

Poluentes Atmosféricos: Algumas Conseqüências Respiratórias na Saúde Humana

Maria Nazareth Vianna Roseiro¹

¹Universidade de Ribeirão Preto – Unaerp
nroseiro@uol.com.br

Abstract. *Respiratory problems represent an important factor in the spreading of illnesses in Brazil. One of the main factors of sudden respiratory attacks is the air pollution, amongst other biological, environmental, economic or social factors. Air pollution, in particular, can bring harmful effects, which may appear in different forms. Objective: This study has for objective to demonstrate some harmful effects to human health caused by different air pollutants. Results: Exposure to environmental pollution is one of the greatest causes of chronic respiratory problem related to the proliferation of asthmatic conditions and to chronic obstructive lung disease (COPD). It also plays a big role in the manifestation of respiratory diseases including the growth of acute respiratory insufficiency, inflammation/bronchitis and the reduction of lung functions. Conclusion: Air pollutants when released into the environment are well known for causing serious respiratory disturbance, which sometimes require hospital and emergency treatments. The close relationship between respiratory problems and the concentration of air pollutants in the environment should be of great concern to public health administrators in other areas as well, such as environmentalists and social-economical planning administrators.*

Key words. *air pollutants; respiratory disturbances, respiratory illnesses, respiratory morbidity*

Resumo. *Os problemas respiratórios representam importante causa de morbidade na distribuição das doenças no Brasil. Uma das principais causas de acometimento respiratório é a poluição atmosférica, dentre outros fatores biológicos, ambientais, econômicos ou sociais. A poluição atmosférica pode trazer danos à saúde manifestados de diferentes formas. Objetivo: Esse trabalho tem o objetivo de demonstrar alguns dos efeitos nocivos à saúde humana, causados pelos diversos poluentes atmosféricos. Metodologia: Foi realizado um levantamento bibliográfico, com auxílio do MEDLINE, a respeito dos principais poluentes atmosféricos e suas conseqüências na saúde humana. Resultados: A exposição à poluição ambiental é uma das grandes causas de doenças respiratórias crônicas, sendo a maior causa de exacerbação de asma e de doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), influenciando o aparecimento de doenças respiratórias que incluem o aumento da insuficiência respiratória aguda, inflamação e irritação de brônquios e diminuição da função pulmonar. Conclusão: Esses poluentes lançados na atmosfera sabidamente causam sérios distúrbios respiratórios, inclusive com a necessidade se recorrer a atendimento hospitalar e ambulatorial. A estreita relação entre problemas respiratórios e a concentração de poluentes atmosféricos deveria significar uma preocupação cada vez maior para os administradores das políticas*

públicas, não apenas da área da saúde, mas, também, do ambiente e planejamento econômico e social.

Palavras-chave. *poluentes atmosféricos, distúrbio respiratório, morbidade respiratória, mortalidade respiratória*

1. Introdução

Os problemas respiratórios representam importante causa de morbidade na distribuição das doenças no Brasil.

Dados do Ministério da Saúde apontam que 1.936.444 pacientes foram internados em hospitais da rede pública brasileira no ano 2000, por problemas pulmonares, sendo 275.769 (14,24%) no estado de São Paulo¹.

Uma das principais causas de acometimento respiratório é a poluição atmosférica, dentre outros fatores biológicos, ambientais, econômicos ou sociais.

As emissões de poluentes produzidas pela indústria, transporte, atividades domésticas, gerenciamento de dejetos e agricultura se concentram no ambiente, tanto no ar, quanto na água, nos alimentos e no solo². Aliadas a essas fontes poluidoras, as atividades humanas contribuem também para a exposição do homem, provocando efeitos à saúde que podem ser sub-clínicos, com morbidade ou até mesmo mortalidade.

Dentre os problemas de saúde gerados por essa exposição do homem no espaço urbano, os agravos respiratórios ocuparam a segunda causa de morbidade no Brasil, em 2000¹.

Diversos fatores podem estar associados aos distúrbios respiratórios, destacando-se, dentre esses, a qualidade do ar. Sabe-se que a poluição atmosférica pode trazer danos manifestados de diferentes formas.

A exposição total diária de um indivíduo aos poluentes atmosféricos é a soma dos contatos com os poluentes ao longo de diversas fontes durante todo o dia (em casa, na comunidade, nas ruas, etc). Pode ser estimada como sendo o produto da concentração do poluente em questão e o tempo gasto em cada exposição. A concentração é considerada como a constante durante o tempo em que a pessoa é exposta ao poluente. Exposição não deve ser confundida com dose, ou seja, com a quantidade de poluentes absorvidos. Tipos e concentrações de poluentes variam em ambientes internos e externos, de região para região e alguns poluentes são difundidos para grandes áreas³.

Concentrações de diferentes elementos químicos, biológicos ou radioativos fora dos limites de tolerância dos organismos vivos têm sido associados à morbidade e mortalidade humana em muitas partes do mundo⁴.

Após a Segunda Guerra Mundial, vários episódios de poluição atmosférica severa ocorridos na Inglaterra e EUA despertaram a conscientização da população para os efeitos na saúde produzidos pelos poluentes gerados pela queima de combustíveis⁵.

O episódio mais famoso de poluição atmosférica ocorreu em Londres, Inglaterra, em dezembro de 1952 e resultou em 3.500 mortes após um dos piores smogs^{4,5,6}.

Outro desastre com tamanha repercussão ocorreu em Meuse Valley, na Bélgica, em 1930, quando o aumento da concentração de resíduos emitidos pelas indústrias siderúrgicas da região provocou a morte de mais de 60 pessoas. Em Donora, Pensilvânia, EUA, também houve um episódio de conseqüências graves causadas pela poluição atmosférica oriundas das indústrias de zinco, em outubro de 1948, quando mais de 40% da sua população foi hospitalizada e 20 pessoas morreram por asfixia. A partir desta ocorrência, ficou claramente

compreendido que altas concentrações de poluentes atmosféricos podem resultar em aumento da incidência diária de óbitos⁶.

Depois disso, em dezembro de 1984, ocorreu um dos mais graves desastres de origem industrial do mundo, que resultou na morte de 1.700 pessoas na cidade de Bophal, na Índia, em consequência da liberação de dioxina durante um vazamento em uma fábrica da indústria química Union Carbide, hoje pertencente à indústria Dow Chemicals³.

A poluição do ar é um dos problemas mais urgentes da época atual, ocupando posição de destaque na saúde e bem-estar de toda a população⁷.

2. Objetivo

Esse trabalho tem o objetivo de relatar alguns dos efeitos nocivos à saúde humana, causados pelos diversos poluentes atmosféricos.

3. Metodologia

Foi realizada uma revisão bibliográfica, com auxílio do MEDLINE, a respeito dos principais poluentes atmosféricos e suas consequências na saúde humana. Os efeitos deletérios dos poluentes foram agrupados, sempre que possível, de acordo com os principais poluentes do ar, tais com Chumbo, Material Particulado, Dióxido de Enxofre, Ozônio, Dióxido de Nitrogênio e Monóxido de Carbono.

4. Resultados

As pesquisas realizadas nos últimos 20 anos confirmaram que a poluição do ar contribui para o aumento de morbidade e mortalidade independentemente da faixa etária^{8,9}. Esses trabalhos têm apontado que alguns efeitos estudados estão relacionados a pequenas exposições e outros à exposição a longo prazo^{10,11}.

Vários são os fatores que contribuem, interferem ou guardam uma relação direta com a concentração de poluentes na atmosfera.

Sabe-se que fatores meteorológicos, aspectos demográficos, índices de desenvolvimento humano, urbanização, padrões de industrialização e pobreza, dentre outros, afetam a qualidade do ar^{3,12}.

A pressão parcial de Oxigênio cai em grandes altitudes; em compensação, há o aumento de inalações. A pressão parcial do gás poluente diminui na mesma proporção da pressão parcial do O₂ e, por isso, não é esperado um aumento dos efeitos ao se inalar gases poluentes em grandes altitudes. Mas, para as partículas ocorre o contrário. Ao se inalar grandes volumes haverá o aumento de partículas e, talvez, mudanças na sua deposição^{3,13}.

Um outro importante fator a ser analisado é a temperatura, pois tem influência na saúde e pode representar um dado de confusão ao se examinar os efeitos da poluição do ar. Uma estreita relação entre temperatura ambiente e saúde é observada, pois ocorre um aumento da mortalidade em dias muito frios ou muito quentes^{3,12}. A qualidade do ar torna-se pior nos meses de inverno, pois a dispersão dos poluentes é prejudicada¹⁴.

Em regiões de clima temperado, os efeitos da queda de temperatura são mais marcantes do que em países muito frios. Em dias quentes, há o aumento do volume inalado, em consequência da quantidade de poluentes inalados. Os padrões de exposição pessoal podem variar em dias quentes, por se passar mais tempo em atividades ao ar livre e pela possibilidade de abrir e arejar as moradias, propiciando a diminuição da inalação de poluentes típicos de ambientes fechados³.

Aspectos demográficos também devem ser considerados ao se analisar a concentração de poluentes atmosféricos. Os idosos demonstram aumento da susceptibilidade ao ar poluído devido a mecanismos de defesas fisiológicas reduzidos, diminuição das reservas fisiológicas e aumento da prevalência de doenças. As crianças muito pequenas também possuem mecanismos de defesas não totalmente maduros, aumento das taxas de ventilação por unidade de massa corporal e tendência para passar mais horas ao ar livre do que os adultos, expondo-se, portanto, mais aos poluentes³.

Cada um desses fatores pode levar a uma susceptibilidade maior aos efeitos da poluição atmosférica. A OMS também afirma que uma dieta pobre em fatores oxidantes pode diminuir os mecanismos de defesa contra poluentes oxidantes como Ozônio (O₃) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂); conseqüentemente, a demora na limpeza das partículas nas vias aéreas pode causar uma infecção. Em países desenvolvidos, a inadequada qualidade do ar pode estar associada à incidência de doenças infecciosas^{3,12}.

Além disso, doenças que produzem estreitamento das vias aéreas, redução da superfície dos pulmões onde ocorrem as trocas gasosas e o aumento das taxas de inalação-perfusão tornam os indivíduos mais susceptíveis aos efeitos dos poluentes atmosféricos³.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) ainda alerta que seres humanos têm diversas atividades diárias e a concentração de poluentes pode variar muito, dependendo do local da atividade. Devem ser consideradas também as diferenças individuais, tais como ritmo e padrão respiratório, respiração nasal ou oral, calibre das vias aéreas e a história pregressa de exposição a outros poluentes³.

Alguns componentes da poluição do ar foram controlados nos últimos 30 anos, porém continuam ocorrendo problemas de saúde em pacientes específicos como os idosos, cardiopatas crônicos, mulheres grávidas, recém-nascidos e pneumopatas¹⁵.

Durante o período de 1991 a 1992, em São Paulo, ao ser investigada a mortalidade intrauterina e a concentração dos poluentes Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Dióxido de Enxofre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃) e Material Particulado (MP10), foi constatado que a associação entre NO₂, SO₂ e CO é muito mais significativa ao se avaliar os três poluentes em conjunto ao invés de separadamente¹⁶.

Associações significativas foram evidenciadas entre concentrações de poluentes atmosféricos e mortalidade e/ou morbidade na região metropolitana de São Paulo¹⁷.

Os efeitos da poluição do ar na morbidade respiratória, em crianças moradoras na cidade de São Paulo, foram pesquisados. Constatou-se um aumento diário na admissão hospitalar por doenças respiratórias e pneumonias associadas ao aumento da poluição do ar¹⁸.

Ainda na região metropolitana de São Paulo, no período de 1986 a 1998, foi registrada correlação entre a distribuição geográfica da poluição do ar por SO₂ e MP e a distribuição de sintomas de doenças respiratórias em crianças de 11 a 13 anos de idade¹⁹.

A exposição aos poluentes atmosféricos como Ozônio (O₃), Dióxido de Enxofre (SO₂), Material Particulado10 (MP10), Óxidos de Nitrogênio e outros estão associados com o prejuízo da saúde respiratória, tais como asma e rinites²⁰.

Ao estimarem a prevalência e a distribuição social da doença respiratória na infância na cidade de São Paulo, São Paulo, em 1984/85 e 1995/96, constatou-se que, em média, em um dia qualquer do ano, uma em cada duas crianças da cidade apresentará um problema respiratório; uma em cada oito terá comprometimento respiratório inferior e uma em cada 35 terá ausculta pulmonar com sibilos. Também o acometimento maior se dá durante o outono e o inverno e a frequência maior de crianças doentes está na faixa etária entre 6 e 24 meses. Somente em doenças do trato inferior foi observada a ocorrência maior em níveis sócio-econômicos menos favorecidos²¹.

Baixas concentrações de poluentes atmosféricos estão associadas a menores aumentos na mortalidade diária. Estudos recentes em três continentes demonstraram que óbitos diários e admissões hospitalares diárias estão associados com baixos níveis de poluentes do ar⁶.

A exposição à poluição ambiental é uma das grandes causas de doenças respiratórias crônicas, sendo a maior causa de exacerbação de asma e de doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), influenciando o aparecimento de doenças respiratórias que incluem o aumento da insuficiência respiratória aguda, inflamação e irritação de brônquios e diminuição da função pulmonar²².

A poluição ambiental também está associada a uma grande variedade de efeitos adversos na saúde das crianças como: aumento da mortalidade em regiões altamente poluídas, aumento generalizado da mortalidade infantil, aumento da morbidade pulmonar aguda, agravamento da asma como ficou demonstrado no aumento de consultas ou admissões em unidades de emergências hospitalares, aumento de sintomas infantis predominantemente respiratórios, episódios infecciosos de longa duração, diminuição da função pulmonar relacionada ao aumento da poluição atmosférica, aumento de faltas escolares ou no maternal²³.

Chumbo (Pb)

As partículas de chumbo são inaladas como Material Particulado (MP2.5) e depositadas nos pulmões³.

Os gases industriais que contêm chumbo e seus sais têm densidade elevada, portanto só os gases transportam esses elementos por alguns poucos quilômetros, ocorrendo rapidamente a sedimentação destes compostos. Os veículos à gasolina propagam mais o elemento chumbo, podendo espalhar a contaminação num raio de até 100m de distância nas estradas²⁴.

A doença causada por intoxicação do chumbo é chamada saturnismo. Esse metal ao afetar o sangue causa anemia e degeneração das hemáceas. No sistema nervoso, observam-se neurites nos adultos e encefalopatias em crianças. Ao acometerem os rins, lesam os túbulos proximais; no aparelho digestivo, o dano causa dores violentas em cólicas^{24,25}.

Os acometimentos renais, neurites e cólicas abdominais só se manifestam após doses altas de chumbo, geralmente na população adulta. O chumbo absorvido pelos pulmões ou por via digestiva tem efeito cumulativo, ou seja, são depositados gradativamente até atingir um valor que desencadeie doenças, com tendência, portanto, de acúmulo nos dentes e ossos²⁵.

Material Particulado (MP)

Os efeitos do Material Particulado variam em função da natureza química e de seus diâmetros^{3,12,13,14}.

O tamanho da partícula interfere no local e na distribuição nas vias aéreas. As partículas grossas se depositam na porção superior das vias aéreas enquanto as menores são depositadas no trato respiratório inferior, podendo atingir alvéolos pulmonares^{3,13}. Quanto menor o tamanho das partículas, maior será o efeito sobre a saúde, causando conseqüências em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite, aumento de atendimento hospitalar e mortes prematuras¹⁴.

As partículas sólidas podem acometer os pulmões, ocasionando pneumoconiose, que é a doença pulmonar causada por inalação de poeiras. Substâncias tóxicas e carcinogênicas podem ser adsorvidas no Material Particulado^{25,26}.

O MP é o mais eficiente transportador de poluentes atmosféricos para o interior do organismo²⁵.

A exposição crônica ao Material Particulado tem sido associada ao aumento nos índices de bronquite e doenças respiratórias, com diminuição da função pulmonar e aumento do risco de contrair câncer pulmonar²⁷.

Na cidade de Anchorage, Alasca, nos EUA, foi constatada grande associação entre Material Particulado (MP10) e mortalidade de homens, mulheres e indivíduos acima de 65 anos²⁸.

Uma associação positiva significativa pode ser observada entre morbidade e níveis elevados de Material Particulado, especialmente em dias quentes²⁹.

Morar em áreas onde a concentração de Material Particulado é elevada está associado a altas taxas de mortalidade e, embora sem significado estatístico, ao aumento de câncer pulmonar. Os sinais e sintomas agudos incluem a restrição de atividades, perda de dias letivos e de trabalho, doenças respiratórias, exacerbações de asma e de DPOC. Observações clínicas mostraram diminuição da função pulmonar, diminuição da variabilidade de batimentos cardíacos, aumento do uso de medicação para asma, aumento das visitas ao departamento de emergências, aumento de hospitalizações, elevação das taxas de mortalidade por problemas cardíacos e respiratórios. Os idosos (65 anos ou mais) e os portadores de doenças cardíacas e pulmonares constituem um grupo de risco particular¹⁵.

Foi confirmada a associação clínica entre a poluição crônica por Material Particulado e a bronquite, tosse crônica, doenças respiratórias, exacerbações de DPOC e asma, diminuição da longevidade e câncer pulmonar. Possivelmente, também, há relação entre Material Particulado e criança de baixo peso, retardo de crescimento intrauterino e morte de recém nascidos. Os efeitos na saúde podem ser observados muitos dias após o pico de exposição ao Material Particulado, podendo ser detectados muitas semanas após o episódio de poluição atmosférica. Em elevadas concentrações de MP, a mortalidade pode ocorrer mesmo que o tempo de exposição seja pequeno³⁰.

Ao se comparar a poluição do ar e mortalidade em 20 cidades norte-americanas, entre 1987 e 1994, evidenciou-se a associação consistente entre MP10 e o risco de óbito por qualquer causa e também por doenças respiratórias e cardiovasculares, independente das condições sócio-econômicas. Foi destacada a evidência consistente entre exposição ao Ozônio (O₃) e o ambiente de risco para mortalidade⁸.

Um número maior de internações hospitalares e/ou óbitos por distúrbios pulmonares, doenças cérebro-vasculares, bronquite, pneumonia e asma ocorre em dias em que há aumento do Material Particulado no ar³⁰.

Nesse mesmo sentido, também foi encontrada significativa associação entre visita aos serviços de emergência por asma em indivíduos menores de 18 anos e MP10, MP menor que 1.0µm de diâmetro e Monóxido de Carbono (CO). Porém, não foi observada associação significativa com NO₂, SO₂ ou O₃ e aumento de visitas na emergência por asma^{31,32,33}.

Dióxido de Enxofre (SO₂)

O SO₂ apresenta alta reatividade, distribuindo-se de forma não uniforme ao longo do trato respiratório. Para pequenos a moderados volumes e respiração nasal, a penetração nos pulmões é mínima. Para grandes volumes e inalação oral, os brônquios segmentais são afetados, havendo queima das vias respiratórias, os tecidos sofrem inflamação, hemorragia e necrose²⁵.

Os danos causados à saúde humana pelo SO₂ estão associados à sua solubilidade nas paredes do trato respiratório. Ele se dissolve na secreção úmida, chegando às vias inferiores, provocando espasmos dos bronquíolos, mesmo em pequenas concentrações^{3,14,26}. Em quantidades maiores há irritação em todo o sistema respiratório, trazendo danos aos tecidos do pulmão²⁶.

Com a presença do SO₂ há o agravamento de doenças respiratórias pré-existentes o que também contribui para o seu aparecimento. Ao lesar o aparelho muco-ciliar o SO₂ causa a traqueobronquite crônica, cujo portador fica predisposto a infecções respiratórias²⁵. Pessoas asmáticas ou alérgicas podem ser 10 vezes mais reativas do que indivíduos saudáveis³. Em

idosos expostos a baixas concentrações de SO₂ tem sido associados aumento da morbidade cardiovascular^{3,14,26}.

A exposição a altas concentrações de SO₂ causa doenças respiratórias, alterações na defesa pulmonar e agravamento de doença cardiovascular já existente. As populações mais susceptíveis a este poluente são as crianças, idosos, asmáticos, doentes cardiovasculares, pneumopatas crônicos, como bronquíticos e enfisematosos. O SO₂ causa também irritação nos olhos, nariz e garganta. Após uma exposição a doses elevadas de SO₂ pode ocorrer doença obstrutiva crônica; níveis menores podem causar exacerbações de asma em pessoas que se exercitam¹⁵.

Os poluentes ambientais do tipo SO₂ e, menos significativamente, o MP, alteram peso de recém-nascidos e podem levar ao parto prematuro. Os efeitos mais importantes ocorrem no primeiro trimestre da gestação e não são alterados por fatores sócio-econômicos ou mês de nascimento³⁴.

Importante associação foi observada entre tosse e sintomas respiratórios em vias aéreas superiores e inferiores e Dióxido de Enxofre, Ozônio e Material Particulado⁶.

Ozônio (O₃)

Em estudos realizados na Cidade do México para averiguar efeitos da poluição atmosférica e comprometimento pulmonar de crianças asmáticas, foi demonstrado haver associação entre níveis aumentados de Ozônio e Material Particulado e presença de sintomas respiratórios tais como: tosse, produção de muco e dificuldade respiratória³⁵.

O O₃ pode causar sintomas irritativos nas vias aéreas superiores e inferiores, aumentar a resposta brônquica à alergia, aumentar o número de hospitalizações por asma e doenças respiratórias. As doenças induzidas pelo O₃ são as conjuntivites, irritação das vias aéreas superiores, tosse, falta de ar, diminuição do volume respiratório, náusea, mal estar e dor de cabeça^{15,32,33}.

Devido ao Ozônio, a função pulmonar é variavelmente debilitada e a capacidade de difusão pulmonar pode diminuir^{15,36}. A população de risco inclui os asmáticos, os pneumopatas crônicos, os que têm atividade ao ar livre por longos períodos tais como atletas, crianças, policiais, trabalhadores rurais e da construção civil entre outros. Tipicamente, após a exposição, os sintomas aumentarão gradualmente nas primeiras horas, acalmando entre 1 ou 2 dias¹⁵.

Ao investigar a inflamação nasal em escolares e sua subsequente adaptação ambiental após exposição ao Ozônio, foi observado que ocorre uma inflamação aguda na mucosa nasal após o primeiro aumento nos níveis de O₃ que acontece na primavera, porém, uma possível adaptação da mucosa nasal se dá no verão, independentemente da constante elevação nos níveis desse poluente³⁶.

Como efeitos gerais sobre a saúde, o Ozônio causa irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar, com agravamento das doenças respiratórias como asma^{14,26} e efeitos tóxicos em superfícies aéreas de pequeno calibre³. O ser humano exposto a altas concentrações de O₃ pode apresentar tosse, chiado na respiração e uma dor no peito peculiar na região subesternal, comumente arrebatadora ou de caráter de queimação, que aumenta gradualmente em intensidade na inspiração e declina na expiração¹⁵.

Ao se submeter a baixas e longas exposições, o O₃ causa envelhecimento precoce e reduz a capacidade de resistência às infecções respiratórias^{14,26}.

Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Cada vez mais crianças menores de 5 anos são internadas para tratamento de asma em dias de altas concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂). Nesses dias também há o aumento da tosse crônica noturna em áreas poluídas³².

Ao ser investigada a relação entre níveis de poluição do ar e sintomas respiratórios em DPOC, em uma cidade da Nova Zelândia, com baixo índice de poluição, foi relatado o

aumento de sintomas torácicos noturnos associados ao aumento de concentração de MP e uma associação frágil entre níveis de SO₂ e irritação ocular³⁷.

A exposição do ser humano ao NO₂ faz aumentar a sensibilidade à asma e à bronquite, abaixar a resistência às infecções respiratórias e ao penetrar no organismo pode levar a processos carcinogênicos^{3,14,26}. Provoca lesões celulares e, em intoxicações mais graves, pode ocorrer edema pulmonar, hemorragias alveolares e insuficiência respiratória. Causam traqueítes, bronquites crônicas, enfisema pulmonar e brocopneumonias químicas ou infecciosas²⁵.

Altas concentrações de NO₂ são perigosas e causam lesões pulmonares, edema pulmonar fatal e broncopneumonia. Baixas concentrações afetam a limpeza mucociliar, o transporte de partículas, a função dos macrófagos e a imunidade local, produz tosse e entupimento nasal¹⁵.

Ao ser estudada a poluição do ar e a mortalidade em Londres por causas vasculares ou respiratórias, registrou-se que níveis de Ozônio elevados, principalmente em dias quentes, independentemente dos efeitos dos outros poluentes, estão fortemente associados ao aumento da mortalidade por causas pulmonares ou cardiovasculares. A concentração de fumaça preta verificada no dia anterior está associada significativamente com as duas causas de mortalidade, especialmente em dias quentes, não dependendo dos efeitos dos outros poluentes. Observou-se também esse efeito significativo, porém, em menor grau para os poluentes Dióxidos de Nitrogênio e de Enxofre³⁸.

Em análise dos efeitos da poluição atmosférica e mortalidade diária em Sidney, Austrália, registraram-se resultados que comprovam a associação entre mortalidade e MP e O₃, mesmo quando os níveis dos poluentes não estavam elevados. Foi encontrada a mais forte evidência entre mortalidade diária e Material Particulado; o Dióxido de Nitrogênio está associado às mortes tanto por causas pulmonares quanto cardiológicas. O Ozônio está relacionado a todas as causas de óbitos, inclusive àquelas decorrentes de cardiopatias³⁹.

Adultos e crianças asmáticas sofrem os efeitos de MP10 e O₃ em dias quentes e do MP10 no inverno. A associação maior de sintomas de asma e exposição ao MP10 ocorre após 1 a 8 horas de exposição⁴⁰.

Foi exposta a potencial associação entre exposição à poluição do ar e sintomas e distúrbios respiratórios em adultos de três cidades chinesas, pois observou-se uma forte prevalência nas taxas de tosse, escarro, respiração ofegante nos adultos e pneumonia e hospitalização por doenças pulmonares em crianças, proporcional ao aumento das taxas de Material Particulado em Suspensão¹¹.

Os efeitos da poluição do ar na rinite alérgica são incertos e sugerem que os poluentes atmosféricos causam um aumento nos sintomas da rinite, irritando as mucosas da população em geral, não somente de indivíduos predispostos⁴¹.

Ao se estimar os efeitos das baixas concentrações ambientais de poluentes do ar na função de crescimento pulmonar em pré-adolescentes em Cracóvia, na Polônia, constatou-se que os habitantes das áreas de maior poluição do ar apresentaram valores menores de crescimento pulmonar, embora toda a população avaliada tenha sofrido essas conseqüências⁴².

Os efeitos da poluição do ar em indivíduos asmáticos foram relacionados: diminuição da função pulmonar, aumento da hiperreatividade brônquica, aumento das visitas a setores de emergência e das admissões hospitalares, utilização maior de medicamentos, relato aumentado de sintomas, variações inflamatórias, interação entre poluição do ar e alérgenos e variação no sistema autoimune. Não há dúvida de que a poluição atmosférica está associada ao agravamento da asma⁴³.

Monóxido de Carbono (CO)

O principal efeito do CO na saúde está associado à capacidade de transporte de O₂ pela hemoglobina. A hemoglobina, também chamada de hemácia ou eritrócito, combina-se

com o O₂ com uma afinidade 200 vezes maior do que se combina com o O₂. Ao formar a carboxiemoglobina, composto resultante da reação da hemoglobina com o CO, a possibilidade do O₂ ser transportado pela hemoglobina às células do organismo é reduzida^{26,44}. O CO após se combinar com a hemoglobina exerce efeito tóxico nos capilares pulmonares³. Portanto, nos pulmões a hemoglobina troca CO₂ por O₂ e nos tecidos a troca é inversa, O₂ por CO₂²⁵.

A exposição ao Monóxido de Carbono pode causar dor de cabeça, fadiga e sintomas iguais ao da gripe, efeitos cardíacos diversos que incluem a diminuição da capacidade de se exercitar. Pacientes com doença da artéria coronária podem sofrer aumento das áreas isquêmicas e angina em um período pequeno após o início dos exercícios. A tolerância ao exercício também é reduzida em portadores de DPOC, em consequência da queda da eliminação de CO. As manifestações neurológicas são mudanças na percepção visual e auditiva, da função psicomotora, destreza, vigilância, orientação temporal¹⁵.

A exposição ao CO está relacionada ao aumento da hospitalização por problemas cardiovasculares. A população tabagista, os portadores de doenças das artérias coronárias e doenças vasculares periféricas, assim como também os DPOC são os mais susceptíveis aos efeitos do CO¹⁵.

Os impactos na saúde pública causados pela poluição do ar foram estimados na Áustria, França e Suíça. Concluiu-se que, apesar dos riscos individuais serem relativamente pequenos, as consequências para a saúde pública são consideráveis. A poluição causada por tráfego de veículos deve sofrer uma ação por parte dos órgãos de saúde pública na Europa no sentido de controlá-la⁴⁵.

Ao ser analisado o aumento da incidência de câncer nasal e paranasal no México, constatou-se uma forte evidência entre o número de carcinomas nasais e paranasais e o aumento nos níveis de poluentes químicos. Os indivíduos que permaneceram mais de 10 horas em atividades ao ar livre foram os mais acometidos⁴⁶.

A exposição aguda à poluição aérea está associada ao aumento nos sintomas respiratórios, muitas vezes inespecíficos e não severos, em crianças saudáveis, aumenta o número de internações hospitalares de crianças asmáticas, assim como diminui sua função pulmonar³².

A prevalência de doenças das vias aéreas inferiores expostas aos poluentes ambientais nas cidades da Grande São Paulo, Piracicaba, Tupã e Batatais foi demonstrada. Os maiores comprometimentos relacionados à asma, bronquite e pneumonia além do maior absenteísmo escolar ocorreram em Piracicaba, cidade poluída pela queima de cana-de-açúcar⁴⁷.

5. Conclusões

Esses poluentes lançados na atmosfera sabidamente causam sérios distúrbios respiratórios, inclusive com a necessidade de recorrer a atendimento hospitalar e ambulatorial.

Assim, a estreita relação entre problemas respiratórios e a concentração de poluentes atmosféricos deveria significar uma preocupação cada vez maior para os administradores das políticas públicas, não apenas da área da saúde, mas, também, do ambiente e planejamento econômico e social.

6. Referências Bibliográficas

1-BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva.DATASUS. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>> . Acesso em: 18 jul. 2002.

2-FUNASA. 2º Curso Básico de vigilância ambiental em saúde do Estado de São Paulo CBVA. Brasília, Mar. 2001.

- 3-WHO - World Health Organization. *Air quality guidelines*. 1999. Disponível em: <<http://www.who.int/environmental-information/Air/Guidelines/chapter2.htm>>. Acesso em: 08 jul. 2001.
- 4-MANNINO, D. M. Guidance on methodology for assesment of forest fire induced health effects. 1999. Disponível em: <<http://www.who.int/environmental-information/Vegetation-fires/Health-Guidelines>>. Acesso em: 01 mar. 2000.
- 5-WARE, J.H. Editorials. Particulate air pollution and mortality- clearing the air. *N. Engl. J. Med.*, Boston, v.343, n.24, p.1798-1799, Dec. 2000.
- 6- SCHWARTZ, J.; SPIX, C.; TOULOMI, G; BACHÁROVÁ, L.; BARUMAMDZADEH, T.; TERTRE, A.; PIEKARKSI, T.; PONCE DE LÉON, A.; PÖNKA, A.; ROSSI, G.; SAEZ, M.; SCHARTEN, J. P. Methodological issues in studies of pollution and daily counts of deaths or hospital admissions. *J. Epidemiol. Comm. Health*, Londres, v.50, s.1, p.S3-S11. 1996.
- 7-VON MUTIUS, E. Indoor and outdoor air pollution and childhood asthma. *Pediatr. Pulmonol.*, Filadélfia, 16, p.86-87. 1997.
- 8-SAMET, J. M.; DOMINICI, F.; CURRIERO, F. C.; COURSAÇ, I.; ZEGER, S. L. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N. Engl. J. Med.*, Boston, v.343, n.24, p.1742-1749, Dec. 2000.
- 9-SÉGALA, C. Health effects of urban outdoor air pollution in children. Current epidemiological data. *Pediatr. Pulmonol.*, Filadélfia, s.18, p.6-8.1999.
- 10-COHEN, A. J.; POPE, C. A.; SPEIZER, F. E. Ambient air pollution as a risk factor for lung cancer. *Salud Pública México*, México, v.39, n.4, p. 346-355, jul-ago.1997.
- 11- ZHANG, J.; QIAN, Z.; KONG, L.; ZHOU, L.;YAN, L. CHAPMAN, R. S. Effects of air pollution on respiratory health of adults in three chinese cities. *Arch. Environ. Health*, Chicago, v.54, n.6, p.373-381.1999.
- 12- PINTO, J. P. ; GRANT, L. D. Approaches to monitoring of air pollutants and evaluation of health impacts produced by biomass burning.1999. Disponível em: <<http://www.who.int/environmental-information/Vegetation-fires/Health-Guidelines>>. Acesso em: 01 mar. 2000.
- 13- UNITED STATES OF AMERICA. EPA - Environmental Protection Agency. 2001. Disponível em: <<http://www.epa.gov/NCEA/pdfs/partmatt/vol3/V2c13.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2001.
- 14- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo. 1999. São Paulo: CETESB, 2000.53p.
- 15- DICKEY, J.H. Part VII. Air pollution: overview of sources and health effects. *Dis. Mon.*, Chicago, v.46, n.9, p.566-589. 2000.
- 16- PEREIRA, L. A. A.; LOOMIS, D.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; BRAGA, A .L. F.; ARCAS, R. M.; KISHI, H. S.; SINGER, J. M.; BÖHM, G.; SALDIVA, P. H. N. Associations between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. *Environm.Health Persp.*, v.106, n.106, Jun. 1998.
- 17- SALDIVA, P. H N. Efeitos da poluição atmosférica na morbidade e mortalidade em São Paulo. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, São Paulo, v.29, n.9 , p.1195-1199 , Sep. 1996.
- 18- GOUVEIA, N; FLETCHER, T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup. Environ. Med.*, Londres, v.57, n.7, p. 477-83, Jul. 2000.
- 19- RIBEIRO, H. Doenças respiratórias e poluição do ar em São Paulo (1986–1998): uma contribuição da geografia médica. In: CONGRESSO PAULISTA DE SAÚDE PÚBLICA, 6, 1999, Águas de Lindóia, *Anais do Congresso Paulista de Saúde Pública*, Águas de Lindóia: APSP, 1999. p.48.

- 20- VACEK, L. Is the level of pollutants a risk factor for exercise-induced asthma prevalence?. *Allergy Asthma Proc.*, Providence, v.20, n.2, p.87-93, Mar.-Apr. 1999.
- 21- BENICIO, M.H. D.; CARDOSO, M. R. A.; GOUVEIA, N. C.; MONTEIRO, C. A.. Tendência secular da doença respiratória na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v.34, 6, p.91-101, 2000.
- 22- LEBOWITZ, M. D. Epidemiological studies of the respiratory effects of air pollution. *Eur. Respir. J.*, Copenhagen, v.9, p.1029-1054. 1996.
- 23- BATES, D.V. The effects of air pollution on children. *Environ. Health Perspect.*, v. 103, s.6, p. 49-53, Sep. 1995.
- 24- BROWNE, D. R. *Heavy metal pollution in air sediment and marine biota of central Java, Indonesia*. 1998. Thesis (Master of Science). McMaster University, Ontário, Canadá, 1998/ mimeografado/
- 25- BÖHM, G. M. Como os principais poluentes provocam doenças. 1996. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/doencpol/doencpol.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2000.
- 26- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2001. Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 19 mar. 2001.
- 27- SCHWARTZ, J. Particulate air pollution and chronic respiratory disease. *Environ. Res.*, Nova York, v.62, n.1, p.7-13, Jul. 1993.
- 28- OSTRO, B.; SANCHES, J.; ARANDA, C.; ESKELAND, G. S. Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.*, Princeton, v.6, n.1, p.97-114, Jan-Mar. 1996.
- 29- CHOUDHURY, A. H.; GORDIAN, M. E.; MORRIS, S. S. Associations between respiratory illness and PM10 air pollution. *Arch. Environ. Health*, Chicago, v. 52, n.2, p.113-117, Mar-Apr. 1997.
- 30- WORDLEY, J.; WALTERS, S.; AYRES, J. G. Short term variations in hospital admissions and particulate air pollution. *Occup. Envir. Med.*, Londres, v.54, n.2, p.108-116, Feb. 1997.
- 31- NORRIS, G.; YOUNGPONG, S. N.; KOENIG, J. Q.; LARSON, T. V.; SHEPPARD, L.; STOUT, J.W. An association between fine particles and asthma emergency department visits for children in Seattle. *Environ. Health Perspect.*, v.107, n.6, p. 489-493, Jun, 1999.
- 32- NICOLAI, T. Environmental air pollution and lung disease in children. *Monaldi Arch. Chest Dis.*, v.54, n.6, p.475-478, Dec. 1999a.
- 33- _____. Air pollution and respiratory disease in children is the clinically relevant impact? *Pediatr. Pulmonol.*, Filadélfia, 18, p.9-13, 1999b.
- 34- BOBAK, M. Outdoor air pollution, low birth weight, and prematurity. *Environ. Health Perspect.*, v.108, n.2, p.173-6, Feb. 2000.
- 35- ROMIEU, I.; MENESES, F.; RUIZ, S.; SIENRA, J. J.; HUERTA, J.; WHITE, M. C.; ETZEL, R. Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v.154, p.300-307, 1996.
- 36- KOPP, M. V.; ULMER, C.; IHORST, G.; SEYDEWITZ, H. H.; FRISCHER, T.; FORSTER, J.; KUEHR, J. Upper airway inflammation in children exposed to ambient ozone and potential signs of adaptation. *Eur. Respir. J.*, Copenhagen, v.14, n.4, p.854-861, Oct. 1999.
- 37- HARRÉ, E. S. M.; PRICE, P. D.; AYREY, R. B.; TOOP, L. J.; MARTIN, I. R.; TOWN, G. I. Respiratory effects of air pollution in chronic obstructive pulmonary disease: a three month prospective study. *Thorax*, Londres, v.52, p.1040-1044. 1997.
- 38- ANDERSON, H. R.; PONCE DE LEON, A.; BLAND, J. M.; BOWER, J. S.; STRACHAM, D. P. Air pollution and daily mortality in London 1987-92. *B.M.J.*, Londres, v.312, n.7032, p.665-9, Mar, 1996.

- 39- MORGAN, G.; CORBETT, S.; WLODARCZYK, J. Air pollution and hospital admissions in Sydney, Australia, 1990 to 1994. *Am. J. Public Health*, Washington, v.88, n.12, p.1761-1766, Dec. 1998b.
- 40- DELFINO, R. J.; ZEIGER, R. S.; SELTZER, J. M.; STREET, D. Symptoms in pediatric asthmatics and air pollution: differences in effects by symptom severity, anti-inflammatory medication use and particulate averaging time. *Environ. Health Persp.*, v.106, n.11, p.751-761, Nov. 1998.
- 41- KELES, N.; ILICALI, C.; DEGER, K. The effects of different levels of air pollution on atopy and symptoms of allergic rhinitis. *Am. J. Rhinol.*, Providence, v.13, n.3, p.185-190, May-Jun. 1999.
- 42- JEDRYCHOWSKI, W; FLAK, E.; MRÓZ, E. The adverse of low levels of ambient air pollutants on lung function growth in preadolescent children. *Environ. Health Perspect.*, v.107, n.8, p.669-674, Aug. 1999.
- 43- KOENIG, J.Q. Air pollution and asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.*, Saint Louis, v.104, n.4, pt 1, p.717-722, Oct. 1999.
- 44- WEST, J. *Fisiologia Respiratória Moderna*. 3.ed. São Paulo: Manole, 1986.188p.
- 45- KÜNZLI, N.; KAISER, R.; MEDINA, S.; STUDNICKA, M.; CHANEL, O.; FILLIGER, P.; HERRY, M.; HORAK, F. J R; PUYBONNIEUX-TEXIER, V.; QUÉNEL, P. ; SCHNEIDER, J.; SEETHALER, R.; VERGNAUD, J. C.; SOMMER, H. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*, Londres, v. 356, n.9232, p.795-801, Sep. 2000.
- 46-CALDERÓN-GARCIDUEÑAS, L.; DELGADO, R; CALDERÓN- GARCIDUEÑAS, A; MENESES, A; RUIZ, L. M.; DE LA GARZA, J.; ACUNA, H; VILLARREAL-CALDERÓN, A.; RAAB-TRAUB, N; DEVLIN, R. Malignant neoplasms of the nasal cavity and paranasal sinuses:a series of 256 patients in Mexico City and Monterrey. Is air pollution the missing link? *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Rochester, v.122, n.4, p. 499-508, Apr, 2000.
- 47- SIH, T. M. Vias aéreas inferiores e a poluição. *J. Pediatr.*, Saint Louis, v.73, n.3, p.166-170. 1997.

Esse artigo é parte da revisão bibliográfica da Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública, inserido na Linha de Pesquisa: Saúde Ambiental, sob orientação da Dr^a Ângela Maria Magosso Takayanagui, no ano 2002, intitulada “Morbidade por problemas respiratórios em Ribeirão Preto-SP, de 1995 a 2001, segundo indicadores ambientais, sociais e econômicos”.

Dissertação disponível em <http://www.teses.usp.br>

Trabalho apresentado no *VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva*, ABRASCO, 29 de julho a 02 de agosto de 2003, na UNB, Brasília-DF.