

3 POLUIÇÃO DO AR

3.1. Tipos de poluentes: primários e secundários

Como já se referiu, a atmosfera terrestre é composta por várias camadas onde ocorrem fenómenos diversos, sendo, no entanto, aqueles que ocorrem na troposfera os que nos causam maior preocupação.

O ar, à medida que o ar se move à superfície da Terra, arrasta produtos resultantes de actividades naturais (erupções vulcânicas, tempestades de pó e areia) e produtos resultantes de actividades humanas (gases provenientes de combustões nos transportes, nos processos industriais e domésticos, fogos) que formam um conjunto de poluentes designados poluentes primários.

Quando estes poluentes primários reagem entre si ou com outras substâncias existentes na composição do ar (a energia normalmente utilizada nestas reacções é a energia solar), formam novos poluentes, denominados poluentes secundários.

Estes poluentes, ao longo do tempo de vida, são transportados para grandes distâncias, antes de regressarem à terra sob forma particulada, de gotas ou de químicos dissolvidos na água de precipitação.

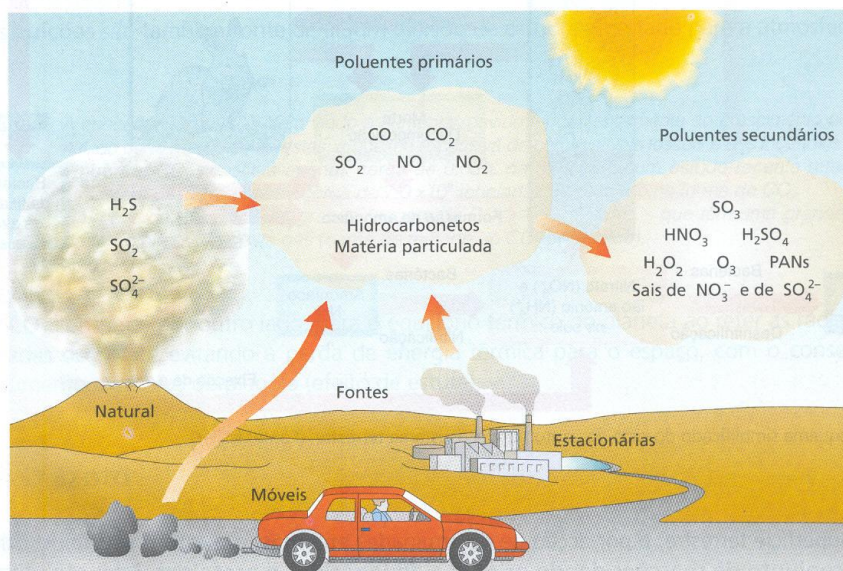


Fig. 6 – Poluentes primários e secundários.

3.2. Principais fontes de poluentes

Como já se referiu, as principais fontes de poluentes do ar são as emissões gasosas provenientes de processos industriais que envolvem combustões, centrais termoelectricas, emissões de veículos motorizados, incineração e outras.

Cada uma destas fontes contribui, de forma mais ou menos significativa, para a contabilidade total dos principais poluentes do ar (gráficos e tabelas seguintes).

Quadro 4 – Principais fontes de poluentes.

Tipo	Principais fontes	Exemplos
Óxidos de carbono CO , CO_2	Veículos motorizados, combustões domésticas e industriais e respiração.	<p>Monóxido de carbono</p>
Óxidos de enxofre SO_x SO_x (primário), SO_3 (secundário)	Centrais termoelétricas, combustões domésticas, refinarias de petróleo, siderurgias, aços, olarias, etc.	<p>Dióxido de enxofre</p>
Óxidos de azoto NO_x (NO , NO_2 , ...) e N_2O	Veículos motorizados, fábricas de ácido nítrico e fertilizantes, centrais termoelétricas, siderurgias e fábricas de aços.	<p>Óxidos de azoto</p>
Compostos orgânicos voláteis (COV) CH_4 , C_2H_6 , C_6H_6 , CFCs	Veículos motorizados e refinarias de petróleo, sprays, frigoríficos e arcas congeladoras.	<p>Compostos orgânicos voláteis</p>
Matéria particulada Partículas sólidas (poeiras, fuligem, amianto, chumbo); gotas de líquido (H_2SO_4 , PCBs, dioxinas, pesticidas)	Todas as fontes anteriores e ainda fábricas de cimento, fundições, estufas, incineradores, etc.	<p>Matéria particulada</p>
Oxidantes fotoquímicos	Várias indústrias.	O_3 , PANs (nitratos de peroxiacetil), H_2O_2 , aldeídos, induzidos pela energia electro-magnética do Sol.
Substâncias radioactivas	Várias indústrias.	Rádón 222, Iodo 131, Estrôncio 90, Plutónio 239, Potássio 40, tanto gases como partículas em suspensão.
Compostos tóxicos	Várias indústrias.	Vestígios de substâncias tóxicas (± 600), muitas voláteis e cerca de 10% carcinogénicas.
Energia térmica	Queima de <i>fuel</i> , indústrias com desperdícios de energia.	
Energia sonora	Subproduto da energia usada nos aviões, carros, indústria...	

Fontes e efeitos dos COV

Os COV tanto podem ter origem **biogénica** como **antropogénica** e tanto podem ser considerados **poluentes de exterior** como **poluentes de interior**!

A **poluição de interior** (poluição dentro de casa) pode ser mais prejudicial para o organismo que a **poluição atmosférica exterior**!

Neste momento, por exemplo, qualquer parede pintada com tinta normal liberta gases como o formaldeído e o 1,1,1-tricloroetano.

A presença destes gases pode provocar dores de cabeça, náuseas, fadiga, garganta seca, sintomas muitas vezes conotados com reacções alérgicas, quando, na realidade, são intoxicações perigosas!

Os tapetes e as carpetes que se utilizam nas nossas casas, por exemplo, libertam um *cocktail* de compostos impronunciáveis, indo a maior parte deles "atacar" o nosso sistema imunológico!

A presença destes compostos designados por **COV** (ou **VOC**) pode ser detectada onde houver tintas, decorações ou vernizes, por mais asseado que seja o local.

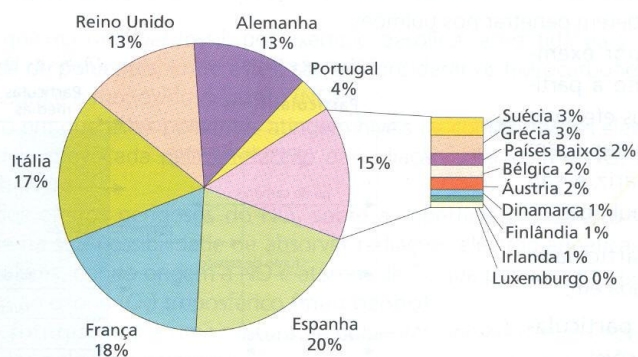


Fig. 19 – Emissões de COV na UE em 1998.

4.5. Matéria particulada

Matéria particulada (MP, em português, e PM, em inglês) é o termo genérico usado para um tipo de poluente do ar e que consiste numa complexa e variada mistura de matéria sólida ou gotas líquidas provenientes de fumos, pós, cinzas voadoras ou vapores condensados que podem estar suspensos por longos intervalos de tempo.

Estas partículas estão presentes em toda a parte, mas, em determinadas circunstâncias, são detectadas em elevadas concentrações e/ou tipos específicos, considerados extremamente prejudiciais para a saúde humana.

O diâmetro destas partículas pode variar entre 0,0005 μm e 50-100 μm (100 μm é o valor da espessura média de um cabelo humano!).

A – Origem

A matéria particulada resulta de quase todos os tipos de combustões.

Estas partículas podem ser provenientes de:

- combustão incompleta do *fuel* nos veículos motorizados;
- combustões da madeira nos fogões e lareiras;
- combustões das centrais termoelétricas;
- subprodutos das emissões de SO_2 e NO_2 (partículas de sulfatos e nitratos).

Originalmente, as normas da qualidade do ar referiam-se ao termo **PTS** (partículas totais em suspensão) ou **TSP** (*total suspended particles*, em inglês) como sendo a concentração de partículas de diâmetro até cerca de 25-45 μm . Este valor de TSP é, normalmente, uma média dos registos de um ciclo de seis dias.

Mais recentemente, cerca de 1987, apareceu a sigla **PM** (*Particulated Matter*).

As **PM-10** são as partículas com diâmetros efectivos $\leq 10 \mu\text{m}$. São também denominadas “particulados inaláveis” por terem um tamanho suficientemente pequeno para entrarem pela boca e nariz e poderem penetrar nos pulmões.

As PM-2,5, por exemplo, dizem respeito a partículas de diâmetros efectivos $\leq 2,5 \mu\text{m}$ e que ultrapassam a filtração do nariz e são depositadas nos pulmões.

A matéria particulada pode ser classificada em:

- partículas, particuladas e aerossóis;
- partículas finas;
- partículas grosseiras.

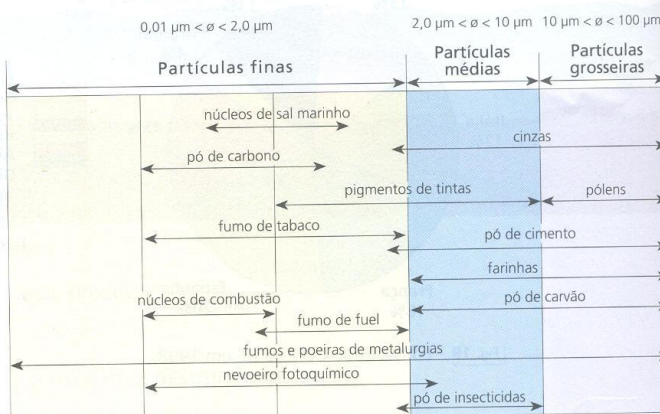


Fig. 20 – Diâmetro médio do material particulado (μm). (Fonte: Miller)

B – Efeitos na saúde humana

Os efeitos da matéria particulada na saúde humana podem ser traduzidos por:

- maior mortalidade às altas concentrações de PM-10 e algum aumento de risco de mortalidade, mesmo a baixas ou muito baixas concentrações dessas partículas (pessoas mais idosas e com problemas brônquicos);
- aumento do risco de sintomas alérgicos (maior sensibilidade) devido à consecutiva exposição a essas partículas;
- agravamento de bronquites e diminuição das funções pulmonares em crianças;
- dificuldade de excreção dessas partículas (efeito prolongado).



4 ■ Qualidade do ar: Análises, critérios e normas de qualidade do ar

4.1. Introdução

Associada ao desenvolvimento urbano e industrial e ao crescimento da utilização de veículos automóveis está a inevitável emissão de poluentes para a atmosfera que mesmo quando inodoros e incolores não são necessariamente inofensivos.

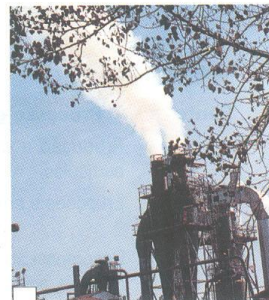
Alguns poluentes, como o chumbo, são altamente tóxicos mesmo em pequenas concentrações e outros, como o dióxido de enxofre, afectam a saúde humana quando em concentrações elevadas.

O controlo da qualidade do ar passa assim pela definição de valores limite e valores guia e por uma vigilância dos níveis atingidos pelos diversos poluentes de modo a proteger a saúde do Homem e o Ambiente de uma maneira geral.

Tanto ao nível nacional como comunitário estão já estabelecidos os valores limite e guia para as concentrações no ar ambiente e ao nível do solo de dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de azoto (NO_2), partículas em suspensão (TSP), e chumbo (Pb) (D.N. 297/87 de 20 de Março).

No que respeita ao ozono (O_3) e monóxido de carbono (CO), e uma vez que ainda não existem normas nacionais nem comunitárias, é feita a comparação dos valores existentes com os "standards" fixados nos Estados Unidos (O_3 – valor limite horário $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e CO – valor limite horário $40\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$; média máxima de 8 horas consecutivas $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Texto extraído de "QUALIDADE DO AMBIENTE", anuário 1990/1991 da Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente



Em Portugal a medição da qualidade do ar é feita em mais de 70 estações, integradas em várias redes:

- **redes autónomas** associadas às grandes fontes poluidoras – centrais térmicas, indústrias químicas e cimenteiras;
- **redes locais** em grandes centros urbanos e industriais – Lisboa, Porto, Coimbra, Estarreja;
- **rede nacional** com diversas instalações fixas equipadas com analisadores automáticos de medição de dióxido de enxofre, ozono, óxidos de azoto, monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos além de amostradores de partículas totais em suspensão (TSP) e complementada por uma instalação móvel equipada com analisadores automáticos que permitem acorrer a situações de emergência de poluição atmosférica e fazer estudos temporários em determinados locais;
- **redes internacionais** com o objectivo de estudar a poluição atmosférica a longas distâncias e sua influência na acidificação das águas e dos solos.

4.2. Poluentes do ar

Podem considerar-se basicamente cinco grandes fontes de poluição do ar:

- fontes naturais;
- fontes artificiais / industriais;
- fontes domésticas;
- incineração de resíduos;
- transportes.

Fontes naturais

Fonte	Processo gerador	Agentes poluentes
Plantas	Produção e emissão de partículas	Pólen, esporos de leveduras e bolores
Vulcões	Erupções e emanações	Gases, partículas e vapores
Solo	Decomposição de resíduos minerais, animais/vegetais	Partículas de argila, óxidos metálicos, sílica, partículas de origem animal/vegetal, gases (CO ₂ , H ₂ S, etc.)

Fontes artificiais / industriais

Fonte	Processo gerador	Agentes poluentes
Fábricas de: cimento, cerâmica, produtos químicos inorgânicos e orgânicos, farmacêuticos, detergentes, celulose e papel, de produtos alimentares, etc.	Transporte, depósito, combustão, preparação, moagem, fabricação, secagem, tratamentos químicos variados, etc.	Poeiras, tóxicas ou não, vapores e gases evacuados, solventes, negro de fumo, mercaptanos, compostos aromáticos, etc.
Centrais termoelétricas	Transporte, depósito e preparação dos combustíveis	Poeiras de carvão, cinzas, fumos, impurezas tóxicas com arsénio e flúor, gases e hidrocarbonetos
Centrais termocomplexos siderúrgicos e metalurgias elétricas	Além do transporte, depósito, preparação, moagem, combustão, fusão, vazamento...	Poeiras de mineral, vapores e óxidos do metal tratado, gases...

Fontes domésticas

Fonte	Processo gerador	Agentes poluentes
Instalações de aquecimento	Combustão de combustíveis +/- impuros	Partículas sólidas, fumo, substâncias aromáticas, etc.

Incineração de resíduos

Fonte	Processo gerador	Agentes poluentes
Crema-tórios de hospitais, incineradores de cidade	Transporte, depósito, secagem, combustão	Partículas sólidas, fumo, substâncias aromáticas, etc.

Transportes

Fonte	Processo gerador	Agentes poluentes
Automóveis	Carburadores, <i>carters</i> , depósitos de combustível, escape...	CO, CO ₂ , NO _x , Pb, hidrocarbonetos, fumos...
Navios e locomotivas	Combustão incompleta ou de combustível com resíduos	Fumo, cinzas, hidrocarbonetos, SO ₂ , H ₂ S, CO ₂ , CO...
Aviões	Combustão de combustíveis superiores	Vapores, hidrocarbonetos, óxidos de azoto, aldeídos...



5 ■ Efeitos da poluição do ar

A população urbana está quase constantemente exposta ao monóxido de carbono, quer proveniente de mecanismos que queimam gasolina ou combustíveis fósseis, quer do próprio tabaco que muitos fumam...

A hemoglobina do sangue forma com o monóxido de carbono a carboxihemoglobina (afortunadamente para o homem a reacção é reversível...), ficando pois indisponível para o transporte de oxigénio, isto para além da irritação, perda de consciência que o gás pode provocar...

Este é apenas um exemplo das muitas agressões a que estamos constantemente expostos.

Efeitos fisiológicos de gases e vapores tóxicos			
Grupo	Subgrupo	Modo de actuação	Exemplo
A Asfixiantes	1. Simples	Deficiência de oxigénio no sangue; deficiência de oxigénio no ar	N ₂ , CO ₂ , CH ₄
	2. Químico		CO
B Irritantes	1. Altamente solúveis	Irritação no tracto nasal e traqueia	NH ₃ , HCl, H ₂ SO ₄ , HF
	2. Moderadamente solúveis	Irritação na traqueia e brônquios	Cl ₂ , Br ₂ , SO ₂
	3. Pouco solúveis	Irritação nos brônquios e alvéolos pulmonares	O ₃ , COCl ₂ , óxidos de N
C Anestésicos	1. Simples	Acção sobre o sistema nervoso, sem complicações	Gasolina (isenta de benzeno)
	2. Com danos sobre órgãos	Exposições intensas ou repetidas causam danos no coração, intestinos, etc.	Etolol, éteres, cetonas, clorofórmio, tetracloreto de carbono...
	3. Com alterações sanguíneas	Exposições intensas ou repetidas causam danos no sistema de formação de sangue	Benzeno e solventes que o contenham
	4. Com efeitos no sistema nervoso	Exposições repetidas causam danos no sistema nervoso	Álcool metílico

Na troposfera o ozono é um poluente secundário sendo-lhe, relativamente ao homem, atribuíveis efeitos como irritação da garganta e nariz, fadiga e falta de coordenação motora, e enfermidades respiratórias crónicas (para concentrações da ordem de 0,1 a 3 ppm) mas os seus efeitos poluentes têm consequências também ao nível de determinados polímeros usados em produtos têxteis (com diminuição de resistência à tensão, por exemplo) e alterações nas plantas ao nível dos estomas. Em Portugal, a Portaria n.º 286/93 de 12 de Março, fixa os valores guias no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto, monóxido de carbono e ozono e o valor limite para o chumbo.

Efeitos de poeiras

O organismo reage à invasão de poeiras com uma série de defesas, e proporcionalmente ao diâmetro da partícula:

1. reflexo de tosse;
2. oclusão;
3. movimento ciliar tendente a expelir ou engolir o material;
4. fagocitose das partículas precipitadas no pulmão;
5. filtração através das paredes alveolares até aos gânglios linfáticos.

É óbvio que certas partículas são de imediato dissolvidas, entrando na circulação, como por exemplo o chumbo, que pode produzir efeitos musculares, gastrointestinais e sobre o sistema nervoso. Conhecidíssimos são também os efeitos da inalação prolongada de pós de sílica cristalina – silicose, de asbestos* ou amiantos – asbestose e de talcos – talcose.

*asbestos – conjunto de substâncias reconhecidamente cancerígenas, que no nosso país estão já sujeitas a legislação (Decreto-lei n.º 284/89 de 24 de Agosto, que tem em atenção a Convenção n.º 162 da OIT e a correspondente Recomendação n.º 172 e transpõe também para o nosso ordenamento jurídico a Directiva n.º 83/477/CEE do Conselho das Comunidades relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos derivados da exposição a amianto).

As partículas suspensas no ar podem provocar alterações climáticas significativas.

Funcionando como núcleos de condensação, podem ocasionar chuvas (em zonas industriais) ou nevoeiro (se o número de núcleos for elevado). Efeitos ópticos:





6 ■ Medidas de prevenção e tratamento de atmosfera poluídas

A poluição atmosférica existe não por ser inevitável ou por não poder ser eliminada, mas principalmente como consequência de negligência.

Presidente dos E.U.A. em mensagem ao Congresso, Janeiro de 1967

Na **prevenção da poluição de uma atmosfera** há determinadas acções a desenvolver:

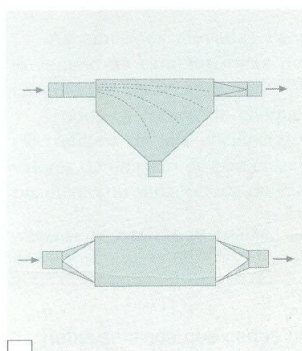
	1	2	3	4	5
A C C I O	Definir a capacidade do ar local para aceitar os poluentes sem alteração da qualidade daquele	Prevenir a formação de poluentes nas fontes de poluição	Reduzir os tipos e quantidades de poluentes por controlo das combustões	Reduzir as emissões de poluentes, modificando os processos de fabrico	Remover os poluentes nos locais de formação
I N F O R M A C I O	Obter inventários de emissões, dados meteorológicos e conhecer os comportamentos dos poluentes e sua interacção no ar	Optar por combustíveis mais puros e pelo tratamento de detritos	Optar por engenhos de combustão mais eficazes	Reconhecer as fontes de poluição e eventuais alternativas a essas fontes	Identificar o poluente e instalar e manter em funcionamento equipamento de purificação de ar adequado

No **tratamento de atmosferas** muitas são as tecnologias disponíveis:

A. Para partículas

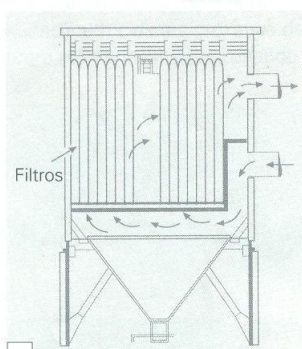
Tipo	Eficiência de remoção
1 – Câmaras de sedimentação	40 a 60%
2 – Separadores por inércia	20 a 80%
3 – Filtros	60 a 90%
4 – Precipitadores electrostáticos	40 a 99%
5 – Torres de separação	80 a 99%
6 – Venturi	30 a 99%

1 – Câmaras de sedimentação – onde as correntes gasosas sofrem desaceleração e as partículas em suspensão têm tempo de sedimentar (fig. 21).



21

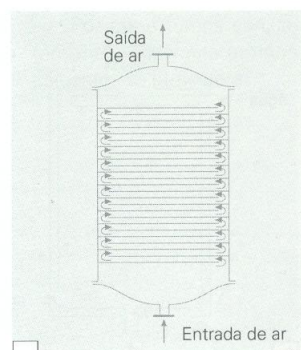
3 – Filtros – nos quais o fluxo gasoso atravessa uma superfície porosa (de tecido, fibras naturais ou sintéticas, vidro silicónado,...) com a forma de mangas, planas ou onduladas, ou de sacos, destinada a deter as partículas que posteriormente são removidas por agitação ou vibração (fig. 24).



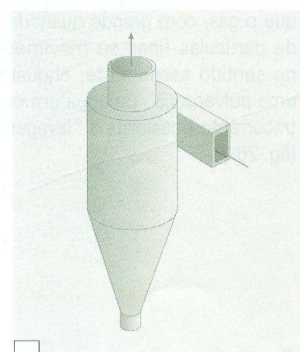
24

2 – Separadores por inércia – aparelhos de impacto – em que as mudanças bruscas de direcção da corrente gasosa originam diminuição da velocidade das partículas que acabam por sedimentar (fig. 22).

Ciclones – cilindros ou cones com eixos verticais, em que os gases carregados de partículas penetram tangencialmente pela parte superior, progredindo para a inferior sendo “empurradas” para as paredes pela reacção centrífuga a que estão sujeitas no movimento helicoidal rápido de descida, e o gás desempoeirado sai por um colector central (fig. 23).

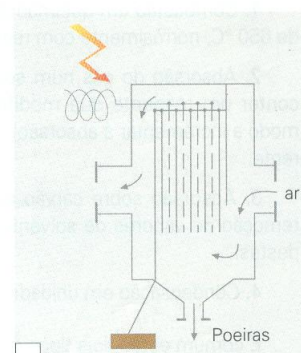


22

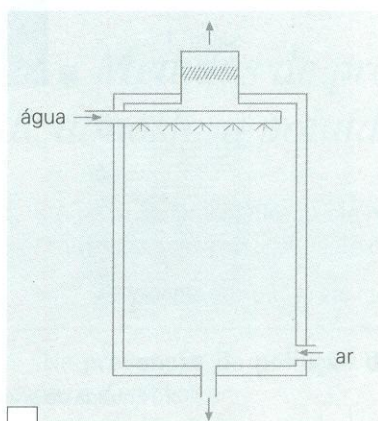


23

4 – Precipitadores electrostáticos – em que as partículas são electrizadas num campo eléctrico criado entre eléctrodos alimentados em alta tensão contínua, sendo captadas por outros eléctrodos ditos receptores (fig. 25).

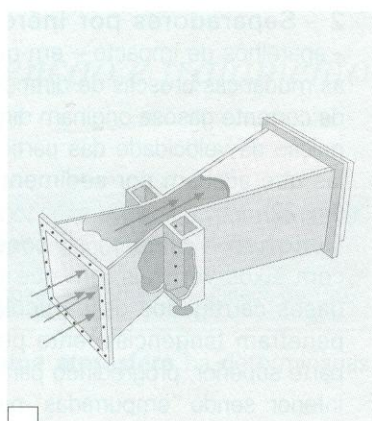


25



26

5 – Torres de separação – em que o gás, com grande quantidade de partículas finas se movimenta no sentido ascendente, enquanto uma pulverização de água em contracorrente possibilita a “lavagem” (fig. 26).



27

6 – Venturi – em que no estrangulamento é injectada água em gotas que, ao colidir com as partículas transportadas pelo gás, se combinam com estas, resultando partículas de dimensões superiores posteriormente colectadas mais facilmente (em colector do tipo ciclone) (fig. 27).

B. Para gases e vapores

1. Combustão em queimadores especiais, a temperaturas da ordem de 650 °C, normalmente com recurso a catalisadores de platina.
2. Absorção do gás num solvente (normalmente a água, que deve conter um reagente que modifique a forma química do poluente, de modo a incrementar a absorção). Pode ser feita em torres, em contracorrente.
3. Adsorção sobre carvão activado ou sílica gel, sobretudo para a remoção de vapores de solventes orgânicos (com possível recuperação destes).
4. Condensação em unidades de refrigeração.

É comum estes dois tipos de sistemas – para poeiras e para gases – serem usados conjuntamente na mesma instalação fabril.

Emissões para a atmosfera das indústrias cimenteiras portuguesas

Poluentes	Emissões em 1987 (ton/ano)
Partículas	3 772
NOx	16 276

As emissões elevadas de partículas das indústrias cimenteiras devem-se às características próprias do processo de produção do cimento por via seca.

Todos os fornos de clínquer do nosso país estão equipados com electrofiltros de alta eficiência, sendo conclusão possível que os altos valores de emissão de partículas sejam causados por deficiente dimensionamento ou situações de deficientes operação.

Adaptado de *Qualidade do Ambiente*, anuário 1990/1991 da Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente

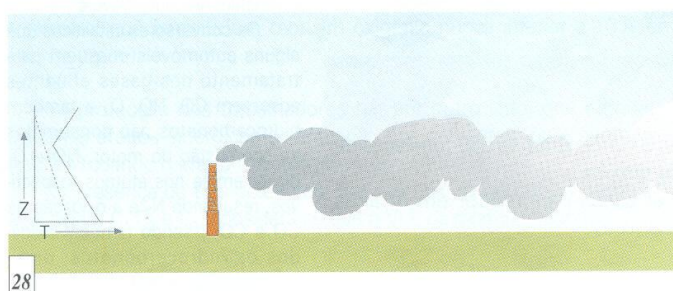
Poeiras e fumos conjuntamente – os mais antigos poluentes da atmosfera!

Refira-se ainda que certas nuvens de poeiras nas instalações fabris se podem comportar como produtos explosivos muito potentes quando postos em contacto com uma chama, chispa ou superfície quente.

Exemplos de poeiras que podem inflamar-se rapidamente, com propagação da combustão: açúcar, amido, cacau, cortiça, dextrina, farinhas, lã, pó de madeira, para além de pós de magnésio e de enxofre, também muito perigosos.

Outros meios de combate à poluição atmosférica

Uso de chaminés de grande altura – que emitam os efluentes gasosos acima da camada de inversão de ar (que ocorre com muita frequência em cidades próximas de grandes massas de água ou abrigadas entre montanhas), possibilitando uma rápida dispersão dos poluentes.



Saneamento dos gases de escape de automóveis – por regulação do carburador que permita, sobretudo em situações de trânsito intenso que obrigam a marcha lenta, diminuir o teor em monóxido de carbono (amostragem e determinação de teor regulada pelas NP-2137 e NP-2138) e gasolina não queimada nos gases de escape dos motores.

Diminuição dos teores de chumbo adicionados às gasolinas – este elemento poluente é adicionado a gasolinas com objectivos antidetonantes.

O índice de octano, IO, varia de zero, correspondente a heptano simples a 100, correspondente a isooctano simples (melhor poder detonante); uma gasolina com índice de octano 98, comporta-se como uma mistura de 2% de heptano e 98% de isooctano. O chumbo tem sido adicionado a gasolinas com o objectivo de aumentar o IO.

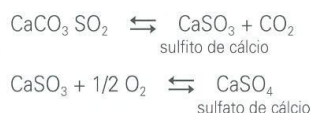
Actualmente, tem vindo a ser substituído por alcoóis, ésteres e compostos oxigenados.

Em Portugal, a gasolina Galp sem chumbo é mesmo sem chumbo e sem outros aditivos: se o carro por vezes “grila” mais, é porque o IO da gasolina é apenas 95,5-96.

Dessulfuração dos combustíveis líquidos e seus efluentes gasosos – o teor em enxofre no gasóleo é ainda hoje da ordem de 0,03 a 0,15%.

As centrais termoeléctricas queimam por dia toneladas de carvão em que a percentagem de enxofre é variável, podendo atingir 5%. Como consequência resulta a produção de SO_2 que rapidamente se converte em SO_3 por reacção com o oxigénio do ar (reacção favorecida pela luz solar). Este gás, na presença de vapor de água, converte-se em ácido sulfúrico que precipita nas chuvas.

Se nas centrais termoeléctricas a combustão do carvão for feita em câmaras ventiladas, na presença de calcário, a quantidade de óxidos nocivos formados pode ser reduzida em cerca de 90% (dessulfuração):



Problema

- Uma central termoeléctrica queima diariamente 15 000 toneladas de carvão, com 3% de impurezas de enxofre. Que massa de calcário deve ser usada para reduzir em 90% as emissões diárias de SO_2 pelas chaminés?

R.: 1269 toneladas.

O Conselho das Comunidades Europeias, considerando que a utilização de chumbo conduz à poluição saturnina de numerosas áreas do ambiente e que o chumbo inalado contribui de um modo significativo para o teor corporal global em chumbo – risco para o homem – fixou, em 3 de Dezembro de 1982, o Valor Limite de concentração média anual de chumbo na atmosfera em 2 microgramas por metro cúbico, valor que não deve ser ultrapassado.

$\text{Pb} (\text{C}_2\text{H}_5)_4$, tetraetilo de chumbo – antidetonante que se adiciona às gasolinas, responsável pela poluição por chumbo do ar das grandes cidades, mas também contaminante dos conversores catalíticos (à base de platina, ródio e vanádio) dos automóveis.

Os conversores catalíticos que alguns automóveis possuem para tratamento dos gases efluentes adsorvem CO , NO , O_2 e também hidrocarbonetos não consumidos na combustão do motor. NO e O_2 dissociam-se nos átomos respectivos, resultando N_2 e a oxidação de CO e CO_2 , sendo também oxidados os hidrocarbonetos, originando-se CO_2 e H_2O .



8

■ *Poluição microbiológica do ar*

No ar não existem naturalmente microrganismos – eles provêm de fontes de contaminação existentes no ambiente, sendo disseminados pela tosse, espirros a partir do tracto respiratório humano, nebulização de águas contaminadas e sobretudo do solo, este sim, rico neste tipo de vida.

Sendo transportados quer ao longo de escassos centímetros ou de quilómetros, devido à turbulência do ar, podem morrer em segundos ou sobreviver meses, consoante a sua natureza, condições atmosféricas (humidade, temperatura, luz) e constituem risco de contaminação para residências, laboratórios, processos industriais que dependam de micróbios seleccionados.

Lixeiras, matadouros, pocilgas, irrigações da lavoura e florestas com efluentes de esgotos podem ser a fonte de algas, protozoários, leveduras, bolores, bactérias, esporos, etc. para o ar.

8.1. Controlo microbiológico do ar

O controlo microbiológico do ar assume importância particular por exemplo em salas de operação de hospitais, em salas ditas "limpas" onde se pretende, por exemplo, uma redução a valor zero da contaminação de componentes electrónicos que estejam a ser fabricados.

Existem algumas medidas eficazes:

- agentes químicos – que usados na forma de aerossóis exercem acção bactericida (exs.: ácido láctico, ácido hipocloroso, resorcinol);
- radiação ultravioleta – lâmpadas germicidas que implicam precaução por parte do homem, dado poderem produzir irritação na pele e afectar o olho humano;
- filtração – por passagem do ar através de filtros de poro da ordem de 0,45 μm ;
- sistemas de fluxo laminar – que provocam uma movimentação das moléculas de ar com a mesma velocidade e em direcções paralelas o que evita que as partículas em suspensão mudem de direcção ; isto conduz a uma elevada protecção da superfície de trabalho contra microrganismos e partículas contaminadas – zona estéril. O ar é por fim lançado para a atmosfera através de um filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air), filtro em fibra de vidro, com alta capacidade de contenção de partículas de diâmetro da ordem de 0,3 μm .