

AValiação DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA ÁREA DO DISTRITO INDUSTRIAL DE MARACANAÚ, CEARÁ, BRASIL

Jéssica R. de Lima¹, Mona Lisa M. de Oliveira², Francisco Sales A. Cavalcante², Rinaldo S. Araújo³

1. Mestranda em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE

2. Professor Pesquisador da Universidade Estadual do Ceará - UECE

3. Professor Pesquisador do Instituto Federal do Ceará - IFCE / Orientador

Resumo:

O progresso acelerado e o aumento das emissões industriais e veiculares têm contribuído significativamente para a intensificação da poluição atmosférica nos centros urbanos, o que tem tornado a poluição do ar um caso de saúde pública. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo monitorar a qualidade do ar na área do Distrito Industrial do município de Maracanaú-CE, durante o período de novembro de 2015 a abril de 2016, para os parâmetros de PTS, MP₁₀, SO₂, NO₂ e NH₃, segundo metodologias oficiais do CONAMA e da US EPA. Os resultados médios de concentração observados para os poluentes foram: 51,3 µg/m³ de PTS, 46,1 µg/m³ de MP₁₀, 8,9 µg/m³ de SO₂, 8,3 µg/m³ de NO₂ e 2,0 µg/m³ de NH₃. Todos os parâmetros analisados encontram-se em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Em geral, a qualidade do ar na área do Distrito Industrial de Maracanaú pode ser considerada boa.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica; Área Industrial; Legislação.

Apoio financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Introdução:

Diariamente a população é exposta a poluentes atmosféricos emitidos das mais variadas fontes. Em geral, o rápido crescimento populacional e o progresso das cidades produziram um aumento significativo da poluição atmosférica. Fatores como o incremento do número de indústrias e da frota veicular colaboram diretamente para a diminuição da qualidade do ar, principalmente nos grandes centros urbanos (CETESB, 2015; MASIOL et al., 2014; WHO, 2016a).

O aumento descontrolado das emissões de poluentes na atmosfera tem acarretado muitos danos à saúde humana, associados principalmente a males como a

asma, a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) e as doenças cardíacas e neurológicas (WHO, 2016b).

As fontes poluidoras podem ser naturais, como erupções vulcânicas ou antropogênicas, como as atividades industriais e as emissões veiculares (TORRES; MARTINS, 2005). De acordo com a CETESB (2015), os automóveis a gasolina são os maiores emissores de CO e NO_x, responsáveis, por exemplo, por 41 % e 44 % das emissões desses poluentes em São Paulo.

Já as fontes fixas têm grande responsabilidade nas emissões de SO₂ (indústrias de produção de papel, etc), NO₂ e NH₃ (indústrias de fertilizantes, etc) (CAMPOS et al., 2006; CETESB, 2015; KONG et al., 2011).

Nestes termos, tem-se aumentado a necessidade de estudos acerca dos principais poluentes e de ações para reduzir essas emissões, trazendo melhorias para a qualidade do ar e para qualidade de vida da população (DAPPER; SPOHR; ZANINI, 2016; GHOZIKALI et al., 2016; WHO, 2014).

Nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, as ações técnicas de monitoramento e controle da qualidade do ar são bem desenvolvidas. Porém, no Brasil tais ações ainda são incipientes (CETESB, 2013; VORMITTAG et al., 2014).

Em Fortaleza e sua região metropolitana, onde estão instaladas a maioria das indústrias do estado, o monitoramento da qualidade do ar pelos órgãos públicos praticamente inexistente. As estações que faziam a medição da qualidade do ar nestes locais foram desativadas em 2001 (SILVA, 2010).

Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo realizar o monitoramento da qualidade do ar na área do Distrito Industrial, localizado no município de Maracanaú-Ceará, para os parâmetros de: particulados totais suspensos (PTS), material particulado inalável (MP₁₀), SO₂, NO₂ e NH₃, durante o período de novembro de 2015 a abril de 2016.

Metodologia:

A amostragem foi realizada na Estação de Monitoramento Fixa (EMF) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - Campus Maracanaú, localizado na Avenida Parque Central, no Distrito Industrial I, na Região Metropolitana de Maracanaú, com coordenadas geográficas de: 3°52'20" S e 38°36'40" W. A EMF está localizada a aproximadamente 200 metros da área residencial do bairro Conjunto Timbó, a 500 metros de indústrias de metalurgia, têxtil, alimento, papel e papelão e de produtos químicos para o setor agrícola e é circundada por avenidas que servem de percurso para ônibus metropolitanos e caminhões de carga que transportam matérias-primas e produtos das (e para) as indústrias locais.

As amostragens do ar foram realizadas durante um período de seis meses (novembro de 2015 a abril de 2016) para contemplar os períodos seco e chuvoso do estado. Foi adotada uma frequência amostral de seis dias. Cada coleta teve duração de 24 h, com início às 9 h da manhã, totalizando 30 campanhas.

Para coleta dos parâmetros meteorológicos (temperatura, pressão, umidade relativa, precipitação pluviométrica, direção e velocidade dos ventos) foi usada uma estação meteorológica *Davis Vantage Vue Wireless K6250*.

A coleta dos materiais particulados (PTS e MP₁₀) foi realizada utilizando um amostrador de grande volume Hivol HVS 3000 da Empresa Ecotech, que seleciona as partículas por meio de um *inlet* (cabeça) com uma geometria favorável à separação do particulado desejado. Foram usados filtros de fibra de vidro para coleta dos particulados.

Para a coleta dos gases inorgânicos (SO₂, NO₂ e NH₃) foi usado um amostrador de pequeno volume Trigás da Empresa Energética, que capta simultaneamente os três gases de interesse durante um período de 24 horas.

Para determinação da concentração das partículas inaláveis (MP₁₀) e do particulado total suspenso (PTS), os filtros permaneceram durante 24 horas em dessecador de bancada com umidade relativa controlada e em seguida foram pesados. Após a coleta os filtros permaneceram mais 24 horas em dessecador e então foram pesados novamente.

Para o cálculo da concentração dos particulados utiliza-se a equação (01) a seguir:

$$[\text{Particulado}] (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(m_f - m_i) \cdot 10^6}{(Var)} \quad (01)$$

Onde: [Particulado] é a concentração do particulado em $\mu\text{g}/\text{m}^3$; m_f é a massa final do filtro em gramas; m_i é a massa inicial do filtro em gramas; 10^6 é o fator de conversão de gramas para microgramas e Var é o volume de ar amostrado em m^3 .

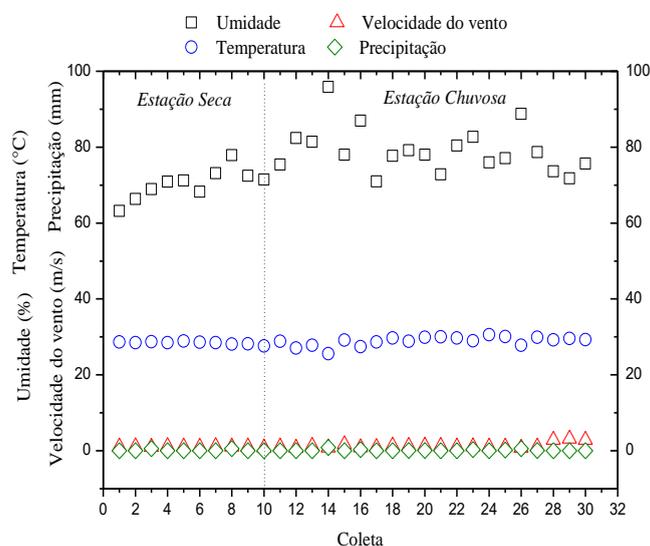
Para a determinação de SO₂ e NO₂ foram utilizadas as metodologias determinadas pela resolução CONAMA nº 03/90. Para o NH₃ foi utilizado o método do indofenol (APHA, 1989). As amostras foram lidas em cubetas de quartzo usando um espectrofotômetro UV-VIS modelo Evolution 60S® da empresa Thermo Scientific.

Resultados e Discussão:

Os estudos da qualidade do ar na área do Distrito Industrial de Maracanaú envolveram os poluentes relacionados na legislação brasileira (CONAMA) e o monitoramento das condições meteorológicas locais. É importante ressaltar que, embora na resolução CONAMA 03/90 não sejam estabelecidos parâmetros para coletas de 24 horas para o NO₂ e NH₃, neste estudo ambos os gases foram monitorados visando estabelecer um perfil mais completo da atmosfera local.

O período de monitoramento da área estudada ocorreu entre os meses de novembro e dezembro de 2015 e de janeiro a abril de 2016, compreendendo as estações seca e chuvosa do estado do Ceará. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Parâmetros meteorológicos na área do Distrito Industrial de Maracanaú, Ceará, Brasil no período de novembro de 2015 a abril de 2016.



Os parâmetros meteorológicos são importantes para o estudo dos poluentes atmosféricos, pois mesmo mantida as concentrações, mudanças meteorológicas podem causar maior ou menor diluição dos poluentes, alterando a qualidade do ar (CETESB, 2015).

A precipitação pluviométrica foi consideravelmente baixa durante os meses de novembro (14,4 mm) e dezembro (27,9 mm), correspondentes a estação seca. De janeiro a abril foram observados os maiores níveis pluviométricos, com o mês de abril apresentando a maior precipitação acumulada (201,7 mm).

Os valores médios de umidade relativa variaram entre 63,2 % e 95,8%, mostrando uma tendência a elevação entre os meses de janeiro a abril de 2016, que correspondem ao período de pré-estação chuvosa (janeiro) e de estação chuvosa (fevereiro, março e abril) no estado do Ceará (FUNCEME, 2016).

Para os poluentes químicos representados pelos particulados e pelos gases inorgânicos os resultados obtidos no monitoramento durante o período de estudo no Distrito Industrial de Maracanaú estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentrações dos poluentes atmosféricos na área do Distrito Industrial de Maracanaú, Ceará, Brasil no período de novembro de 2015 a abril de 2016.

Poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N	X	Máximo	Mínimo	σ
PTS	30	51,3	85,9	13,7	17,7
MP ₁₀	30	42,8	100,1	17,2	19,5
SO ₂	30	8,91	23,9	0,00	6,52
NO ₂	30	8,31	16,7	3,62	3,13
NH ₃	30	2,01	14,2	0,00	3,40

N: número de amostras; X: média; σ : desvio padrão.

Em praticamente todas as coletas realizadas durante o período de seis meses, as concentrações dos poluentes analisados: PTS, MP₁₀, SO₂, NO₂ e NH₃ se mantiveram abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA e pela US EPA, independente da estação climática.

O NO₂ e a NH₃ (ambos 24 h) não abrangidos pela legislação brasileira, usada como referência neste trabalho, foram comparados à legislação indiana e mostraram níveis bem inferiores aos limites estabelecidos

para estes gases, que são de 80 e 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Para o MP₁₀, Carvalho et al. (2015) encontraram valores similares ao deste estudo, enquanto que para SO₂, NO₂ e NH₃, CETESB (2015) e Reche et al. (2015) relataram concentrações superiores.

Silva (2010) realizou o monitoramento na região de Maracanaú e observou que as médias geométricas anuais de PTS variaram entre 46,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ano de 1993) a 74,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ano de 1998), resultando em uma boa qualidade do ar para todos os anos monitorados.

Conclusões:

Em relação ao índice de qualidade do ar (IQar), os poluentes abrangidos mantiveram uma qualidade boa em praticamente todo o período de monitoramento na área do Distrito Industrial de Maracanaú.

Comparativamente, os resultados apresentaram-se abaixo do relatado por Silva (2010) em um estudo realizado na mesma região, o que pode estar relacionado ao uso de novas tecnologias mais eficientes de tratamento dos resíduos industriais.

Devido à escassez de dados referentes ao monitoramento da qualidade do ar no estado do Ceará, principalmente nas áreas industrializadas, é notória a necessidade da implantação de uma rede de monitoramento na capital e na sua região metropolitana.

Referências bibliográficas

APHA. American Public Health Association. **Methods of air sampling and analysis**. 3. ed. James P. Lodge Jr (Edit.). New York: Intersociety Committee; Chelsea: Lewis Publishers, 1989.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 003**, de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar para concentração de poluentes atmosféricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Poder Executivo, de 28 ago. 1990.

CAMPOS, V. P. et al. Monitoramento atmosférico passivo de SO₂, NO₂ e O₃ em áreas urbanas e de influência industrial como prática de química ambiental para alunos de graduação. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 872–875, 2006.

CARVALHO, V. S. B. et al. Air quality status and trends over the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil as a result of emission control policies. **Environmental science & policy**, v. 47, p. 68–79, 2015.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo**. Série Relatórios. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios>>.

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

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Prognóstico da quadra chuvosa de 2016 será divulgado no dia 20. **Funceme**, 18/01/2016c. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/700-progn%C3%B3stico-da-quadra-chuvosa-de-2016-ser%C3%A1-divulgado-no-dia-20>>.

GHOZIKALI, M. G. et al. Evaluation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) attributed to atmospheric O₃, NO₂, and SO₂ using AirQModel (2011–2012 year). **Environmental Research**, v. 144, p. 99–105, 2016.

KONG, S. et al. Characterization of PAHs within PM₁₀ fraction for ashes from coke production, iron smelt, heating station and power plant stacks in Liaoning Province, China. **Atmospheric Environment**, v. 45, p. 3777–3785, 2011.

MASIOL, M. et al. Thirteen years of air pollution hourly monitoring in a large city: Potential sources, trends, cycles and effects of car-free days. **Science of the Total Environment**, v. 494–495, p.84–96, 2014.

RECHE, C. et al. Urban NH₃ levels and sources in six major Spanish cities. **Chemosphere**, v. 119, p. 769–777, 2015.

SILVA, J. A. **Um estudo da qualidade do ar na cidade de Fortaleza**. 2010. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

TORRES, F. T. P.; MARTINS, L. A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 4, n. 16, p. 23-39, 2005.

VORMITTAG, E. M. P. A et al. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014. 99 p.

WHO. World Health Organization. **Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities**. 2016a. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/en/>>.

WHO. World Health Organization. **Ambient (outdoor) air quality and health**. 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>>.

WHO. World Health Organization. **Mortality from ambient air pollution**. 2016b. Disponível em: <http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden_text/en/>.