

## **X-026 - ESTUDO COMPARATIVO DAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO EM ATMOSFERA URBANA E RURAL NO ESTADO DO CEARÁ – BRASIL**

**Rodrigo Martins de Lima<sup>(1)</sup>**

Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará. Mestrando em Tecnologia e Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Maria Gizeuda de Freitas Sousa<sup>(2)</sup>**

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará. Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Estadual do Ceará.

**Adeildo Cabral da Silva<sup>(3)</sup>**

Graduado e bacharel em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo.

**Mona Lisa Moura de Oliveira<sup>(4)</sup>**

Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará. Mestra em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará. Doutor em Engenharia Mecânica pelo Instituto Superior Técnico- Lisboa.

**Rinaldo dos Santos Araújo<sup>(5)</sup>**

Técnico em Química pela Escola Técnica Federal do Ceará. Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutor em Química pela Universidade Federal do Ceará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Meduza, 301, Apto. 201 – Porto das Dunas - Aquiraz - Ceará - CEP: 61700-000 - Brasil - Tel: +55 (85) 8754-4194 - e-mail: [rodriguml@gmail.com](mailto:rodriguml@gmail.com).

### **RESUMO**

Ao longo dos anos, os impactos causados pelo homem ao ambiente tem se agravado cada vez mais. O desenvolvimento econômico, social e industrial, atrelados ao crescimento dos centros urbanos tem provocado o aumento da carga poluidora à atmosfera. Os poluentes atmosféricos são compostos que dependendo de suas concentrações causam efeitos negativos na saúde dos seres vivos e do ambiente. A poluição do ar pode ser vista pela presença de partículas em suspensão, principalmente o material particulado (PM) lançado diretamente de fontes veiculares ou industriais ou gerados a partir de reações químicas que acontecem na atmosfera. Nas grandes cidades a principal fonte de lançamento desses poluentes é a partir do escapamento veicular, sobretudo aqueles movidos a diesel. O material particulado, conforme o tamanho aerodinâmico médio das partículas pode ser dividido em: Partículas Totais em Suspensão (PTS), partículas inaláveis grossas e partículas inaláveis finas, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, respectivamente, possuindo tamanhos entre 2,5 µm e 10 µm. Uma vez presentes no ar, as partículas podem penetrar no trato respiratório, causando problemas à saúde das pessoas. Dessa forma, a presente pesquisa objetivou avaliar as concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) realizando um comparativo entre as atmosferas de um trecho urbano na cidade de Fortaleza-CE e uma área rural situada no município de Limoeiro do Norte-CE. Os resultados obtidos mostraram em ambos os cenários, concentrações que não excederam aos padrões primários e secundários estabelecidos pela Resolução CONAMA 003/1990 PTS (240 e 150 µg/m<sup>3</sup>) indicando boa qualidade do ar nas duas áreas estudadas. Em geral as concentrações em ambiente rural são cerca de 2 a 3 vezes menores que as detectadas na zona urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade do ar, Atmosfera urbana, Atmosfera rural, Partículas totais em suspensão.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, os impactos que o homem causa ao ambiente têm sido cada vez maiores. O desenvolvimento econômico, social e industrial, provocou elevações nos lançamentos de poluentes atmosféricos, causando impactos e prejudicando a saúde das pessoas e outros seres vivos (CASTRO, 2011). Os Poluentes atmosféricos são substâncias que, dependendo de suas quantidades e concentrações, quando ultrapassam os limites máximos aceitáveis, podem causar impactos ao ambiente e à saúde das pessoas (BRASIL, 1990). Muitos desses

compostos estão presentes naturalmente no ambiente, sendo originados por várias fontes, como erupções vulcânicas, descargas de raios, sprays marinhos, incêndios, entre outros (SCHIRMER; LISBOA, 2008). Entretanto, diversos efeitos antropogênicos, como a queima de combustíveis fósseis e as atividades industriais têm provocado o aumento de tais compostos em níveis muito acima do limiar aceitável (GRANOVSKII; DINCER; ROSEN, 2007). Esse quadro se agrava nos centros urbanos e industriais. Nas grandes cidades o intenso fluxo veicular tem sido apontado como a principal causa de poluição (GURJAR *et al.*, 2008).

A poluição atmosférica pode ser visualizada na forma de fumaça e fuligem formadas pelo material particulado (MP) gerado. O material particulado é uma mistura de diversas substâncias, sólidas ou pequenas gotículas, orgânicas e inorgânicas em dispersão no ar. O MP pode estar presente em ambientes não poluídos nas formas de poeira, partículas de sal marinho e grãos de pólen. Nas cidades a combustão incompleta de veículos automotores, principalmente aqueles movidos a diesel, geram grandes quantidades de partículas no ar, que se depositam lentamente e permanecem por longos períodos de tempo no ambiente (VIEIRA, 2009).

O material particulado é formado por um conjunto de partículas de diversos tamanhos, sendo classificado sob tal aspecto em: Partículas Totais em Suspensão (PTS), partículas inaláveis grossas e partículas inaláveis finas,  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  respectivamente, possuindo tamanho aerodinâmico entre 2,5 e  $10\mu m$  para o  $PM_{10}$  e menores que  $2,5\mu m$  para o  $PM_{2,5}$ . Ainda existem aquelas consideradas ultrafinas, com tamanho médio menor que  $0,1\mu m$  (LI *et al.*, 2009; QUEROL *et al.*, 2001). Considerando a problemática da poluição atmosférica e os riscos para a saúde das pessoas e do meio ambiente foram estabelecidos padrões de qualidade do ar como forma de controle do avanço dos impactos que esses compostos causam.

Assim o presente estudo objetiva avaliar as concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) em um estudo comparativo das atmosferas de um trecho urbano com intenso fluxo veicular na cidade de Fortaleza-CE e uma área rural situada na zona rural do município de Limoeiro do Norte-CE, relacionando-os os valores encontrados com os limites máximos estabelecidos pela Resolução nº 03/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O sítio de amostragem na zona rural do município de Limoeiro do Norte-CE está situado na UEPE - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão pertencente ao DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca, a qual está dentro do Projeto de Irrigação Jaguaribe-Apodi com coordenadas geográficas de  $05^{\circ}10'53''$  S e  $38^{\circ}00'43''$  W (Figura 1).

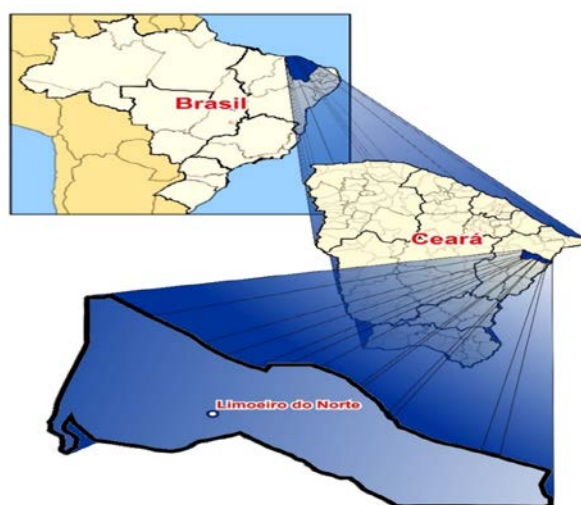
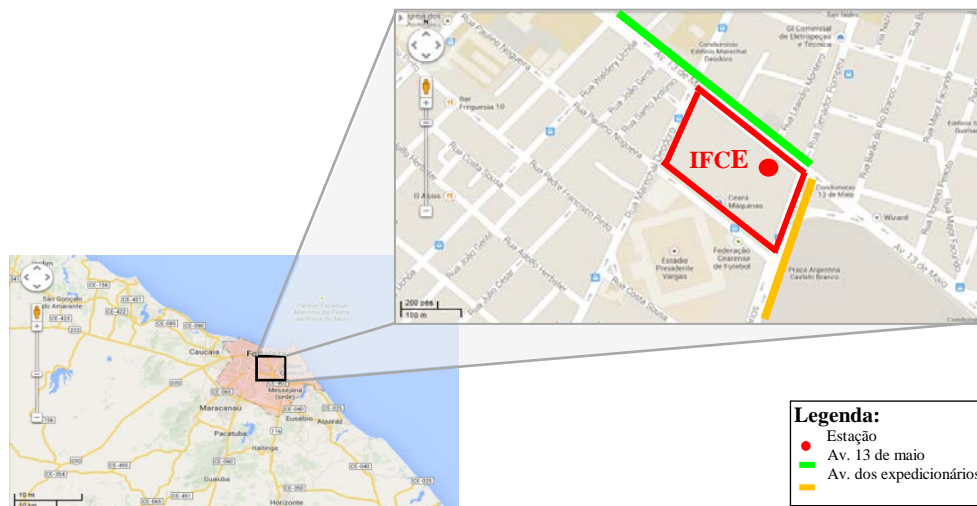


Figura 1 - Localização do ponto de amostragem na zona rural do município de Limoeiro do Norte-CE.

O sítio de amostragem na zona urbana está localizado na estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza (IFCE) com latitude de 03°44'40''S e longitude de 38°32'07''W (Figura 2), estando situado em uma das principais avenidas da capital cearense, onde diariamente trafegam mais de 43 mil veículos (GONÇALVES, 2015). Trata-se de uma região de elevada urbanização, com intenso tráfego de veículos leves e pesados (ônibus e caminhões), possuindo em seu entorno diversos estabelecimentos comerciais, residências, escolas e faculdades.



**Figura 2 - Localização do ponto de amostragem na zona urbana da cidade de Fortaleza-CE.**

## Amostragem

As amostragens foram realizadas em conformidade com a legislação brasileira vigente, usando como base a Resolução CONAMA 003/1990, sendo feito um monitoramento não contínuo entre julho e setembro de 2014 com duração de 24 horas.

Nas amostragens realizadas no município de Fortaleza o material particulado foi coletado utilizando amostradores de grande volume (Hivol) da marca Echotech, modelo HVS 3000, com *inlets* (cabeças) para seleção dos particulados PTS à vazão de 68,7 m³/hora. Foram utilizados filtros de fibra de vidro da marca Sartorius Stedim, 52 g/m² de gramatura e dimensões de 203 mm de largura e 254 mm de comprimento. Os filtros ficaram condicionados por um período de 24 horas antes da pesagem inicial e após a amostragem em um dessecador com umidade controlada a 20%, até massa constante.

Para as amostragens efetuadas em Limoeiro do Norte o PTS foi coletado usando um Amostrador de Orgânicos Tóxicos (AMOTOX) da Energética sob vazão de 18 m³/hora com filtro de fibra de vidro de 102 mm de diâmetro. A aquisição dos parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa e precipitação foram realizadas simultaneamente utilizando uma estação meteorológica da marca Instrutemp modelo ITWH1080.

## Determinação das concentrações dos poluentes.

Para a determinação das concentrações dos particulados foram realizadas análises gravimétricas, sendo os filtros foram pesados antes e após 24 horas da amostragem em balança analítica da marca Shimadzu modelo AUW220D com precisão de  $\pm 0,01$  mg. Os procedimentos foram realizados conforme a NBR 9547/1997 (ABNT, 1997).

As concentrações dos particulados PTS foram calculadas levando em consideração a razão entre a massa de PM e o volume amostrado, conforme Equação 1.

$$C_{PM} (\mu g/m^3) = \frac{mf - mi}{V} \times 10^6$$

Onde:  $C_{PM}$  é a concentração do material particulado em  $\mu g/m^3$ ;  $mf$  é a massa final do filtro (g);  $mi$  é a massa inicial do filtro (g);  $V$  é o volume amostrado ( $m^3$ ) e  $10^6$  é o fator de conversão de gramas para microgramas.

## RESULTADOS

A partir das análises realizadas foram encontrados valores de PTS no município de Fortaleza entre 48,4 e 91,9  $\mu g/m^3$  com média de 71,6  $\mu g/m^3$  durante o período de amostragem. No mesmo período os resultados obtidos em Limoeiro do Norte variaram entre 16,8 e 46,7  $\mu g/m^3$  com média de 32,74  $\mu g/m^3$ , conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) durante o período de amostragem nas zonas urbana e rural selecionadas.**

Parâmetro	Fortaleza	Limoeiro do Norte
N	10	10
X ( $\mu g/m^3$ )	71,6	32,6
s	13,9	11,8
CV	0,19	0,36
Valor máximo ( $\mu g/m^3$ )	93,9	46,7
Valor mínimo ( $\mu g/m^3$ )	48,4	16,8

N: Número de amostras; X: média; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

A média das concentrações encontradas não excederam aos padrões primários e secundários estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990 (240 e 150  $\mu g/m^3$ ) indicando boa qualidade do ar nas duas áreas estudadas, considerando a referida legislação.

Oportunamente observam-se maiores concentrações de material particulado em ambiente urbano quando comparado com os dados obtidos na área rural em questão, cerca de 2 a 3 vezes superiores quando se consideram os parâmetros de média, máximo e mínimo. Tal fato relaciona-se provavelmente ao maior desenvolvimento urbano nas cidades e ao adensamento populacional, refletindo em impactos ao ambiente, principalmente em função da maior demanda de transportes, que contribui com o aumento de emissões derivadas da combustão de veículos movidos a gasolina e a Diesel (BAIRD; CANN, 2011).

Freitas e Solci (2009) em estudo realizado no Paraná também verificaram a influência das emissões veiculares nas concentrações de material particulado (PTS), tendo em vista os menores valores verificados em uma área predominantemente rural, com considerável vegetação e sem impacto do tráfego de veículos, como aqueles detectados na região urbana.

Em geral não foram observadas influências dos parâmetros meteorológicos na concentração de PTS, entretanto, verificou-se grande frequência de ventos acima de 2,5 m/s. A ocorrência de ventos fortes configura-se como um fator preponderante para dispersão dos poluentes. Estudos tem relacionado a existência de ventos com velocidades acima de 2,5 m/s com a diminuição das concentrações de material particulado (XU *et al.*, 2015).

## CONCLUSÕES

Os valores de Partículas Totais em Suspensão (PTS) nas duas áreas estudadas não excederam os limites máximos estabelecidos pela resolução CONAMA 003/1990. Em geral observaram-se concentrações mais elevadas no ambiente urbano quando comparado à região rural, consequência de maiores fontes de poluição nas cidades, principalmente de origem veicular, sobretudo aqueles movidos à Diesel.

Estudos mais detalhados são importantes para o entendimento das principais fontes e dinâmica desses poluentes no ambiente, verificando a origem e fatores de dispersão dos materiais particulados na atmosfera. A análise comparativa entre áreas distintas, com características diferentes é de grande importância para caracterização e formas de dispersão desses compostos, oferecendo subsídios para medidas mitigadoras e preventivas de impactos à atmosfera.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9547: Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume. Rio de Janeiro, 1997.
2. BAIRD, C.; CANN, M. Química Ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844 p. 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.
3. CASTRO, B. P. Determinação de compostos monoaromáticos voláteis provenientes de emissões de veículos leves, em estacionamentos subterrâneos. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
4. FREITAS, A. M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub> e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. Química Nova, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009.
5. GONÇALVES, L. Aguanambi é a avenida com maior movimento de veículos em Fortaleza. Diário do Nordeste, Fortaleza, 21/02/2015. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/aguanambi-e-a-avenida-com-maior-movimento-de-veiculos-em-fortaleza-1.1226375>>. Acesso em: 21 fev. 2015.
6. GRANOVSKII, M.; DINCER, I.; ROSEN, M. A. Air pollution reduction via use of green energy sources for electricity and hydrogen production. Atmospheric Environment, v. 41, p. 1777-1783, 2007.
7. GURJAR, B. R.; BUTLER, T. M.; LAWRENCE, M. G.; LELIEVELD, J. Evaluation of emissions and air quality in megacities. Atmospheric Environment, v. 42, p. 1593-1606, 2008.
8. LI, X.; ZHANG, Y.; TAN, M.; LIU, J.; BAO, L.; ZHANG, G.; LI, Y.; IIDA, A. Atmospheric lead pollution in fine particulate matter in Shanghai, China. Journal of Environmental Sciences, v. 21, n. 8, p. 1118-1124, 2009.
9. QUEROL, X.; ALASTUEY, A.; RODRIGUEZ, S.; PLANA, F.; RUIZ, C. R.; COTS, N.; MASSAGUÉ, G.; PUIG, O. PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub> source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain. Atmospheric Environment, v. 35, p. 6407-6419, 2001.
10. SCHIRMER, W. N.; LISBOA, H. M. Química da atmosfera: constituintes naturais, poluentes e suas reações. Tecno-Lógica, v. 12, p. 37-46, 2008.
11. VIEIRA, N. R. Poluição do ar: indicadores ambientais. Rio de Janeiro: E-papers, 2009. 220 p.
12. XU, J.; YAN, F.; XIE, Y.; WANG, F.; WU, J.; FU, Q. Impact of meteorological conditions on a nine-day particulate matter pollution event observed in December 2013, Shanghai, China. Particuology, in press, 11 p. 2015.