

EIXO TEMÁTICO:

- () Arquitetura Bioclimática, Conforto Térmico e Eficiência Energética
- () Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
- () Biodiversidade e Unidades de Conservação
- () Campo, Agronegócio e as Práticas Sustentáveis
- (X) Clima, Ambiente e Saúde
- () Desastres, Riscos Ambientais e a Resiliência Urbana
- () Educação Ambiental e Práticas Ambientais
- () Ética e o Direito Ambiental
- () Geotecnologias Aplicadas à Análise Ambiental
- () Novas Tecnologias e as Construções Sustentáveis
- () Patrimônio Histórico, Turismo e o Desenvolvimento Local
- () Saúde Pública e o Controle de Vetores
- () Saúde, Saneamento e Ambiente
- () Segurança e Saúde do Trabalhador
- () Urbanismo Ecológico e Infraestrutura Verde

A estreita relação entre o meio ambiente e a saúde

The narrow relationship between the environment and health

La estrecha relación entre el medio ambiente y la salud

Anne Beatriz Bortoluci

Biomédica, UNOESTE, Brasil
biabortoluci@hotmail.com

Gisele Quinallia

Biomédica, UNOESTE, Brasil
giselequinallia@hotmail.com

Juliene Maldonado Orosco de Andrade

Administradora, UNOESTE, Brasil.
julieneorosco@hotmail.com



Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo
ISBN 978-85-68242-51-3

RESUMO

É a partir dos padrões de qualidade do ar que se faz o diagnóstico dos níveis de poluentes que trazem malefícios para a saúde e que possibilitam determinar planos de gestão para a diminuição ou o combate a emissão de poluentes. O presente estudo tem como objetivo compreender, através da revisão da literatura, a influência da poluição atmosférica na saúde e no meio ambiente. Durante o estudo, foi possível verificar que as principais doenças analisadas no estado de São Paulo no período de 2010 a 2015 se referem, inicialmente a doenças do trato respiratório em crianças, em segundo posição surgem doenças venosas como acidente vascular cerebral e problemas cardiovasculares e em terceiro posição o peso de bebês ao nascer, casos e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme igualmente foram alistados com a poluição atmosférica, proporcionando consequências positivas na associação com os poluentes analisados. Foi possível concluir que políticas de redução e regulação de emissões de poluentes em veículos motores, bem como estímulos a energias mais limpas de transporte, aliviariam o impacto sobre a saúde. A experiência de técnicos ambientais e estudos de impacto sobre a saúde, como o presente trabalho, servem como instrumentos de informação baseada em evidências a sociedade civil e auxílio aos planejadores para definição de novos critérios de controle da poluição.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição atmosférica. Saúde. Doenças respiratórias.

ABSTRACT

It is from the air quality standards that the diagnosis of the levels of pollutants that are harmful to health is made and that it is possible to determine management plans to reduce or combat the emission of pollutants. The present study aims to understand, through the literature review, the influence of air pollution on health and the environment. During the study, it was possible to verify that the main diseases analyzed in the state of São Paulo in the period from 2010 to 2015 refer, initially to diseases of the respiratory tract in children, in second position arise venous diseases such as stroke and cardiovascular problems and in Third place the birth weight of babies, cases and cancer mortality, premature births and sickle cell anemia were also listed with air pollution, providing positive consequences in the association with the analyzed pollutants. It was possible to conclude that policies for reducing and regulating pollutant emissions in motor vehicles, as well as stimulating cleaner transport energies, would alleviate the impact on health. The experience of environmental technicians and health impact studies, such as the present paper, serve as evidence-based tools for civil society and help planners to define new pollution control criteria.

KEY WORDS: Atmospheric pollution. Health. Respiratory diseases.

RESUMEN

Es a partir de los estándares de calidad del aire que se hace el diagnóstico de los niveles de contaminantes que traen maleficios para la salud y que posibilitan determinar planes de gestión para la disminución o el combate a la emisión de contaminantes. El presente estudio tiene como objetivo comprender, a través de la revisión de la literatura, la influencia de la contaminación atmosférica en la salud y el medio ambiente. Durante el estudio, fue posible verificar que las principales enfermedades analizadas en el estado de São Paulo en el período de 2010 a 2015 se refieren, inicialmente a enfermedades del tracto respiratorio en niños, en segundo lugar surgen enfermedades venosas como accidente cerebrovascular y problemas cardiovasculares y en La tercera posición el peso de los bebés al nacer, los casos y la mortalidad por cáncer, los partos prematuros y la anemia falciforme también se enumeran con la contaminación atmosférica, proporcionando consecuencias positivas en la asociación con los contaminantes analizados. Es posible concluir que las políticas de reducción y regulación de emisiones de contaminantes en vehículos motores, así como estímulos a energías más limpias de transporte, aliviar el impacto sobre la salud. La experiencia de técnicos ambientales y estudios de impacto sobre la salud, como el presente trabajo, sirven como instrumentos de información basados en evidencias a la sociedad civil y ayuda a los planificadores para definir nuevos criterios de control de la contaminación.

PALABRAS CLAVE: Contaminación atmosférica. Salud. Trastornos respiratorios.

1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar concebe atualmente um dos grandes problemas de saúde pública, comprometendo a saúde dos seres humanos, animais e das plantas. Com o desenvolvimento tecnológico no mundo contemporâneo ocasiona crescente na quantidade e na multiplicidade de poluentes dispostos na atmosfera, danificando as características de vida em nosso planeta (CASTRO et al., 2003). Os principais poluentes atmosféricos nas cidades são o material particulado (MP_{10}), o ozônio (O_3), o dióxido de enxofre (SO_2), o monóxido de carbono (CO) e os óxidos de nitrogênio (NO_2). Em 2012 segundos dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou cerca de sete milhões de mortes no mundo decorrentes da poluição do ar a partir de fontes urbanas e rurais.

1.1 Poluentes atmosféricos

Os lançamentos atmosféricos que infectam o ar podem ser derivados de fontes fixas (indústria) e móveis (veículos automotores), atingindo a qualidade do ar local, regional e global e comprometendo a saúde pública. Novos manejos de poluentes, como a combustão de combustíveis fósseis por motores, e a expansão das indústrias siderúrgicas auferiram força com a Revolução Industrial e consecutivamente sem um acompanhamento dos possíveis danos que esses poluentes poderiam causar à saúde humana (COELHO, 2007; MARIO, 2012).

No Brasil, até a década de 80, a principal fonte de lançamento de contaminantes do ar nas capitais brasileiras constituíam nas indústrias. Já na década de 90 muitas empresas mudaram para o interior e os automóveis se tornaram a principal fonte de poluentes em locais urbanos nos últimos anos de acordo com TOLEDO et al. (2011). Como todo país em desenvolvimento, o país proporciona um crescimento significativo na frota veicular de suas regiões metropolitanas. Atualmente, segundo dados do DENATRAN (2016) a frota veicular no Brasil totaliza 92 milhões de veículos e 18% desta frota está concentrado nas regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Salvador, Vitória, Curitiba, Campinas, Rio de Janeiro e Baixada Santista.

Nos últimos 20 anos, tem crescido um forte debate mundial sobre as questões socioambientais e as externalidades negativas derivadas das celeridades antrópicas que atentam sobre a redução da qualidade de vida, sobretudo, nas cidades. Entre os balanços urbano-ambientais da atualidade que atingem a saúde humana, encontra-se a poluição atmosférica. A bibliografia mundial tem abordado o fato da transformação tóxica dos poluentes no ambiente atinge a saúde de diferentes maneiras e níveis de gravidade. Por exemplo, de acordo com NASCIMENTO et al. (2006) e CAREY et al. (2013) a poluição do ar está relacionada à redução da expectativa de vida e ao aumento do risco de arritmias e infarto agudo do miocárdio, bronquite crônica e asma, doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), obesidade, câncer do pulmão e depressão.

Segundo a OMS, os altos níveis de poluição do ar são muitas vezes subproduto de políticas insustentáveis em setores como o de transportes. Na maior parte desses casos, as táticas mais saudáveis também são as mais econômicas em longo prazo, através da redução de custos de cuidado com a saúde.

Uma grande quantidade de pesquisas conduzidos no Brasil avaliando poluição atmosférica e doenças respiratórias foram desenvolvidos em grandes centros urbanos, tais como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba (PEREIRA et al., 1998; BRAGA et al., 2001; BAKONYI et al., 2004). Porém, tem sido insuficiente estudos sobre os efeitos da poluição do ar, principalmente gerados por atividades industriais e pela frota de veículos, fora dos grandes centros metropolitanos.

1.2 Poluição e saúde

Apesar de avanços terem surgido nas últimas décadas, em relação a práticas que proporcionem um ar mais limpo, principalmente nos países desenvolvidos, os atuais níveis de poluição atmosférica continuam a ser considerados danosos para a saúde, segundo GOUVEIA et al. (2006). Pesquisas que incidem sobre a poluição atmosférica e os efeitos na saúde da população têm confirmado que, mesmo quando os poluentes se encontram abaixo dos níveis determinados pela legislação, estes são capazes de provocar efeitos na saúde das pessoas relatam MORAES et al. (2010), AMÂNCIO e NASCIMENTO (2012), GAVINIER e NASCIMENTO (2014). As ações da poluição atmosférica no bem-estar humano é o principal incentivo para o seu conhecimento e domínio.

Dentre as idades mais acertadas pelos efeitos da poluição do ar estão as crianças e os idosos. Segundo SILVA et al. (2013), pessoas que já sofrem de problemas respiratórios também se tornam mais suscetíveis a sofrer com a elevação nos níveis de poluentes atmosféricos. Para RITZ et al. (2006) as crianças, por exemplo, já estão submetidas aos efeitos adversos da poluição atmosférica antes mesmo de nascer.

Estudos manifestam-se que o aumento nos níveis de poluição atmosférica está associado ao crescimento no risco de mortalidade infantil e déficits no desenvolvimento pulmonar conforme SOFER et al. (2013) e ao aumento no acesso aos serviços de saúde em decorrência de doenças respiratórias como asma de acordo com McCORMACK et al. (2011). Essa ocorrência se intensifica no inverno através do aumento de inversões térmicas, que bloqueiam a dispersão de poluentes atmosféricos primários, provocando episódios agudos de poluição. No Brasil, alguns estudos demonstram o retardo do crescimento intrauterino, menor peso ao nascer e maior mortalidade intrauterina e neonatal segundo PEREIRA et al. (1998); LIN et al. (2004) e MEDEIROS et al. (2005).

A austeridade dos efeitos da poluição na saúde dos idosos procede da debilidade do sistema imunológico em decorrimento do avanço da idade. Em comum, estudos despontam que a poluição atmosférica, especialmente aquela relacionada ao material particulado, está

acompanhada ao aumento da mortalidade em idosos e a maior frequência de internações hospitalares por problemas cardiovasculares e respiratórios por asma e DPOC de acordo com WELLENIUS et al. (2006), BELL et al. (2006) e BENTAYEB et al. (2012).

Uma das grandes pesquisas realizadas no Brasil em deferência do efeito da poluição sobre a saúde dos idosos foi desenvolvido por SALDIVA et al. (1995). Esta pesquisa buscou despontar a implicação do crescimento do material particulado sobre a mortalidade de pessoas com mais de 65 anos de idade, na região de São Paulo. O estudo verificou que a ascensão em 10mg/m³ de material particulado estava acompanhada a um crescimento na mortalidade geral de idosos em mais de 13%, evidenciando que a poluição do ar tem efeito expressivo na mortalidade de pessoas idosas.

Corroborando com as pesquisas LEITE et al. (2011) afirma que os efeitos dos poluentes causados ao meio ambiente e à qualidade de vida das pessoas, além de afetarem as comunidades próximas à fonte de emissão, podem viajar milhares de quilômetros pela atmosfera, atingindo locais distantes.

Além de gerarem efeitos na saúde da população, as dificuldades causadas pela poluição do ar também geram consequências negativas no que se refere aos aspectos econômico e social. De acordo com o INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (2016) acarretam e, queda da produtividade agrícola, aumento de custos dos sistemas de saúde, maior vulnerabilidade das populações carentes pode ser vista como exemplos de problemas causados pela contaminação do ar.

As maneiras pelas quais a poluição do ar intervém na saúde das pessoas ainda não são completamente conhecidos. Perante este fato, pesquisas epidemiológicas que aferem este ponto são extremamente relevantes, considerando-se confirmada morbidade respiratória e sequelas negativas que determinados poluentes são capazes de causar na qualidade de vida das pessoas, sendo as hospitalizações apenas um dos efeitos gerados pela degradação do ar segundo NEGRISOLI e NASCIMENTO (2013).

No Brasil, pesquisas epidemiológicas avaliando a agregação de poluentes com problemas na saúde agrupam-se no estado de São Paulo, onde se reúne grande parte da população brasileira, sendo um dos estados mais populosos e urbanizados, com cerca de 1/5 da população do país e uma taxa de urbanização de quase 96%, segundo o Censo Demográfico 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Dos 645 municípios do Estado, apenas 42 monitoram a qualidade do ar, com 86 estações de monitoramento, o que representa aproximadamente 34% das estações existentes no país afirma VORMITTAG et al. (2014). Compreendesse-se então, que se trata de um estado com maior disponibilidade de informações para o desenvolvimento de pesquisas a propósito do efeito da poluição na saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Compreender a influência da poluição atmosférica na saúde respiratória e no meio ambiente.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais poluentes atmosféricos.
- Verificar as principais fontes de poluição atmosférica.
- Relacionar as patologias associadas aos poluentes atmosféricos identificados.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi de estudo prospectivo, de revisão literária, que utilizou para obtenção de informações pesquisa na rede pública de internet, leitura, análise e interpretação de livros, periódicos e documentos sobre o tema. De acordo com RUIZ (1996, p.58), “a pesquisa bibliográfica consiste no exame do manancial teórico, para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado assunto que se tem como tema de pesquisa científica”. Para Lakatos e Marconi (2002, p.225) referem-se às revisões bibliográficas como: “a citação das principais conclusões a que outros chegaram a permitir salientar a contribuição da pesquisa realizada, demonstrar contradições ou reafirmar comportamentos e atitudes”.

RESULTADOS

De acordo com informações da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB),

“poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

Nas grandes capitais, o transtorno da poluição do ar tornou-se numa das mais sérias iminências quanto à qualidade de vida de seus habitantes, entretanto, vários estudos epidemiológicos entre eles, OLMO et al. (2011) têm revelado as decorrências para a saúde, mesmo em níveis de poluição abaixo dos limites permitidos pela legislação brasileira.

As consequências e melhoramentos na saúde humana podem ser analisados segundo dois grupos: morbidade e mortalidade. De acordo com a U.S Environmental Protection Agency,

esses desfechos refletem em custos públicos e privados diretos, como a perda de produtividade (dias de trabalho perdidos), atividades restritas ou morte prematura e despesas médicas (tratamentos, exames e medicamentos) (MIRAGLIA; GOUVEIA, 2014).

A OMS classifica uma fila de elementos tóxicos para a saúde conexos à poluição do ar. Estes elementos podem tanto ser lançados para a atmosfera, como dióxido de enxofre, monóxido de carbono e óxido de nitrogênio, quanto compostos a partir de reações químicas, a exemplo do ozônio e material particulado segundo o World Health Organization, (2006).

Os lançamentos causados por automóveis transportam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o aparelho respiratório, podem causar vários efeitos negativos sobre a saúde. Esses envios são compostos de gases como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), dióxidos de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), material particulado (MP₁₀), entre outros. No estado de São Paulo, de acordo com a CETESB (2016) são 230 fontes industriais prioritárias de queima de combustíveis fósseis, as quais lançam anualmente para a atmosfera 3,7x10³ toneladas de CO, 1,9x10³ toneladas de HC, 6,3x10³ toneladas de NO_x, 16,4x10³ toneladas de SO₂ e 5,2x10³ toneladas de MP₁₀.

LOOMIS et al. (1999) determina que o monóxido de carbono (CO) é uma substância inodora, insípida e incolor – atua no sangue reduzindo sua oxigenação. De acordo com LIN et al. (1999) os óxidos de nitrogênio (NO_x) são uma combinação de nitrogênio e oxigênio que se formam em razão da alta temperatura na câmara de combustão, participa na formação de dióxido de nitrogênio e na formação do “smog” fotoquímico - reação de hidrocarbonetos, não muito poluentes, com gases presentes na atmosfera (O₃, NO e NO₂), onde o ozônio é o seu principal componente.

Ainda de acordo com LOOMIS et al (1999), os hidrocarbonetos (HC) são a parcela de combustível não queimado ou parcialmente queimado que é expelido pelo motor – alguns tipos de hidrocarbonetos reagem na atmosfera promovendo a formação do “smog” fotoquímico. Para LIN et al. (1999), o dióxido de enxofre (SO₂) é reconhecidamente irritante respiratório, absorvido nas vias aéreas superiores e se deposita nas porções mais inferiores destas e no parênquima pulmonar. Ele causa decréscimo da função pulmonar e até mesmo necrose pulmonar em animais. As fontes principais são indústrias que utilizam carvões minerais e derivados de petróleo, além de veículos automotivos que utilizam combustíveis fósseis.

O ozônio (O₃), próximo à superfície da Terra, resulta de reações fotoquímicas de poluentes com a radiação solar. Pode atingir as porções mais profundas dos pulmões podendo causar inflamação e diminuição da função pulmonar. LOOMIS et al., (1999) diz que “ É um poderoso oxidante, participando de reações intra e extracelulares com envolvimento de enzimas importantes para o metabolismo “.

O MP₁₀, originário principalmente da queima de combustíveis fósseis, pode ter meia vida de alguns dias até anos. Ele está associado ao aumento de sintomas e de doenças respiratórias em crianças, aumento e piora de quadro de asma e, mais recentemente, ao baixo peso ao nascer e à mortalidade infantil. Para LOOMIS et al. (1999) e LIN et al. (1999), quando inalado

pode atingir até os alvéolos e ocasionar: mal estar, irritação dos olhos, garganta e pele, dor de cabeça, náuseas, bronquite, asma e câncer de pulmão.

As partículas inaláveis, que possuem maior impacto sobre a saúde humana, podem ser definidas de maneira simplificada como partículas inaláveis (MP_{10}), aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 μ m, e partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$), que possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 μ m. O tamanho da partícula possui relação inversamente proporcional ao potencial de deposição no trato respiratório e os efeitos à saúde associados. Ou seja, BRUNEKREEF e HOLLGATE (2002); LADEN et al. (2006) colocam que partículas maiores podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório, enquanto as menores, o $MP_{2,5}$, atingem as vias respiratórias inferiores, podem alcançar os alvéolos e possuem a característica de transportar gases absorvidos em sua superfície até onde ocorre a troca gasosa nos pulmões.

Assim, DOCKERY et al., 1993; POPE et al., (1995) diz que a poluição por $MP_{2,5}$ tornou-se um importante fator de risco para estudos epidemiológicos em saúde, uma vez que possuem as associações causais mais robustas entre a exposição de longo prazo ao poluente e a redução da expectativa de vida. O Global Burden of Disease, programa global de pesquisa investigativa da OMS que avalia a mortalidade e incapacidade por doenças graves, lesões e fatores de risco, estabeleceu em 2010 a poluição atmosférica por material particulado fino como o sexto maior fator de risco para a mortalidade prematura global. Para efeito de comparação, a carga da doença atribuída ao $MP_{2,5}$ é maior do que outras ameaças à saúde global bem reconhecidas, tais como malária e HIV-AIDS combinadas, segundo IHME (2012) e APTE et al. (2015).

A Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC), vinculada a Organização Mundial da Saúde (OMS), anunciou, em 2013, a classificação da poluição do ar exterior (outdoor) e do poluente material particulado como substâncias carcinogênicas do Grupo I. De acordo com a IARC (2013) isso significa que o risco de desenvolver câncer de pulmão ou bexiga é significativamente maior em pessoas expostas a poluição atmosférica. Revisões sistemáticas de WHO (2015), sobre o efeito do material particulado e câncer de pulmão foram realizadas a partir do relatório do IARC para corroborar os efeitos nocivos da poluição sobre essa doença (HAMRA et al., 2014). Além disso, em 2015, a OMS divulgou a perda precoce de cerca de oito milhões de vidas no mundo pela poluição do ar. Desses, cerca de 3,7 milhões deveriam-se a poluição do ar externa, o que representa 46% de todas as fontes de poluentes relacionadas ao ar.

Reconhecendo-a como uma ameaça cada vez maior à saúde pública global, em relatório oficial da 68ª Assembleia Mundial da Saúde, em maio de 2015, a OMS concluiu que a redução da poluição atmosférica pode se tornar um indicador sanitário das políticas dos objetivos do desenvolvimento sustentável pós-2015. Neste documento, a OMS solicita aos países-membro que tomem medidas emergenciais de controle efetivo da poluição, uma vez que a poluição do ar passa a ser líder ambiental para riscos em saúde.

Na revisão sistemática de DAPPER et al. (2016) é apresentado os principais resultados dos estudos referentes à poluição do ar e os efeitos na saúde desenvolvidos no estado de São

Paulo. Foram encontrados no total 92 artigos utilizando os descritores na base de dados Scielo, dos quais 18 se encaixaram nos critérios de inclusão e foram selecionados para a análise.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais doenças e poluentes estudados nas pesquisas, bem como a faixa etária dos indivíduos, pode-se observar, com base nos estudos de Tadano (2007) e DAPPER et al. (2016), que as principais doenças estudadas no estado de São Paulo no período de 2010 a 2015 se referem, em primeiro lugar, a doenças do trato respiratório em crianças. Salienta que as crianças são mais suscetíveis aos efeitos da poluição por consumirem o dobro da quantidade de ar dos adultos.

Em segundo lugar aparecem doenças venosas como acidente vascular cerebral e problemas cardiovasculares. Em terceiro lugar foi estudado o peso dos bebês ao nascer. Incidência e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme também foram relacionados com a poluição atmosférica, apresentando resultados positivos na associação com os poluentes estudados segundo DAPPER et al. (2016).

TABELA 1

Principais doenças e poluentes estudados no estado de São Paulo (2010- 2015).

Autor e ano	Variáveis		Idade
	Doenças	Poluentes	
Ribeiro e Pesquero, 2010	Respiratórias	PM ₁₀ , PTS e NO ₂	10 a 13
Jasinski et al., 2011	Respiratórias	PM ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ e O ₃	0 a 19
Amâncio e Nascimento, 2012	Asma brônquica	PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂	≤10
Carneseca et al., 2012	Procedimentos de inalação/nebulização	MP ₁₀	Todas
Nascimento et al., 2012	Acidente vascular cerebral	PM ₁₀ , SO ₂ , O ₃	≥50
Yanagi et al., 2012	Incidência e mortalidade por câncer	MP ₁₀	Todas
Cesar et al., 2013	Respiratórias	MP ₁₀	0 a 10
Nardocci et al., 2013	Respiratórias e cardiovasculares	PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂	<5 e >39
Nascimento e Francisco, 2013	Hipertensão arterial	PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂	Todas
Negrisola e Nascimento, 2013	Pneumonia	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃	0 a 10
Romão et al., 2013	Peso ao nascer	PM ₁₀	Recém-nascidos
Gavinier e Nascimento, 2014	Acidente vascular cerebral	MP ₁₀ , O ₃ , NO, NO ₂	≥50
Lima et al., 2014	Recém-nascidos prematuros	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃	Recém-nascidos
Nicolussi et al., 2014	Asma, rinite e eczema atópico	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃	6 a 7
Pinheiro et al., 2014	Respiratórias e cardiovasculares	PM ₁₀	>40 >60
Santos et al., 2014	Peso ao nascer	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃	Recém-nascidos
Barbosa et al., 2015	Anemia falciforme	MP ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ , CO, O ₃	<18

Fonte: (DAPPER; SPOHR; ZANINI, 2016).

Segundo RODRIGUES et al. (2015), a inação em relação à política ambiental no mundo terá consequências graves sobre a saúde da população no futuro. Apenas no Estado de São Paulo, esperam-se quase 250 mil mortes até 2030, caso os níveis de material particulado $MP_{2,5}$ se mantenham nos mesmos níveis de 2011, o maior impacto ocorrerá para as doenças do aparelho circulatório e doenças respiratórias em idosos, visto que esse e o grupo que mais cresce na população e, juntamente com as crianças, o mais afetado pela poluição atmosférica. Neste cenário, o número de internações hospitalares somaria 1 milhão, com um gasto esperado de mais de R\$1,5 bilhão, ou o equivalente a quase US\$ 638 milhões.

De acordo com RODRIGUES et al. (2015) os resultados mostram que, entre 2011 e 2030, no Estado de São Paulo, o total de mortes atribuíveis à poluição chegaria a mais de 246 mil óbitos no cenário estacionário de poluição e ocorreriam quase 918 mil internações apenas por causas cardiovasculares, respiratórias e neoplasias selecionadas em grupos etários mais suscetíveis. Outro fator a ser considerado é que as emissões de poluentes atmosféricos causam grande incômodo aos pedestres próximos às vias de tráfego. No caso da fuligem (fumaça preta), a coloração e o mau cheiro desta emissão causa de imediato uma atitude de repulsa e pode ainda ocasionar diminuição da segurança e aumento de acidentes de trânsito pela redução da visibilidade. Segundo dados da CETESB, (2016) no ano de 2013 foram emitidas no Estado de São Paulo 423 mil toneladas de CO_2 , 72 mil toneladas de hidrocarbonetos não metanos (NMHC), 192 mil toneladas de óxidos de nitrogênio (NO_x), 5,4 mil toneladas de PM_{10} , 15 mil toneladas de dióxido de enxofre (SO_2) e 1,6 mil toneladas de aldeídos (RCHO), todos poluentes tóxicos.

O gráfico abaixo (FIGURA 1) mostra a evolução na emissão desses compostos ao longo dos últimos anos e inclui além dos poluentes citados, também a emissão de dióxido de carbono (CO_2), que é o principal gás de efeito estufa emitido por veículos, e cuja emissão está relacionada com a eficiência energética dos veículos (consumo de combustível).

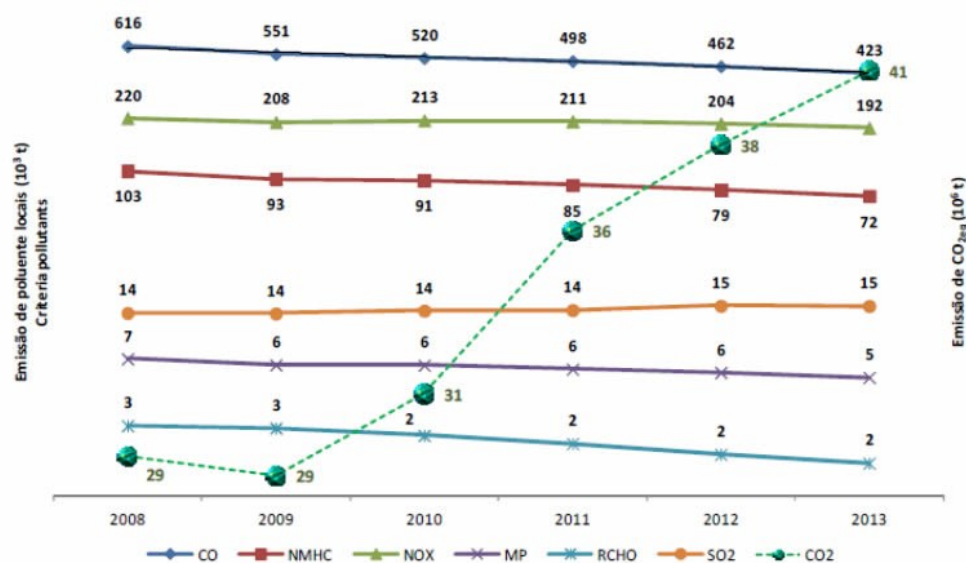


Figura 1: Evolução na emissão dos poluentes atmosféricos ao longo dos anos entre 2008 e 2013.

Fonte: <http://veicular.cetesb.sp.gov.br/>

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE)(2016), coloca que o diagnóstico geral e as ações de controle do Estado de São Paulo para as emissões veiculares, são descritas no Plano de Controle da Poluição Veicular (PCPV), documento governamental que orienta as decisões e acompanha a implementação das mesmas. O controle da poluição por fontes móveis no Brasil iniciou-se com o PROCONVE em 1986, a partir de 1995 foi estabelecido o controle da emissão de gases poluentes pelo escapamento de veículos. Atualmente, o programa está em sua sétima fase e, estabelece limites de emissões mais rígidos para veículos pesados, exigindo que tenham novas tecnologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estimativa do impacto global de impurezas do ar na saúde, por meio de estudos de séries temporais, é importante para fortalecer a implantação da vigilância em saúde ambiental pelo setor saúde. Seu resultado mostra a estimativa direta do risco de enfermidades da população em função da variação das concentrações dos poluentes atmosféricos. As consequências identificadas tendem a ser controladas ao longo do tempo, permitindo a estimativa do êxito das medidas de controle.

Estudos como esse manifestam-se que um tema transversal tão complexo como a poluição atmosférica deveria embasar discussões intersetoriais entre saúde e meio ambiente nas políticas públicas e planos de gestão para redução de emissão de poluentes, principalmente nos grandes centros urbanos, como e o caso da Região Metropolitana de São Paulo.

De forma mais específica, políticas de redução e regulação de emissões de poluentes em veículos motores, bem como estímulos a energias mais limpas de transporte, aliviariam o impacto sobre a saúde. A experiência de técnicos ambientais e estudos de impacto sobre a saúde, como o presente trabalho, servem como instrumentos de informação baseada em evidências a sociedade civil e auxílio aos planejadores para definição de novos critérios de controle da poluição.

No que se refere aos poluentes estudados, a maioria dos trabalhos se limitou a usar os dados disponíveis pelo órgão estadual de monitoramento utilizando, principalmente, os níveis dos seguintes poluentes: monóxido de carbono, ozônio, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e MP₁₀, sendo este último o mais estudado. Entretanto, pesquisas mais abrangentes deveriam ser realizados para investigar o efeito de outros poluentes, como compostos orgânicos voláteis que também podem ser potenciais causadores de risco para a saúde.

É a partir dos padrões de qualidade do ar que se faz o diagnóstico dos níveis de poluentes que trazem malefícios para a saúde e que possibilitam determinar planos de gestão para a diminuição ou o combate a emissão de poluentes. A imprecisão de novos modelos em campo nacional e a falta de um controle mais severo dos níveis de poluição apenas contemporizam

medidas concretas para uma ação da poluição atmosférica por fontes automotoras e fixas no país, contribuindo para a assiduidade de mortes e internações em decorrência dessas causas.

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus por nos conceder o dom da vida, a UNOESTE através do Mestrado em Meio ambiente que nos contempla com o conhecimento através de discussões multidisciplinares, e a ANAP que fornece os subsídios necessário para a divulgação deste conhecimento.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, T. C.; NASCIMENTO, C. F. L. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v.58, n.3, p.302-7, 2012.

APTE, J. S.; MARSHALL, J. D.; COHEN, A. J.; BRAUER, M. *Addressing global mortality from ambient MP_{2.5}*. *Environmental Science & Technology*, n. 49, p. 8057-8066, 2015.

BAKONYI, S.M.C., DANNI-OIVEIRA, I.M., MARTINS, L.C., BRAGA, A.L.F. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Rev Saúde Pública*; v.38, n.5, p.695-700. 2004.

BELL, M. L. et al. *The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City*. *Environmental Research*, n. 100, p. 431-440, 2006.

BENTAYEB, M. et al. *Adverse respiratory effects of outdoor air pollution in the elderly*. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease (IJTLD)*, v. 16, n. 9, p. 1149-61, 2012.

BRAGA A.L.F., SALDIVA P.H.N., PEREIRA L.A.A., MENEZES J.J.C., CONCEIÇÃO G.M.S., LIN, C.A. *Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil*. *Pediatr Pulmonol*; v.31, n.2, p.106-13. 2001.

BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S. T. *Air pollution and health*. *The Lancet*, v. 360, p. 1233-1242, Oct. 2002.

CAREY, I. M. et al. *Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort*. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 187, n. 11, p. 1226-1233, 2013.

CASTRO, H.A., GOUVEIA, N., ESCAMILLA-CEJUDO, J.A. *Methodological issues of the research on the health effects of air pollution*. *Rev Bras Epidemiol*; n.6, p.135-49. 2003.

COELHO, S. Z. S. M. Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função de condições meteorológicas na cidade de São Paulo. 2007. *Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo*. São Paulo, 2007.

Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo. **Relatório da qualidade do ar: 2008**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidadedo-ar/31-ubicacoes-e-relatorios>> Acesso em 28 set 2016.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fato de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 83–97, 2016.

Departamento Nacional De Trânsito (Denatran). **Frota Nacional**, 2013. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2013.html>> Acesso em: 22 set 2016.

DOCKERY, D. W. et al. *An association between air pollution and mortality in six U.S. cities*. **The New England Journal of Medicine**, v. 329, n. 24, p. 1753-1759, 1993.

FREITAS, C. U. D.E. et al. Poluição do ar em cidades brasileiras: selecionando indicadores de impacto na saúde para fins de vigilância. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 3, p. 445-454, 2013.

GAVINIER, S.; NASCIMENTO, C. F. L. Poluentes atmosféricos e internações por acidente vascular encefálico. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.9, n.3, jul./set. 2014.

GOUVEIA, N. et al. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.12, p.2669-77, 2006.

HACON, S. D. S. **Estudos de séries temporais de poluição atmosférica por queimadas e saúde humana**. Time series studies of air pollution by fires and the effects on human health. p. 3245-3258, 2013.

HAMRA, G. B. et al. *Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-analysis*. **Environmental Health Perspectives. National Institute of Environmental Health Sciences**, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1408092>>. Acesso em: 5 out 2016.

IARC – International Agency for Research on Cancer. **Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths**. Lyon: WHO, 2013. Disponível em: <http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf>. Acesso em: 5 out. 2016.

IHME. Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010). **Population estimates 1970-2010**. 2012. Disponível em: <<http://ghdx.healthmetricsandevaluation.org/record/global-burden-diseasestudy-2010-gbd-2010-population-estimates-1970-2010>>. Acesso em: 5 out. 2016.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. 2016**. Disponível em: <http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf>. Acesso em: 28 set. 2016.

LADEN, F. et al. *Reduction in fine particulate air pollution and mortality*. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 173, n. 6, p. 667-672, 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1991. 225 p.

LEITE, R. C. M. et al. Utilização de regressão logística simples na verificação da qualidade do ar atmosférico de Uberlândia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.1, jan./mar. 2011.

LIN ,C.A., MARTINS, M.A., FARHAT, S.C.L., POPE, C.A., CONCEIÇÃO, G.M.S., ANASTÁCIO, V.M. et al. *Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil*. **Pediatr Perinat Epidemiol**; v.13, n.4, p.475-88. 1999.

LIN, C. A. et al. *Air pollution and neonatal deaths in São Paulo, Brazil*. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 5, p. 765-70, 2004.

LOOMIS, D., CASTILLEJOS, M., GOLD, D.R., McDONNELL, W., BORJA-ABURTO, V.H. *Air pollution and infant mortality in Mexico city*. **Epidemiology**; v.10, n., p.118-23. 1999.

MARIO, M. P. J. Poluição atmosférica como condicionante no processo de ocupação do espaço urbano: Análise na cidade de Porto Alegre, RS. 2012. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012

McCORMACK, M. C. et al. *Indoor particulate matter increases asthma morbidity in children with non-atopic and atopic asthma*. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, v. 106, n. 4, p. 308-315, April 2011.

MEDEIROS, A. et al. *Relationship between low birthweight and air pollution in the city of São Paulo, Brazil*. *Public Health Magazine*, v. 39, n. 6, p. 965-972, 2005.

MIRAGLIA, S. G. E. K.; GOUVEIA, N. Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n. 10, p. 4141-4147, 2014.

NEGRISOLI, J.; NASCIMENTO, C. F. L. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. *Revista Paulista de Pediatria*, v.31, n.4, p.501-6, 2013.

OLMO, N.R.S., SALDIVA, P.H.N., BRAGA, A.L.F., LIN, C.A., SANTOS, U.P., PEREIRA, L.A.A. *A review of low-level air pollution and adverse effects on human health: implications for epidemiological studies and public policy*. *Clinics*, v.66, n.4, p.681-90. 2011.

PEREIRA, L. A. et al. *Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil*. *Environmental Health Perspectives*, v.106, n.6, p. 325-329, 1998.

PEREIRA, B. B.; LIMONGI, J. E. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 23, n. 2, p. 91-100, 2015.

POPE, C. A. et al. *Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease*. *Circulation*, v. 109, n. 1, p. 71-77, 2004.

Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve). **Controle de emissões. Proconve, Ibama**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>> Acesso em: 8 out 2016.

RITZ, B.; WILHELM, M.; ZHAO, Y. *Air pollution and infant death in Southern California, 1989-2000*. *Pediatrics*, v. 118, n. 2, p. 493-502, 2006.

RODRIGUES, C. G. et al. Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 32, n. 3, p. 489-509, 2015.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos**. 5ª edição, Ed. Atlas, 2002.

RUSSO, P. R. A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro : análise espaço-temporal de partículas em suspensão na atmosfera. *Revista de Ciências Humanas*, v.10, n.1, p.78-93, jan./jun. 2010.

SANTOS, V. D. P. et al. **ARTIGO ORIGINAL**. O papel dos poluentes atmosféricos sobre o peso ao nascer. v. 32, n. 4, p. 306-312, 2014.

SILVA, C. M. A. et al. Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. *Revista de Saúde Pública*, v.47, n.2, p.345-52, 2013.

SOFER, T. et al. *Exposure to airborne particulate matter is associated with methylation pattern in the asthma pathway*. *Epigenomics*, v. 5, n. 2, p. 147-154, April 2013.

SOUZA, J. B. et al. Principal components and generalized linear modeling in the correlation between hospital admissions and air pollution. *Rev Saude Publica*, v. 48, n. 3, p. 451-458, 2014.

TOLEDO, G.I.F.M., NARDOCCI, A.C. Poluição veicular e saúde da população: uma revisão sobre o município de São Paulo (SP), Brasil. *Rev. bras. epidemiol*; v.14, n.3, p.445- 454. 2011



Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo
ISBN 978-85-68242-51-3

VORMITAG, E. M. P. A. A.; COSTA, R. R.; BRAGA, A. A.; MIRANDA, M. J.; NASCIMENTO, N. C.; SALDIVA, P. H. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014.** Disponível em: <<http://goo.gl/7Xvu2i>>. Acesso em: 6 out 2016.

WELLENIUS, G. A.; SCHWARTZ, J.; MITTLEMAN, M. A. *Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States cities. American Journal of Cardiology*, v. 97, n. 3, p. 404-408, 2006.

World Health Organization (WHO). **7 million premature deaths annually linked to air pollution.** WHO. 2005. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>>. Acesso em: 27 out 2016.

World Health Organization. **Air quality guidelines – Global Update 2005.** Copenhagen: WHO, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/XQRNLZ>>. Acesso em: 6 out 2016.