

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E CLIMA: REFLETINDO SOBRE OS PADRÕES DE QUALIDADE DO AR NO BRASIL

Yara da Luz Lima
Universidade Federal do Ceará
yara.yumi@hotmail.com

Fabiano Fontenele Farias
Universidade Federal do Ceará
fabianobalu@hotmail.com

Antônia de Maria da Luz Lima
Universidade Estadual do Ceará
antonia-lyma@hotmail.com

Maria Elisa
Universidade Federal do Ceará
elisazv@terra.com.br

O CLIMA DAS CIDADES

RESUMO

Problemas ambientais, como a poluição do ar, vêm agravando-se diante da crescente urbanização, que traz consigo o aumento do número de áreas industriais e da frota de automóveis. A questão da qualidade do ar não é recente: data desde a pré-história, com a descoberta do fogo. No entanto, a preocupação com o controle das fontes poluidoras só teve início a partir da Revolução Industrial. É a partir desse momento e de episódios trágicos no meio ambiente que surge a necessidade de legislar, regulamentar e praticar técnicas para a redução da poluição. No Brasil, os padrões de qualidade do ar seguem muito de perto as leis norte-americanas. As consequências do mau controle e regulamentação ou da total ausência de legislação da poluição atmosférica impossibilita o gozo da vida nos grandes centros urbanos.

Palavras-chave: Qualidade do ar – Meio Ambiente – legislação.

AIR POLLUTION AND CLIMATE: REFLECTING ON THE AIR QUALITY STANDARDS IN BRAZIL

ABSTRACT

Environmental problems, such as air pollution, are worsening in the face of growing urbanization, which brings with it the increasing number of industrial areas and car fleet. The issue of air quality is not new, dating back to prehistoric times, with the discovery of fire. However, the concern about the control of pollution sources only started from the Industrial Revolution on. It is from this moment and from tragic episodes in the environment that comes the need for legislation, regulation and practice techniques to reduce pollution. In Brazil, the air quality standards closely follow the U.S. laws. The consequences of poor control and regulation or complete absence of air pollution legislation restrain the enjoyment of life in large urban centers.

Key-words: air quality – Environmental – legislation.

1- INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que dois milhões de pessoas sejam vítimas fatais de doenças causadas pela poluição do ar a cada ano. Atualmente, os países africanos e asiáticos são considerados os mais poluídos. A América Latina está numa posição intermediária, e há pelo menos oito países em condições mais graves que o Brasil. A Bolívia comanda o ranking regional das piores qualidades do ar. São diversos os casos relatados de doenças e mortes causadas pela presença, no ar, de substâncias prejudiciais, resultantes, sobretudo, da atividade antrópica (CAVALCANTI, 2010). A poluição atmosférica pode resultar em impactos de ordem local, regional e global. Os impactos locais são aqueles localizados próximos às fontes de poluição, incluem desde os danos a saúde humana até alterações na quantidade de precipitação na área urbana. O impacto regional ou continental é a aqueles vistos a distâncias maiores das fontes, um exemplo são as chuvas ácidas (presença na atmosfera do dióxido de enxofre, do óxido de nitrogênio, do ácido clorídrico e do ácido fluorídrico). Os impactos globais afetam o planeta, incluem o efeito estufa (CO₂, CH₄, Clorofluorcarbonos e outros gases na atmosfera) e a destruição da camada de ozônio (emissão de clorofluorcarboneto).

MOTA (2003) define poluição do ar como a presença, na atmosfera, de substâncias que causem prejuízos ao homem, aos animais, aos vegetais e à vida microbológica; provoquem danos aos materiais; interfiram no gozo da vida e no uso da propriedade.

Os poluentes atmosféricos são classificados em primários e secundários. Os *primários* são aqueles lançados diretamente no ar. São exemplos desse tipo de poluente o dióxido de enxofre (SO₂), os óxidos de nitrogênio (NO₂ e NO), monóxido de carbono (CO) e

alguns particulados, como a poeira. Os *secundários* formam-se na atmosfera por meio de reações que ocorrem em razão da presença de certas substâncias químicas e de determinadas condições físicas. Por exemplo, o SO_3 (formado pelo SO_2 e O_2 no ar) reage com o vapor de água para produzir o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que precipita originando a chamada ‘chuva ácida’ (BRAGA *et al.*: 2005, 170).

MOTA (2003) ressalta ainda que a poluição do ar origina-se de fontes naturais e antrópicas. Podem ser estacionárias ou móveis, sendo essas últimas constituídas principalmente, pelos veículos, aviões, motocicletas, barcos e locomotivas.

A poluição urbana vem principalmente de atividades industriais e processos de descarga de veículos automotores, partículas sólidas em suspensão, gotículas de óleo expelidas pelos motores, concentração de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), composto de enxofre (SO_2) e compostos de flúor e cloro, todos eles existentes no ar que se respira nas cidades.

AYOADE (1998) ressalta que a poluição do ar afeta o clima das áreas urbanas de diversas formas. O próprio balanço energético das cidades sofre interferência, pois os poluentes refletem, dispersam e absorvem radiação solar. Muitos poluentes também servem de núcleos de condensação, sendo, portanto, abundantes no ar das cidades, cuja umidade já é substancialmente abastecida através da evaporação, dos processos industriais e dos automóveis, que emitem grandes quantidades de vapor d’água. Consequentemente, a tendência da precipitação é aumentar sobre as áreas urbanas. Contudo, os efeitos mais alarmantes da poluição atmosférica ocorrem na saúde da população citadina.

Problemas ambientais, como a poluição do ar, bastante comum nas grandes áreas urbanas, são preocupações que abrangem os estudos da Climatologia Geográfica. Tratando-se então de formas de estudo da questão ambiental em foco, a mais aceita e utilizada entre geógrafos e profissionais de áreas afins é a abordagem sistêmica do meio urbano. Mais especificamente o Sistema Clima Urbano - SCU de MONTEIRO (1976), que é caracterizado por vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução, estando esses últimos ligados à percepção humana. Dessa forma, seriam estabelecidos canais de percepção associados intimamente aos principais níveis de resolução dos sistemas, separando, assim, os grandes conjuntos de fenômenos dentro do universo climático. Dentro dessa dialética, o citado autor define os seguintes canais de percepção: o conforto térmico (subsistema termodinâmico); a qualidade do ar (subsistema físico-químico); e o impacto meteórico

(subsistema hidromecânico). É nesse contexto que se destaca o trabalho de Danni-Oliveira, *A cidade de Curitiba e a poluição do ar* (Implicações de seus atributos urbanos e geocológicos na dispersão de poluentes em período de inverno). Utiliza como metodologia o subsistema físico-químico, comparando as concentrações dos poluentes do ar, a partir da amostragem de pontos discretos da área urbana de Curitiba, permitindo a avaliação de sua qualidade do ar.

O objetivo geral do presente trabalho é trazer um breve referencial teórico da questão da qualidade do ar no Brasil e como objetivos de natureza específica, se destacam: Mostrar um breve histórico da poluição do ar pelo mundo, refletir sobre os padrões de qualidade do ar atuantes no Brasil. Isso será importante para fundamentar pesquisas que pretende-se desenvolver na cidade de Fortaleza nos próximos anos.

2- METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o presente trabalho é de cunho bibliográfico, com a utilização de livros, artigos científicos e trabalhos acadêmicos sobre a temática da poluição do ar, em âmbito mundial e nacional. Além disso, outras fontes secundárias enriqueceram o referencial teórico do estudo, como: informações estatísticas e históricas sobre a qualidade do ar no Brasil e mundo, tendo como base os dados de organizações como Organização Mundial da Saúde (OMS), Environmental Protection Agency (EPA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Organização das Nações Unidas (ONU). O presente referencial também é resultado da participação da autora no curso "Gestão de Energia e Qualidade do Ar" realizado pelo Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental - Lerca, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), no primeiro semestre de 2012.

3- UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A PREOCUPAÇÃO COM A QUALIDADE DO AR

A história do homem sobre a Terra é a história de uma ruptura progressiva entre o homem e seus entornos. Esse processo se acelera quando, praticamente ao mesmo tempo, o homem se descobre como indivíduo e inicia a mecanização do planeta, armando-se de novos

instrumentos para tentar dominá-lo. A natureza artificializada marca uma grande mudança na história humana da natureza (SANTOS, 1994). A história da degradação ambiental também caminha lado a lado com o domínio do homem sobre as técnicas. É nesse contexto que os problemas de poluição do ar não são recentes. De acordo com CAVALCANTI (2010), a partir da descoberta do fogo, o homem pré-histórico começou a contribuir de forma atuante, e não consciente, para a deterioração da qualidade do ar. Em Roma, há 2 mil anos, surgiram as primeiras reclamações sobre a qualidade do ar. No final do século XIII, foram assinadas as primeiras leis de qualidade do ar na Inglaterra.

A partir da Revolução Industrial, a poluição do ar realmente passou a ser considerada um problema ligado à saúde pública, quando começaram a ser adotadas técnicas baseadas na queima de grandes quantidades de carvão, lenha e, posteriormente, óleo combustível. Segundo Braga *et al.* (2005), a poluição do ar tem sido, desde a primeira metade do século XX, um grave problema nos centros urbanos industrializados, com a presença cada vez maior dos automóveis, que vieram a somar-se às indústrias, como fontes poluidoras. Episódios de poluição excessiva que causaram doenças e morte em diversos países encontram-se na (Tabela 01):

Tabela 01 - Episódios de poluição excessiva

Bélgica (1930)	5 dias	Inversão térmica; Ausência de ventos; Indústrias metalúrgicas.	Doenças respiratórias; 60 mortes até dois após o episódio.
EUA Pensilvânia (1948)	5 dias	Inversão térmica.	20 mortes.
Londres (1952)	5 dias	Alta concentração de material particulado, SO ₂ ; Inversão Térmica e Fog(calmaria e neblina).	Cerca de 4000 mortos.
Brasil (1976) Santo André – Região do ABC Paulista	Uma semana	Presença de anticiclone, com inversão termica e ausencia de vento e chuva; Alta concentração de material particulado e CO ₂ .	Não há estatísticas de morte; aumento de hospitalizações por doenças e problemas respiratorios.

Fonte: Elaboração a partir da tese de Mestrado de MOREIRA (2007).

A partir desses episódios alguns países passaram a legislar, regulamentar e implementar tecnologias para redução da poluição.

4- REFLEXÕES SOBRE OS PADRÕES DE QUALIDADE DO AR NO BRASIL

A qualidade do ar de uma região é influenciada diretamente pelos níveis de poluição atmosférica, os quais estão vinculados a um complexo sistema de fontes emissoras estacionárias (indústrias, queima de lixo, emissões naturais, etc.) e móveis (veículos automotores, aviões, trens, etc.). A magnitude do lançamento dessas emissões, seu transporte e diluição na atmosfera, determinam o estado atual da qualidade do ar atmosférico.

A legislação Brasileira de qualidade do ar segue muito de perto as leis norte-americanas. O órgão responsável pela definição de índices de qualidade nos Estados Unidos é a Environmental Protection Agency (EPA), que estabelece o National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Essa lei especifica o nível máximo permitido para diversos poluentes atmosféricos, sendo que a máxima concentração de um poluente é especificada em função de um período de médio de tempo (Braga *et al.* 2005).

No Brasil os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e aprovados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. São estabelecidos então dois tipos de padrões de qualidade do ar, os primários e secundários:

- Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. (Resolução CONAMA 003/1990)
- Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. (Resolução CONAMA 003/1990)

Pela Resolução 003/1990 do CONAMA, foram determinados ainda os métodos de amostragem e análise a serem utilizados para diversos poluentes; os valores medidos em concentração de poluentes, dos padrões nacionais de qualidade do ar para Partículas Totais em Suspensão (PTS), Fumaça, Partículas Inaláveis (MP₁₀), Dióxido de Nitrogênio (NO₂) Dióxido de Enxofre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO) e Ozônio (O₃) (Tabela 02).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), do estado de São Paulo faz uso do índice de qualidade do ar (IQA), ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar para o público. Esse índice é utilizado desde 1981, e foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida no Canadá e

nos EUA. Para cada poluente medido é calculado um índice. O índice obtido para a concentração de poluente no ar recebe uma qualificação, que é uma espécie de nota, classificada em boa, regular, inadequada, má e péssima.

Tabela 02 – Padrões de qualidade do ar em vigor no Brasil:

Poluente	Tempo Médio de Amostragem	Concentração (violações aceitas por ano)	
		Padrão Primário	Padrão Secundário
PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas	240	150
	Anual (MGA*)	80	60
Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24h	150	100
	anual	60	40
Partículas inaláveis - MP10 - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24h	150	150
	anual	50	50
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24h	365	100
	anual	80	40
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ – ppm)	1h	40.000-35	40.000-35
	8h	10.000-9	10.000-9
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1h	160	160
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1h	320	190
	anual	100	100

Observação: para PTS, fumaça, partículas inaláveis e SO₂, os padrões primários e secundários relativos às médias de 24 horas podem ser ultrapassados apenas uma vez ao ano. Os padrões primários e secundários do CO de 8 horas e de 1 hora e do ozônio também não podem ser ultrapassados mais de uma vez ao ano. Não há permissão de ultrapassagem para o NO₂.
MGA – Média Geométrica Anual

Fonte: elaboração a partir da Resolução CONAMA 003/1990 e de Santana *et al.* (2012).

A legislação brasileira também estabelece os Níveis de Qualidade do Ar para a definição de medidas de previsão, prevenção e remediação de eventos críticos de poluição. A Resolução CONAMA 003/1990 define os níveis de qualidade do ar com vistas à elaboração de planos de emergência para episódios críticos de poluição. Para tanto, são definidos três níveis críticos de poluição - atenção, alerta e emergência, entendidos como a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo. Os três níveis segundo Braga *et al.* (2005), de acordo com seus efeitos sobre a saúde :

Nível de Atenção – Decréscimo da resistência física e maiores sintomas em pessoas com enfermidades cardiorrespiratórias, sintomas gerais na população sadia.

Nível de Alerta – Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.

Nível de Emergência – Morte prematura de idosos e pessoas doente. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal.

A partir dos padrões que foram mostrados, podemos atentar para uma questão significativa, a da revisão dos padrões, tendo em vista a entrada de novos poluentes no ar e também aos problemas de saúde pública associados aos poluentes, ainda sob boas condições de qualidade do ar parametrizadas por essa resolução. No Brasil essa revisão deve se fazer, principalmente devido a sua extensão, com suas diferentes regiões, em termos econômicos, sociais e políticos. De acordo com Santana *et al.* (2012) no Brasil, os padrões nacionais de qualidade do ar nunca sofreram atualizações desde que foram estabelecidos em 1990. Santana *et al.* (2012) ressalta ainda a importância da discussão sobre o estabelecimento de procedimentos claros de adoção e revisão dos padrões nacionais de qualidade do ar, sendo capazes de: (i) criar uma dinâmica de atualização periódica compatível com o avanço do conhecimento científico sobre os efeitos da poluição sobre a saúde humana; (ii) permitir a participação efetiva dos órgãos e entidades de saúde, dando concretude aos ditames constitucionais a esse respeito; (iii) possibilitar a participação democrática de todos os demais setores envolvidos – academia, setor produtivo, sociedade civil e governo. Quando se trata de qualidade do ar, fixação de normas de controle e medição depara-se com processos extremamente complexos, o qual envolve diversos tipos de problemas e requer um longo período de trabalho e observação.

5- CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se o valor da formulação de ações na busca da melhoria da qualidade do ar, a partir de uma gestão ambiental participativa e integradora por parte do poder público. É importante fazer essa reflexão sobre a legislação vigente e sobre possíveis caminhos a serem traçados na reversão do cenário atual. O presente artigo tem a pretensão de revisão teórica, para posteriormente iniciar os estudos acerca do subsistema físico-químico em Fortaleza, Ceará, tendo em vista que existem raros trabalhos sobre a temática naquela cidade, principalmente na perspectiva da Climatologia Geográfica. O que se pode ressaltar, inicialmente, é a reconhecida carência de dados sobre a qualidade do ar na capital do Ceará, onde desde 2006 a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), órgão responsável, não monitora os gases poluentes. Fortaleza contava com quatro estações de

monitoramento, hoje desativadas e obsoletas. Há necessidade, assim, de realizar pesquisas sobre a poluição do ar na cidade, no contexto da Climatologia Geográfica, como uma contribuição à qualidade de vida dos cidadãos.

6- REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- ARAÚJO, L. F. P. & FARIAS, M. K. **Qualidade do Ar de Fortaleza e do Distrito Industrial de Maracanaú** – Ceará. Disponível: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliaire/peru/brapca127.pdf>>. Acesso em: julho de 2012.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J.G.L., MIERZWA, J.C., BARROS, M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N. e EIGER, S., (2005), **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**, 2.ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.168-208p.
- CAVALCANTI, P. M. P. S. **Modelo de Gestão da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2003**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>> . Acesso em 10/08/2012.
- DANNI-OLIVEIRA, I. M. **A Cidade de Curitiba e a Poluição do Ar: Implicações de seus atributos urbanos e geocológicos na dispersão de poluentes em período de inverno**. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Disponível em: <<http://www.epa.gov/>>. Acesso em: 07/08/2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2161&id_pagina=1>. Acesso em: 10/08/2012.
- MMA. Resolução do CONAMA 3, de 28 de junho de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em julho de 2012.
- MACHADO, P.A.L. **Direito à informação ambiental e qualidade do ar**. São Paulo: IEMA, 2009.
- MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F. (org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.
- MOREIRA, L. C. de O. **Comparação entre os poluentes atmosféricos e ruídos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A** .Campo

Grande, Mato Grosso do Sul, 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

- MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 3a ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 205-233p.
- SANTANA, E. , DA CUNHA, K. B., FERREIRA, A.L., ZAMBONI, A. **Padrões de Qualidade do ar: Experiência comparada do Brasil, EUA e União Europeia**. São Paulo: IEMA, 2012.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**. Globalização e meio técnico científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.190 p.