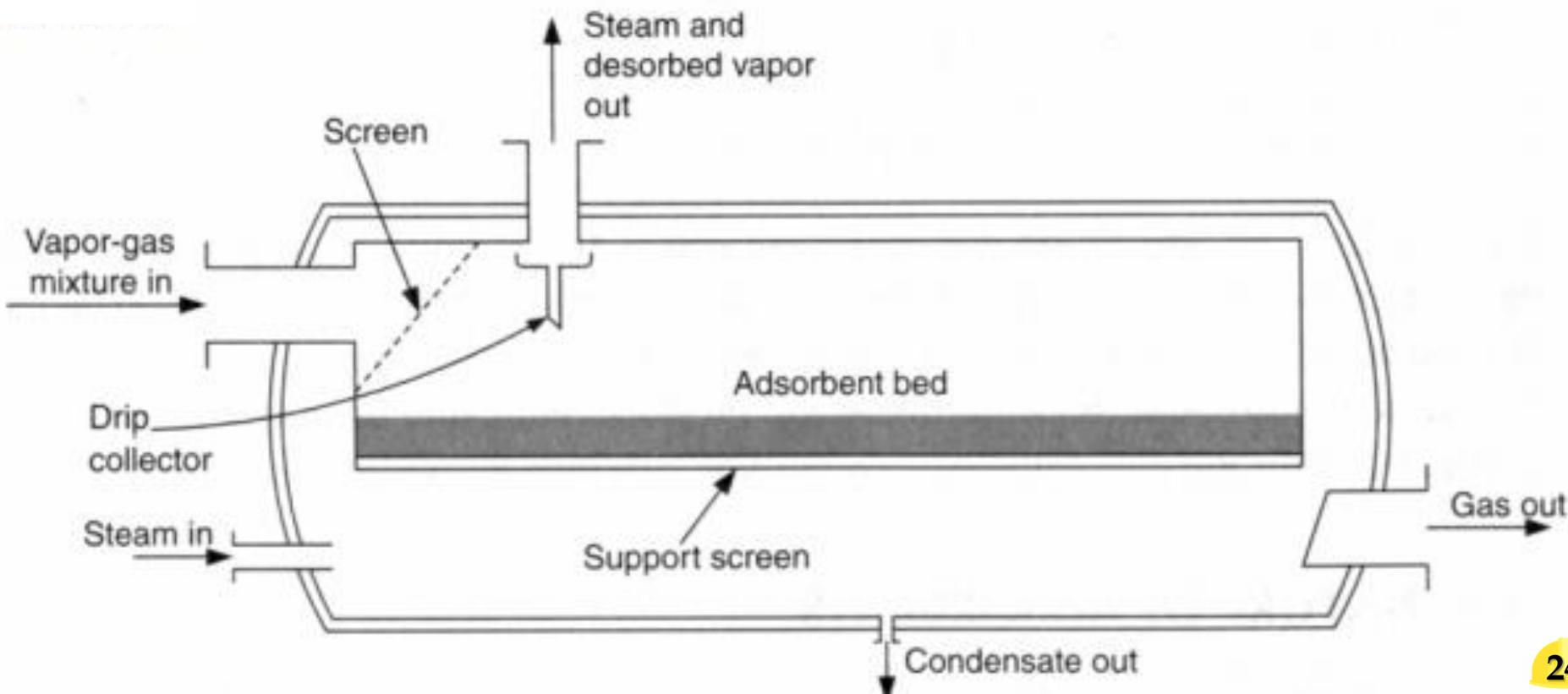
- A absorção é uma **transferência** de massa de fase uma fase gasosa para uma fase líquida.





13. Equipamentos de adsorção

- **Princípio de funcionamento:** A Adsorção ocorre quando alguns gases são seletivamente capturados por superfícies ou poros de materiais sólido.
- Os materiais mais utilizados são: **carvão ativado** (muito utilizado para compostos causadores de odor), **silica gel** e a **alumina**.





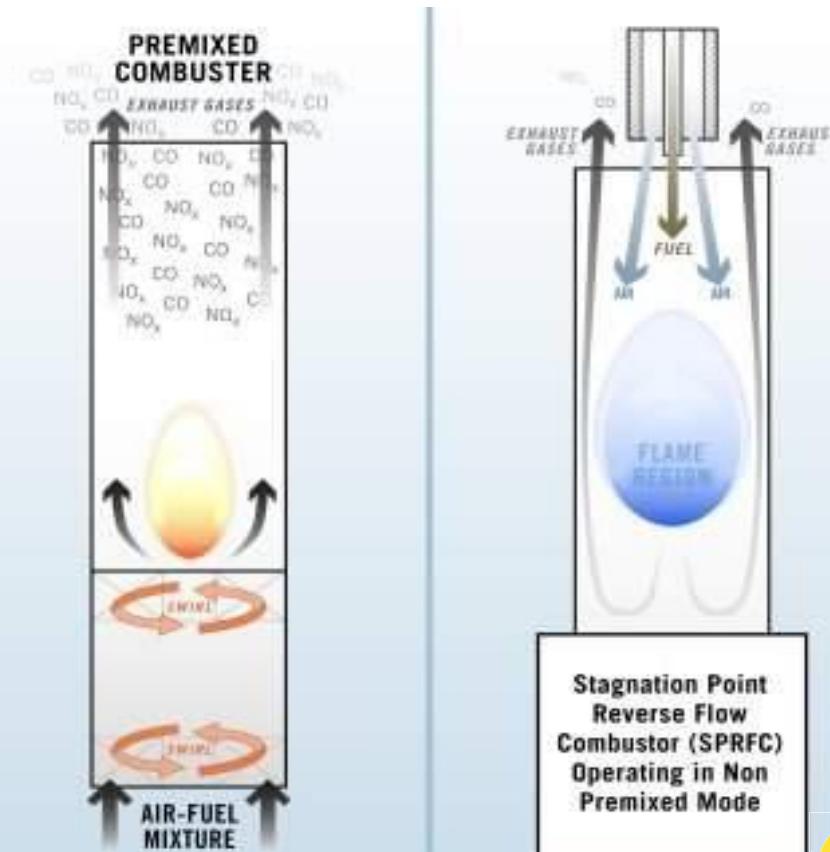
14. Incineradores de gás;

- Exposição direta do fluxo gasoso a uma chama;
 - Eficiência próxima a 100% se operado corretamente;
 - A queima dos gases pode ser utilizado como energia.

Externo *flair* ou tocha



Câmaras de combustão





15. Condensadores;

- **Princípio de funcionamento:** A aspersão de água é utilizada para baixar a temperatura do fluxo gasoso e removendo os componentes condensáveis.

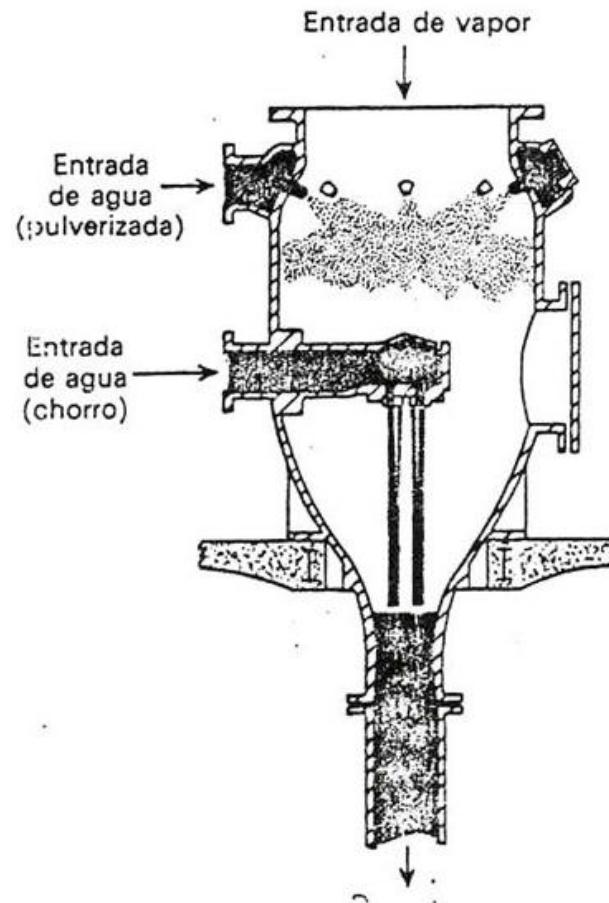


Figura 15.8. Condensador de contacto.

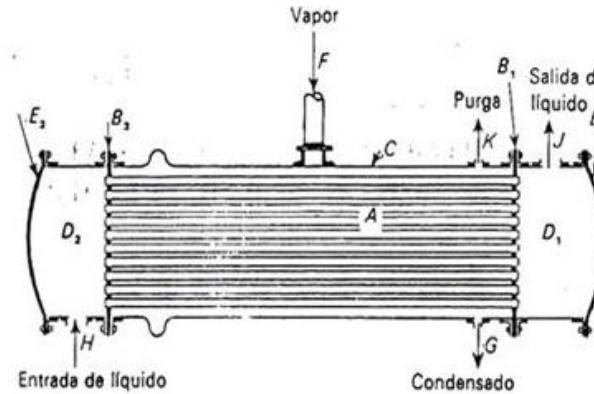


Figura 11.1. Condensador tubular de un solo paso: A, tubos; B₁, B₂, placas tubulares; C, carcasa; D₁, D₂, canales; E₁, E₂, tapaderas; F, entrada de vapor; G, salida de condensado; H, entrada de líquido frío; J, salida de líquido caliente; K, purga de gas no condensado.

Condensador de tubo e carcaça



Padrões de qualidade do ar

- **Padrões primário:** representam as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde pública. São entendidos por níveis máximos toleráveis de concentrações de poluentes atmosféricos;
- **Padrões secundários:** representam as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como a fauna e flora.



Minimização da poluição atmosférica

Reducir o uso de combustíveis fosseis



Incrementar o uso de energias renováveis



Utilizar transportes públicos



Priorizar andar a pé ou bicicleta





Minimização da poluição atmosférica

Melhorar a eficiência dos motores e dos combustíveis



Dar incentivos fiscais para compradores de veículos pouco poluentes



Não fumar em locais pouco ventilados



Recorrer a agricultura sustentável





Minimização da poluição atmosférica

Limitar o crescimento populacional



Limitar a expansão urbana



Usar chaminés altas para aumentar a dispersão dos poluentes



Aplicar taxas à poluição



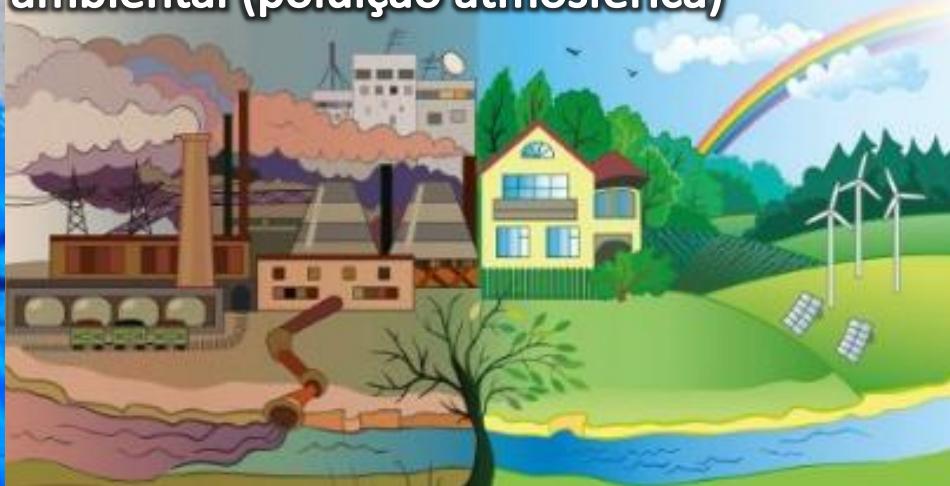


Minimização da poluição atmosférica

Limpar com frequência os aparelhos de ar condicionado



Implantar programas de educação ambiental (poluição atmosférica)



Instalação de filtros em industrias



Diminuir as queimadas





Minimização da poluição atmosférica

- Relação de percentual de álcool na gasolina:

