

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS
CURSO DE TECNÓLOGO EM MEIO AMBIENTE**

Jânio Soares Pinto Cardoso

José Raymundo dos Reis

GESTÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR

JUIZ DE FORA

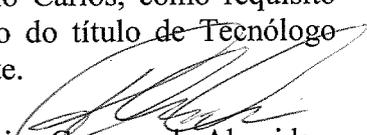
2007

Jânio Soares Pinto Cardoso

José Raymundo dos Reis

GESTÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR

Monografia apresentada ao Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.


Orientador: Vinícius Campos de Almeida

JUIZ DE FORA

2007

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram direta ou indiretamente no decorrer de todo o curso, aos professores e funcionários da UNIPÁC;

Aos nossos familiares, na certeza de serem tudo em nossas vidas. Agradecemos a compreensão por todos os momentos que tivemos ausentes,

E principalmente a Deus, vivo e único, por dar-nos a oportunidade de viver, amar, querer e realizar...

DEDICATÓRIA

"O valor das coisas não está no tempo em que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem.
Por isso existem momentos inesquecíveis,
coisas inexplicáveis e
pessoas incomparáveis".
(Fernando Pessoa)

Dedicamos essa vitória a todos que
De uma maneira ou de outra tornou a
Caminhada mais agradável.

RESUMO

O desenvolvimento industrial e urbano tem originado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. O acréscimo das concentrações atmosféricas destas substâncias, a sua deposição no solo, nos vegetais e nos materiais é responsável por danos na saúde, redução da produção agrícola, danos nas florestas, degradação de construções e obras de arte e de uma forma geral origina desequilíbrios nos ecossistemas. Ao nível da saúde humana a poluição atmosférica afeta o sistema respiratório podendo agravar ou mesmo provocar diversas doenças crônicas tais como asma, bronquite crônica, infecção nos pulmões, enfisema pulmonar, doenças do coração e cancro do pulmão. A poluição do ar, devido às características da circulação atmosférica e devido à permanência de alguns poluentes na atmosfera por longos períodos de tempo, vem sendo responsável por alterações ao nível planetário, o que obriga à conjugação de esforços a nível internacional. São, deste modo, exigidas ações para prevenir ou reduzir os efeitos da degradação da qualidade do ar o que já foi demonstrado ser compatível com o desenvolvimento industrial e social. A gestão da qualidade do ar envolve a definição de limites de concentração dos poluentes na atmosfera, a limitação de emissão dos mesmos, bem como a intervenção no processo de licenciamento, na criação de estruturas de controle da poluição em áreas especiais e apoios na implementação de tecnologias menos poluentes.

Palavras-Chave: Poluição atmosférica, meio ambiente, saúde humana.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	07
REFERENCIAL TEÓRICO	09
1. - Protocolo de Kyoto.....	09
1.1 - Necessidade Humana.....	09
1.2.- Monitoramento da Qualidade do Ar.....	10
1.3 - Respiração e Fotossíntese	10
1.4 - Poluentes Atmosféricos.....	11
1.5 - Efeitos na Saúde.....	11
POLUIÇÃO DO AR	12
2.1 – Poluição do Ar X Ação Humana.....	13
2.2 – Principais Poluentes	14
2.3 – Ciclo da Poluição	15
2.4 - Efeitos Globais.....	16
2.5 - Programas Nacionais para a Qualidade do Ar	17
2.6 - Poluição Atmosférica e Saúde	18
2.7 – Ozônio	19
2.8 - SO ₂	20
POLUIÇÃO DOS INTERIORES	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

INTRODUÇÃO

A velocidade e a intensidade das mudanças no sistema climático da Terra, principalmente nas últimas décadas, desenham um cenário preocupante, e têm sido motivo de pesquisa dos cientistas, de adoção de medidas severas dos órgãos ambientais, e de negociações entre os líderes mundiais, para restringir a emissão de gases poluentes.

Devido ao modelo de desenvolvimento baseado na queima de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral, os gases causadores do efeito estufa, principalmente dióxido de carbono, têm sido lançados na atmosfera em quantidades cada vez maiores, afetando o clima do Planeta de forma imprevisível.

As conseqüências para o meio ambiente e para toda a humanidade poderão ser catastróficas, como a diminuição da cobertura vegetal, o descongelamento de geleiras e calotas polares, secas cada vez mais prolongadas, aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como enchentes, furacões e tempestades, entre outros.

Até meados de 1980, a poluição atmosférica urbana era atribuída basicamente às emissões industriais, e as ações dos órgãos ambientais visavam ao controle das emissões dessas fontes. Com o rápido crescimento da frota veicular, verificou-se a enorme contribuição dessa fonte na degradação da qualidade do ar, principalmente nas regiões metropolitanas.

A preocupação com os efeitos da poluição atmosférica não é recente, tendo inspirado políticas oficiais de controle já na década de 1950. Portanto, fazem-se necessárias ações para prevenir ou reduzir os efeitos da degradação da qualidade do ar. É possível o desenvolvimento industrial e social de maneira responsável e com medidas de sustentabilidade.

A gestão da qualidade do ar envolve a definição de limites de concentração dos poluentes na atmosfera, a limitação de emissão dos mesmos, bem como a intervenção no processo de licenciamento, na criação de estruturas de controle da poluição em áreas especiais e apoios na implementação de tecnologias menos poluentes.

O objetivo do presente trabalho é relatar os efeitos da poluição do ar por partículas, associar os danos à saúde decorrente dessa poluição, propiciando os leitores, uma reflexão sobre assunto de extrema importância nos dias atuais, provando uma inquietude que leve a uma conscientização.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. - PROTOCOLO DE KYOTO

O Protocolo de Kyoto foi o resultado da 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada no Japão, em 1997, após discussões que se estendiam desde 1990. A conferência reuniu representantes de 166 países para discutir providências em relação ao aquecimento global.

O documento estabelece a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂), que responde por 76% do total das emissões relacionadas ao aquecimento global, e outros gases do efeito estufa, nos países industrializados. Os signatários se comprometeriam a reduzir a emissão de poluentes em 5,2% em relação aos níveis de 1990. A redução seria feita em cotas diferenciadas de até 8%, entre 2008 e 2012.

Para cumprirem o compromisso assumido, os países que assinaram o Protocolo deverão implementar as seguintes ações: Estimular a troca de combustíveis fósseis, carvão e petróleo, por combustíveis que emitem menos dióxido de carbono, por exemplo, gás; Estimular o uso da energia limpa, por exemplo, solar e eólica, que não emitem dióxido de carbono; Utilização de biocombustíveis; Plantar e proteger as florestas que absorvem o dióxido de carbono, entre outras medidas.

Fonte: <http://www.Terramistica.com.br> e Apostila Curso Gestão e Planejamento Ambiental.

1.1. - NECESSIDADE HUMANA

Para sua sobrevivência o ser humano, adulto médio, necessita de 1,5 kg de ar por dia, 1,5 kg de alimento e 2,5 litros de água por dia.

O homem pode viver, cinco semanas sem alimento, cinco dias sem água e somente, até 5 minutos sem ar.

(Fonte: Apostila Curso Gestão e Planejamento Ambiental).

1.2. - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O monitoramento da qualidade do ar é realizado para determinar o nível de concentração dos poluentes presentes na atmosfera. Os resultados obtidos não só permitem um acompanhamento sistemático da qualidade do ar na área monitorada, como também se constituem em elementos básicos para elaboração de diagnóstico da qualidade do ar, visando subsidiar as ações governamentais no que toca ao controle das emissões, com vistas à saúde e melhoria da qualidade de vida da população.

Os resultados da rede de monitoramento das regiões Metropolitana e do Médio Paraíba são divulgados diariamente e mensalmente, por meio do Boletim de Qualidade do Ar, e anualmente, pelos relatórios e trabalhos publicados.

1.3 - RESPIRAÇÃO E FOTOSSÍNTESE

Fotossíntese e respiração são processos com reações e objetivos diferentes. A fotossíntese ocorre nas células clorofiladas, para produzir compostos orgânicos energéticos. A respiração ocorre em todas as células. É um processo de oxidação de compostos orgânicos, que libera energia necessária para a realização de todos os processos metabólicos das plantas. Ocorre não só nas plantas, mas em todos os seres vivos, incessantemente, durante toda a vida.

O processo de respiração e o da fotossíntese constitui um processo contínuo. Na respiração o homem retira o oxigênio do ar e libera o gás carbônico, que é absorvido pelas plantas no processo da fotossíntese. Em presença de luz e através do pigmento chamada clorofila as plantas retém o dióxido de carbono e libera o oxigênio.

Fonte: <http://www.redeambiente.org.br> e Apostila Curso Gestão e Planejamento Ambiental.

1.4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Segundo a Resolução Conama n° 03/90

“Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tomem ou *à* saúde; inconveniente ao *bem-estar* público; danoso aos arteriais, segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade”. (Art. 1° -Parágrafo Único)

Numerosos esquemas de classificação podem ser delimitados para a variedade de poluentes que podem estar presentes na atmosfera. A determinação sistemática da qualidade do ar está restrita a um grupo de poluentes universalmente consagrados como indicadores da qualidade do ar, devido a sua maior freqüência de ocorrência e pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. São eles: dióxido de enxofre (SO₂), partículas em suspensão (PTS), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio(O₃), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NOX).

1.5. EFEITOS NA SAÚDE

De maneira geral, os efeitos dos gases poluentes na saúde humana estão intimamente associados à sua solubilidade nas paredes do aparelho respiratório, fato este que determina a quantidade do poluente capaz de atingir as regiões mais distais dos pulmões.

Há evidências de que o dióxido de enxofre agrava as doenças respiratórias pré-existentes e contribui para seu aparecimento. O dióxido de *nitrogênio*, devido à sua baixa solubilidade, é capaz de penetrar profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem as nitrosaminas, algumas das quais podem ser carcinogênicas. Também é um poderoso irritante, podendo causar sintomas que lembram aqueles do enfisema. A presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada à redução da capacidade pulmonar e ao agravamento das doenças respiratórias, como a asma. Os efeitos da exposição ao monóxido de carbono estão associados à diminuição da capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. Foi demonstrado, experimentalmente, que a pessoa exposta ao monóxido de carbono

pode ter diminuído seus reflexos e acuidade visual e sua capacidade de estimar intervalos de tempo. Altos índices do poluente em áreas de fluxo intenso de veículos têm sido apontados como causa adicional de acidentes de trânsito.

Poeiras em suspensão no ar afetam a capacidade de o sistema respiratório remover as partículas do ar inalado, retendo-as nos pulmões; quanto mais finas as partículas, mais profundamente penetram no aparelho respiratório. As poeiras em suspensão também potencializam os efeitos dos gases presentes no ar.

2. – POLUIÇÃO DO AR

Quando a atmosfera causa danos à fauna, flora, materiais e ao ser humano afirma-se que está poluída, esta poluição resulta da alteração de características físicas, químicas e biológicas normais da atmosfera. Esta poluição é o retrato negativo da industrialização. Milhões de toneladas de elementos poluentes são emitidos diariamente, e estes alteram de forma passageira ou até mesmo permanente as condições de vida na Terra. Nos grandes centros urbanos verifica-se a emissão de monóxido de carbono que apesar de inodoro, invisível e insípido é considerado o principal poluente destas áreas.

Alguns episódios isolados e de intensa poluição atmosférica podem acarretar sérios contratemplos e até mesmo provocar diversas mortes. No Brasil estas experiências remontam os anos de 1970, época em que os primeiros dispositivos legais apareceram para regular o fenômeno.

A poluição é uma realidade do mundo moderno e, dentro dos limites suportáveis, os humanos têm que conviver com ela. Apesar disto a população tem que se conscientizar da situação, para desta forma podermos minimizar os efeitos negativos e suas conseqüências.

O ar está poluído quando contém elementos estranhos à sua composição natural: oxigênio, nitrogênio, gases nobres e vapor d'água e até dióxido de carbono. As formas mais comuns de poluição do ar são pelo monóxido de carbono, dióxidos de carbono (em excesso) e de enxofre, óxidos de nitrogênio e por partículas diversas (poeiras).

2.1. – POLUIÇÃO DO AR X AÇÃO HUMANA

A poluição do ar é um fenômeno decorrente principalmente da atividade humana em vários aspectos dentre os quais destacamos o crescimento populacional, industrial e os hábitos da população. Apesar de sentida, a muito tempo, foi principalmente na 2ª metade do século XX que a poluição do ar assumiu destaque entre a população e junto a comunidade técnico-científica.

Segundo as Nações Unidas, quase metade da humanidade vive nas cidades e, no Brasil os índices de urbanização alcançam os 75%. A concentração das pessoas nos processos produtivos nos centros urbanos tem como principal consequência o aumento da poluição a níveis espantosos.

A poluição possui várias fontes, dentre as quais podemos destacar:

- esgoto;
- resíduos sólidos;
- resíduos e emissões industriais;
- lixo radioativo;
- agrotóxicos;
- extração e tratamento de minerais;
- veículos automotores.

A degradação da qualidade ambiental, resultado de uma ação direta ou indireta prejudica bastante a população mundial. Citaremos alguns exemplos:

- prejudicam a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- criam condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetam desfavoravelmente a biota;
- afetam as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- lançam matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

(Fonte: [http:// www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br))

2.2 – PRINCIPAIS POLUENTES

O aumento das emissões atmosféricas tem sido provocado pelo crescimento da população urbana e dos níveis de industrialização. Dentre os diversos poluentes originados pelas fontes antropogênicas destacam-se as emissões de particulados, onde as partículas mais finas são reconhecidas por terem um forte impacto sobre o ambiente.

Atualmente, o monitoramento de aerossóis $PI_{2,5}$ tem sido mais recomendado que PI_{10} , devido a estas partículas apresentarem relação direta com efeitos à saúde e pelo fato deste tipo de amostragem evitar a interferência de partículas naturais ($<100\ \mu m$). Entretanto, atividade industrial com alta emissão tem grande impacto sobre a qualidade do ar, devido à emissão intensa de particulados na faixa de $10 - 2,5\ \mu m$.

As partículas finas ($PI_{2,5}$) contêm espécies químicas potencialmente prejudiciais como ácidos, metais pesados e Hidrocarbonetos Poli cíclicos Aromáticos. Comparadas com partículas de diâmetro maior que $10\ \mu m$, estas partículas estão diretamente relacionadas com as emissões antropogênicas². As fontes e a composição química do particulado PI_{10} e $PI_{2,5}$ podem ser diferentes. O tamanho das partículas, assim como suas propriedades físicas e químicas afeta seu tempo de residência na atmosfera. O particulado menor que $10\ \mu m$ é gerado por processos mecânicos e consiste de partículas de poeira do solo, sal marinho, cinzas volantes, além de outras fontes.

Essas partículas podem ser geradas por veículos automotores, termoelétricas, siderúrgicas, fábricas de cimento e papel, refinarias e queimadas em florestas, dentre outros. Em particular, os processos de produção de energia termoelétrica com utilização de carvão pulverizado são responsáveis pela produção de partículas menores que $5\ \mu m$. Segundo estudos recentes, a composição química destas partículas constitui-se em uma característica importante para o estudo dos efeitos provocados na saúde.

Para que esses estudos sejam realizados os principais poluentes estudados são: partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxidos de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e ozônio (O_3).

(Fonte: Apostila Curso Gestão e Planejamento Ambiental e www.scielo.br)

2.3 – CICLO DA POLUIÇÃO

O problema da poluição do ar tem constituído uma das mais graves ameaças à qualidade do ar da população nos grandes centros urbanos. Este problema é determinado por um complexo sistema que envolve emissões provenientes de processos industriais, transportes, queima do combustível industrial e doméstico, queimadas originadas de desmatamentos ou da indústria agro-açucareira, geração de energia elétrica, incineração, enfim, subprodutos que o desenvolvimento industrial pode propiciar.

(Fonte – Mônica Kofler Freitas, e <http://ciclosocial.blogspot.com>)

Sabe-se que o Ciclo de Poluição do Ar é um ciclo contínuo, o poluente é lançado para a atmosfera por uma fonte de poluição .Na atmosfera, esses poluentes poderão reagir, dispersar, serem transportados em função das condições meteorológicas reinantes.

(Fonte: Apostila Curso Gestão e Planejamento Ambiental)

Entretanto, as cidades com o crescimento cada vez mais rápido e desordenado sofrem modificações radicais no seu ambiente urbano, afetando a saúde dos seres humanos e animais, danificando a vegetação, deteriorando os materiais, afetando o clima, reduzindo a radiação solar e interferindo com a qualidade de vida.

A necessidade da organização do espaço urbano também está aliada à qualidade ambiental. O Planejamento Urbano tem a principal função de estabelecer e indicar medidas, diretrizes e restrições para a ocupação e a correta utilização que este espaço pode gerar, impedindo que o crescimento desorganizado venha prejudicar o próprio desenvolvimento futuro para a nossa sociedade.

A poluição do ar também varia de região para região, dependendo da topografia e das condições meteorológicas, das disposições dos edifícios (altura e largura) e orientação da rua em uma determinada zona de intenso tráfego, isso faz com que a dispersão dos gases na atmosfera possa ter uma duração de apenas minutos, horas e até semanas. Na época de inverno, por exemplo, a dispersão é dificultada por causa da famosa inversão térmica.

É preciso esforços para formular estratégias coerentes para o controle da poluição do ar associada a ocupação e uso do solo urbano. Já é tempo de se começar a pensar em como serão as nossas cidades no futuro.

2.4- EFEITOS GLOBAIS

Efeito Estufa: a concentração de gás carbônico resulta no aquecimento da temperatura à volta da Terra causaria pela retenção de raios infravermelhos na atmosfera. Também gases como o metano, os clorofluorcarbonos e os óxidos de nitrogênio colaboram para o mesmo efeito. O reflorestamento e a manutenção da cobertura vegetal existente aprisionam o gás carbônico e reduzem os riscos do efeito estufa dentre outros.

Chuva Ácida: apesar de restritas a áreas pouco extensas são prejudiciais à vegetação em geral, à agricultura e às condições atmosféricas. Deve-se atentar aos efeitos desta sobre reservas próximas a centros industriais, onde fatores climáticos podem potencializar o risco.

Redução da Camada de Ozônio: O ozônio da estratosfera vem sendo eliminado pelo cloro presente em determinados compostos, com *isso* ocorre um aumento na incidência da radiação ultravioleta que acarreta diversos males à saúde humana e outras formas de vida.

SMOG: Os gases oriundos da queima de combustíveis fósseis e carvão, para a geração de energia, aquecimento, alimentação e transporte nas grandes cidades, podem sob certas condições se combinar e formar uma névoa denominada de "smog" cujos ingredientes mais importantes são luz solar, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos. Os principais produtos são: ozônio, peroxiacetil nitrato (PAN) e aldeídos. Os efeitos são:

PAN: Irritação dos olhos; Alta toxicidade para plantas; Irritação do trato respiratório e Causa danos às proteínas.

Ozônio: Irritação do trato respiratório superior (nariz, garganta); Irritação dos olhos; Ataca os tecidos do trato respiratório, produzindo desde bronquite crônica e enfisema pulmonar, até parada cardíaca; Secamento das folhas das plantas; Descoloração da superfície superior das folhas. Os veículos automotores contribuem bastante para a poluição do ar, principalmente nos grandes centros urbanos.

(Fonte: www.qualar.org)

2.5 - PROGRAMAS NACIONAIS PARA A QUALIDADE DO AR

Existem dois programas nacionais para a qualidade do ar lançado por resoluções do Conama. São estes:

- PROCONVE - (Resolução 018186 do Conama, de 06.05.1986) . Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, objetivando a redução de emissões.
- PRONAR - (Resolução 005/89 do Conama, de 15.07.1989) . Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, cujo objetivo é contribuir para a gestão ambiental e o desenvolvimento socioeconômico do país, estabelecendo padrões de qualidade do ar e padrões de emissão.

Deve-se ressaltar ainda o monitoramento da qualidade do ar, ou seja, o controle da poluição atmosférica e conseqüentemente da qualidade do ar. Este deve ser amplamente divulgado, pois desta forma esclarecerá a sociedade sobre os problemas de qualidade do ar e reforçará a consciência ecológica.

Após esta tomada de consciência as medidas implementadas em muitos países permitiram reduzir os níveis de poluentes do ambiente e melhorar muito substancialmente a qualidade do ar. Os níveis de SO₂ no ar ambiente já não constituem um problema nos países da Europa Ocidental, mantendo-se elevados mas com tendência para baixar nos países da Europa Oriental. Nos países em desenvolvimento, estes níveis continuam a subir à medida que crescem a industrialização e o número de veículos motorizados.

No entanto, segundo Duarte (2000)

“A redução do uso de combustíveis fósseis foi acompanhada por um aumento dos poluentes emitidos pelos produtos de combustão libertados pelos veículos motorizados, nomeadamente partículas em suspensão, óxidos de azoto, ozônio e compostos orgânicos voláteis (VOC). Os níveis de TPS (“Total Suspended Particles”), fumo negro e PM10 são muito favoráveis de região para região.”(p.421)

2.6 - POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SAÚDE

A poluição atmosférica é causada por processos físicos, químicos e dinâmicos que conduzem à emissão de gases e partículas por certas fontes de combustão e sua acumulação na atmosfera. Resulta da ação do homem, nomeadamente dos transportes, das cozinhas, da atividade agrícola, industrial e aquecimento global.

Para Duchide (2000),

Considerassem como poluentes aéreos os contaminantes do ar do exterior e do interior que incluem partículas e gases, potencialmente tóxicos quando inalados por pessoas ou animais, e podem afetar a vida das plantas e o ambiente em geral, ao modificarem a atmosfera da terra.(p.320)

Estes contaminantes aéreos incluem químicos ou gases lançados para o ar ou formados no ar a partir de outros contaminantes, tais como reações fotoquímicas do "srnog" no ar urbano.

São poluentes aéreos os produtos comuns da combustão como as cinzas, partículas de carbono, óxidos de azoto, vapores orgânicos, agentes xenobióticos e substâncias radioativas.

Os produtos emitidos diretamente pelas fontes designam-se por **poluentes primários** enquanto que os que resultam da sua transformação, se designam por **poluentes secundários**.

De acordo com Duarte (2000)

Ao falarmos de poluição atmosférica não podemos deixar de referir a influência do clima, já que existe uma correlação importante entre este e a poluição. As inversões térmicas, por exemplo, estão associadas a níveis mais elevados de TPS, NO₂ e SO₂, enquanto que as temperaturas diurnas elevadas, os ventos de baixa velocidade e os céus limpos aumentam os níveis dos precursores voláteis do ozônio e as taxas de fotólise.(p.416)

Considera-se a poluição do ambiente exterior associada ao ozônio e a outros produtos de transformação fotoquímica (*smog*) e aos produtos de combustão, e a poluição do ambiente interior provocada pela acumulação de aerossóis e outros tipos de gases nos edifícios e outros tipos de compartimentos .

2.7 – OZÔNIO

Forma-se no ar em resultado de reações fotoquímicas que envolvem os óxidos de azoto emitidos para o ar em resultado de combustões a temperaturas elevadas. Neste processo também são libertados para o ar ambiente ácido nítrico, formaldeído e oxidantes orgânicos. Os seus níveis são mais elevados no verão e durante à tarde. Os níveis têm aumentado progressivamente desde o início do século XX.

Diversos estudos epidemiológicos revelam um aumento dos sintomas respiratórios e diminuição dos volumes pulmonares mesmo após exposições de curta duração. Há também um maior número de internamentos hospitalares por doenças respiratórias em doentes com patologia respiratória pré-existente.

De acordo com a American Thoracic Society (2000)

A inalação de O₃ em estudos experimentais causa dor retroesternal durante a inspiração e uma redução do FEV1 e FVC (*Forced Vital Capacity*), efeitos que aumentam com o exercício físico. O ozônio provoca um aumento da resposta a metacolina e à exposição a alergênicos, mas não ao exercício. (p.153)

Causa ainda alterações celulares e bioquímicas, provocando uma chamada de neutrófilos às vias aéreas, evidenciada num aumento do número de neutrófilos no LLBA. O processo inflamatório das vias aéreas parece ser mais marcado nos asmáticos do que na população saudável. Lesões celulares e diminuição da resulta da oxidação do óxido nítrico por oxidação do ar, desencadeada pela luz solar. É libertado predominantemente por veículos motores, centrais elétricas e processos industriais. No ambiente interior é libertado pela combustão de fogões e estufas a gás e pelos aquecimentos a querosene. O seu efeito tóxico é mais acentuado na criança, na qual prolonga a duração das queixas respiratórias e a função pulmonar, e é duvidosa nos adultos.

Os asmáticos tem uma resposta brônquica aumentada à histamina, a metacolina e aos alergênicos após inalação de NO₂.

Uma exposição experimental a níveis de 3-4ppb de NO₂ causa uma menor capacidade de inibição do inibidor das proteínas; ao fim de 24 horas, observa-se um aumento dos mastócitos e linfócitos.

2.8 - SO₂

É produzido pela combustão de combustíveis fósseis, combustíveis cada vez menos usados nas cozinhas, mas consumidos em grandes quantidades pelas centrais elétricas. Os seus níveis estão habitualmente relacionados com os das PM e com uma maior mortalidade e morbidade por doenças respiratórias, particularmente a asma brônquica e a bronquite crônica. O SO₂ tem efeitos tóxicos acrescidos nos doentes com doenças respiratórias e cardiovasculares pré-existentes. A exposição em longo prazo provoca um aumento da tosse e expectoração. A inalação de SO₂ tem efeito broncoconstritor potente em doentes asmáticos.

O SO₂ uma vez inalado dissolve-se na camada de muco que reveste o epitélio das vias aéreas e transforma-se em ácido sulfúrico, sulfitos, bissulfetos e sulfatos. Estes produtos tal como o SO₂ interferem com as pontes de dissulfetos, mas o mecanismo não está esclarecido. Há libertação de mediadores da inflamação que induzem hipersecreção de muco e estimulação das terminações nervosas. A exposição prolongada pode causar alterações semelhantes às da bronquite crônica.

3. POLUIÇÃO DOS INTERIORES

Hoje em dia, o Homem passa grande parte do tempo dentro de edifícios e está exposto à ação dos poluentes existentes dentro destes, sejam a habitação, o local de trabalho ou o próprio estacionamento dos veículos. Nos EUA a população urbana chega a passar 95% do tempo dentro de edifícios. São numerosas as fontes de poluentes aéreos existentes nos edifícios, relacionados com os materiais usados na sua construção e manutenção, os sistemas de ventilação e de aquecimento, o comportamento dos ocupantes e a qualidade do ar exterior, já que este entra dentro das construções.

O ar do ambiente interior contém poluentes do ambiente exterior e poluentes com origem no interior, nomeadamente fumo do tabaco, partículas finas, gases, materiais radioativo (raiom' e microorganismos, tais como ácaros, fungos, esporos) .

Os níveis de poluição no interior podem ser reduzidos pela presença de ar condicionado, enquanto que a ventilação feita apenas pela abertura das janelas aumenta a contaminação do ar interior pelo ar exterior.

Um aspecto a ter em consideração, é de acordo com Iñiguez & Oliveira (2000) que

A concentração de algumas substâncias tóxicas dentro da casa é superior a sua concentração no exterior, para além de grande parte da população passar mais tempo dentro do que fora de construções. O benzeno, um poluente carcinogénico, existe no exterior, resultante da combustão dos motores e no interior na sequência da contaminação do fumo do tabaco, onde muitas vezes é bem mais elevada. (p.57).

No ambiente interior, existem agentes agressores físicos, químicos e agentes biológicos, para além de poder existir uma combinação de todos estes agressores. Entre os agentes físicos, incluem-se os fatores térmicos, a luz natural, o ruído, as radiações, a umidade e a ventilação. Conta-se entre os agentes químicos o fumo do tabaco, da combustão no interior, dos materiais de construção, os químicos de uso doméstico.

São múltiplas consequências para a saúde, nomeadamente as alterações da função respiratória, o estabelecimento de alergias, de hiper-reatividade brônquica, o cancro, os efeitos agudos, sintomas inespecíficos, mal estar geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição é um fenômeno estreitamente ligado ao progresso industrial, a degradação das condições ambientais tem aumentado de maneira considerável e preocupante nas regiões mais desenvolvidas do mundo, sobretudo a partir de meados do século XX. Dessa forma, poluição reflete a emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos em quantidade superior a capacidade de absorção do meio ambiente. Esse excesso interfere diretamente no equilíbrio dos ecossistemas. Dos tipos de poluição que conhecemos, a poluição atmosférica tem atingido proporções preocupantes. Os agentes poluentes mais comuns na atmosfera são, o monóxido de carbono, partículas em suspensão, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio. Estes agentes têm como origem a excessiva atividade industrial, a combustão de materiais de origem orgânica, escapes dos veículos motorizados e a emissão de resíduos químicos, muitas vezes tóxicos, por fábricas e laboratórios.

A poluição atmosférica caracteriza-se basicamente pela presença de gases tóxicos e partículas sólidas no ar. As principais causas desse fenômeno são a eliminação de resíduos por certos tipos de indústrias (siderúrgicas, petroquímicas, de cimento) e a queima de carvão e petróleo em usinas, automóveis e sistemas de aquecimento doméstico.

O ar poluído penetra nos pulmões, ocasionando o aparecimento de várias doenças, em especial do aparelho respiratório, como a bronquite crônica, a asma e até o câncer pulmonar. Esses efeitos são reformados ainda pelo consumo de cigarros.

Nos grandes centros urbanos, tornam-se freqüentes os dias em que a poluição do ar atinge níveis críticos, seja pela ausência de ventos, seja pelas inversões térmicas, que são períodos nos quais cessam as correntes ascendentes do ar, importantes para a limpeza dos poluentes acumulados nas camadas próximas à superfície.

Existem exemplos famosos de casos em que os níveis críticos foram ultrapassados. Em 1948, na cidade de Donora, perto de Pittsburg, Estados Unidos, a poluição atmosférica acarretou centenas de mortes e obrigou algumas fábricas a ficarem vários dias paralisadas. Em 1952, Londres conheceu seu pior smog. Em consequência desse fenômeno morreram cerca de quatro mil pessoas. A maioria dos países capitalistas desenvolvidos já possui uma rigorosa legislação antipoluição, que obriga certas fábricas a terem equipamentos especiais

(filtros, tratamento de resíduos) ou a usarem processos menos poluidores. Nesses países também é intenso o controle sobre o aquecimento doméstico a carvão, o escapamento dos automóveis. Tais procedimentos alcançam resultados consideráveis, embora não eliminem completamente o problema da poluição do ar. Por exemplo, pesquisas realizadas há alguns anos mostraram que chapas de ferro se corroem muito mais rapidamente em São Paulo do que em Chicago, apesar de esta metrópole norte-americana possuir maior quantidade de indústrias e automóveis em circulação.

Calcula-se que a poluição do ar tenha provocado um crescimento do teor de gás carbônico na atmosfera, que teria sofrido um aumento de 14% entre 1830 e 1930. Hoje em dia esse aumento é de aproximadamente de 0,3% ao ano. Os desmatamentos contribuem bastante para isso, pois a queima das florestas produz grande quantidade de gás carbônico. Como o gás carbônico tem a propriedade de absorver calor, pelo chamado "efeito estufa", um aumento da proporção desse gás na atmosfera pode ocasionar um aquecimento da superfície terrestre.

Baseados nesse fato, alguns cientistas estabeleceram a seguinte hipótese: com a elevação da temperatura média na superfície terrestre, que no início do século XXI será 2°C mais alta do que hoje, o gelo existente nas zonas polares se derreter. Conseqüentemente, o nível do mar subirá cerca de 60m, inundando a maioria das cidades litorâneas de todo o mundo. Alguns pesquisadores pensam inclusive que esse processo já começou a ocorrer a partir do final da década de 80. Os verões da Europa e até da América têm sido a cada ano mais quentes e algumas medições constataram um aumento pequeno, de centímetros, do nível do mar em algumas áreas litorâneas. Todavia, esse fato não é ainda admitido por grande parte dos estudiosos do assunto. Outra importante consequência da poluição atmosférica é o surgimento e a expansão de um buraco na camada de ozônio, que se localiza na estratosfera situada entre 20 e 80km de altitude.

O ozônio é um gás que filtra os raios ultravioletas do Sol. Se esses raios chegassem à superfície terrestre com mais intensidade provocariam queimaduras na pele, que poderiam até causar câncer, e destruiriam as folhas das árvores. O gás CFC, clorofluorcarbono, contido em "sprays" de desodorante ou inseticidas, parece ser o grande responsável pela destruição da camada de ozônio. Por sorte, esses danos foram causados na parte da atmosfera situada acima da Antártida. Nos últimos anos esse buraco na camada de ozônio tem se expandido constantemente.

Durante o presente estudo, percebeu-se ainda que um outro fator associado á poluição atmosférica é a questão do acúmulo de doenças causadas pela contaminação do ar, uma vez que a poluição das grandes cidades pode diminuir em até um ano e meio a expectativa de vida de seus habitantes. Esta é a conclusão de estudos realizados em seis cidades do Meio Oeste americano, entre 1977 e 1993, pela Universidade de Harvard, e constitui a maior evidência dos efeitos crônicos da poluição sobre o organismo humano. A pesquisa seguiu, durante dezesseis anos, e oito mil pessoas que reijândiám a questionários sobre seu estado de saúde a cada seis meses.

Dessa forma, a influência da quantidade de partículas no ar e seus efeitos sobre a saúde detectaram problemas como diabetes, colesterol alto, obesidade, hipertensão, problemas pulmonares, e levou á conclusão sobre a diminuição da expectativa de vida do individuo. “A morte causada por poluição do ar é menos freqüente do que por pressão alta ou colesterol alto, mas já pode ser medida”, afirma o chefe do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da USP, professor Paulo Hilário Saldiva.

Para alguns indivíduos que padecem de doenças respiratórias ou cardiovasculares, a poluição representa agravamento da saúde, lembra o professor Saldiva. *“Se tivesse o poder de implementar alguma coisa, implementaria um projeto de educação ambiental nas escolas, para surtir efeito daqui a duas ou três gerações”* diz ele. Talvez as perspectivas de melhoria não estejam tão longe.

Provados que estão os efeitos prejudiciais da poluição atmosférica sobre a saúde em geral e o aparelho respiratório em particular, resta-nos apontar para a necessidade de medidas destinadas á sua prevenção. Se muitos destes problemas podem e devem ter uma solução mais localizada e dirigida como, por exemplo, os relacionados com a exposição profissional, outras implicam ações mais amplas e mais globalizadoras.

No ano 2000, foi publicado pela Organização Mundial de Saúde, Região Européia, um documento *“21 alvos para o século 21”*. Neste documento são referidos dois alvos estreitamente relacionados com o tema que temos vindo a tratar.

Assim, o **Alvo 12** consiste na redução dos danos por álcool, drogas e tabaco, e estabelece-se como meta a atingir no ano de 2015, uma diminuição significativa em todos os estados membros dos efeitos adversos resultantes do consumo de substâncias aditivas, como o tabaco, álcool e drogas psicoativos.

O Alvo 13 refere-se à necessidade de criar ambientes saudáveis para uma vida saudável. Aponta como meta a atingir, no ano de 2015, que os habitantes da região devam ter mais oportunidades de viver em ambientes física e socialmente mais saudáveis em casa, na escola, no local de trabalho e na comunidade.

Fonte: www.who.dk/Cpa/HFA/HFALean2.pdf.)

Enfim, à guisa de conclusão acredita-se ser um imperativo científico e ético, o envolvimento dos pneumologistas, em conjunto com toxicologistas e o epidemiologistas nos problemas ambientais e na chamada de atenção dos poderes públicos para a extensão destes problemas, atendendo ao papel primordial do aparelho respiratório, como um dos órgãos mais atingidos pela qualidade do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, M.; STEPHENS, C.; CAMPANÁRIO, P. & MAIA, P. B.. Saúde e meio ambiente: uma análise de diferenciais intra-urbanos enfocando o Município de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, 28:320-325. 1999.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. Committee of the environmental- and occupational health Assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution. Part 2. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:477.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), 1990. **Resolução Conama 003/90**. Brasília: Conama. (mimeo.)

DUARTE, M. C. R.. Qualidade de vida e indicadores de saúde: aspectos da mortalidade infantil no Estado do Rio de Janeiro e suas regiões. **Cadernos de Saúde Pública**, 8:414-427. 2000

DUCHIADE, M. P.. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, 8:311-330. 2000.

ECO (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/Opas/OMS). **Curso Básico sobre Contaminação do Ar e Riscos para a Saúde**. São Paulo: CINP/Sema! Cetesb. 1989.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2000**. Resultados Relativos às Características da População e dos Domicílios. IBGE. 2000.

IÑGUEZ, L. R. & OLIVEIRA, S. Meio Ambiente, Condições de Vida e Saúde: **Uma Abordagem sobre a Qualidade de Vida no Município de Duque de Caxias**. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR. 1999/2000.

PAIM, J. 5. Abordagens teórico-conceituais em estudos de condições de vida e saúde: notas para reflexão e ação. **In: Condições de Vida e Situação de Saúde** (R B, Barata, org.), pp. 7-30, Rio de Janeiro: Abrasco. 1997

SABROZA, P. C. & LEAL, M. C.. **Saúde, ambiente e desenvolvimento**. In: Saúde, Ambiente e Desenvolvimento (M. C. Leal, P. C. Sabroza, R. H. Rodriguez & P. M. Buss, orgs.), pp. 45-93. Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco. 2002.

SILVA, L.J.O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos de Saúde Pública**, 13:585-593. 1997

WORD HEALTH ORGANIZATION. Regional Office for Europe. 21 targets for the 21 century and suggested areas for formulating indicators. Annex 2 In health 21. The Health for all Policy Framework for the European region. [cited 2000] Available from: www.who.dk/Cpa/Hfa/hfaLean2.pdf.