



X-001 – OCORRÊNCIA DE MANGANÊS E FERRO NO MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO EM PERÍMETRO URBANO DA CIDADE DE FREDERICO WESTPHALEN - RS

Pedro Daniel da Cunha Kemerich⁽¹⁾

Professor do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-CESNORS)

Camila Angelica Baum⁽²⁾

Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-CESNORS)

Jéssica Formentini⁽³⁾

Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-CESNORS)

Eliane Pereira dos Santos⁽⁴⁾

Professora do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-CESNORS)

Paulo Bairros⁽⁵⁾

Técnico em Laboratório de Física na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-CESNORS)

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Santa Maria - CESNORS, Linha 7 de Setembro - S/N – Frederico Westphalen - RS - CEP: 98400-000 - País - Tel: +55 (55) 3744-8964 - Fax: +55 (55) 3744-8964 - e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br

RESUMO

As emissões antropogênicas somadas aos processos naturais vêm afetando a qualidade do ar, acarretando prejuízos à saúde e ao meio ambiente, acentuando assim a poluição atmosférica, que atualmente gera preocupação mundial. O material particulado em suspensão é uma mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas que varia em tamanho, composição e origem. As partículas são geradas principalmente por atividades industriais e pela queima de combustíveis fósseis, os quais liberam metais pesados, que em sua composição original não são tóxicos, porém quando sofrem reações químicas com as partículas já existentes no mesmo, tornam-se nocivas. Dessa maneira o presente trabalho teve como objetivo determinar a ocorrência de ferro e manganês no material particulado na Cidade Frederico Westphalen – RS.

Através da quantificação da concentração dos metais ferro e manganês no material particulado em suspensão no perímetro urbano com o uso da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (EDXRF), foram constatados que estes tiveram maiores concentrações nos pontos P02, P08 e P10, devido à ressuspensão da poeira do solo causada pelos ventos e pelas ações antropogênicas. O estudo não teve uma avaliação final quanto à qualidade do ar do perímetro urbano, por não haver normas específicas na legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Material particulado, ferro, manganês, poluição atmosférica.

INTRODUÇÃO

A poluição do ar não é um processo recente, sendo que nas últimas décadas as emissões antropogênicas de compostos químicos no ar geram muitos problemas ao ambiente e a saúde, alterando assim a composição natural da atmosfera. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) esta é constituída principalmente por nitrogênio, oxigênio, e argônio e uma pequena parte de gases restantes (dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), amônia (NH₄), óxido de nitrogênio (NO), gás sulfídrico (H₂S), neônio, hélio, criptônio, hidrogênio e xenônio), vapor de água, cristais de sal e material particulado orgânico e inorgânico.

Os materiais particulados são um conjunto de poluentes constituídos por poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera devido sua faixa de tamanho ser menor que 100 µm (entre 0,002 e 100µm). Os emitidos diretamente na atmosfera são considerados primários, e os secundários são produzidos através de reações químicas de partículas primárias com a atmosfera, constituindo as partículas em suspensão (BRAUN et al 2003).



A presença de metais nas partículas em suspensão causam perturbação na atmosfera, por permanecerem longos períodos dispostos, sendo transportados de um lugar para outro por via aérea antes de sofrerem fixação final nos solos e em sedimentos. Os metais pesados não são tóxicos em sua forma livre condensada, porém torna-se nocivos quando sofrem reações químicas com os elementos em suspensão existentes no ar (MAGALHÃES, 2005).

Segundo WHO (1999), as fontes de poluição atmosférica são quaisquer processos naturais ou antropogênicos que liberam ou emitem matéria ou energia para a atmosfera, tornando contaminada ou poluída. Sendo que os principais poluentes classificados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) são: o Cobre (Co), Chumbo (Pb), Dióxido de nitrogênio (NO₂), Material Particulado em Suspensão (MPS), Dióxido de Enxofre (SO₂) e Ozônio troposférico (O₃).

O CONAMA através da Resolução 03/90 institui que somente a concentração total de material particulado seja adotada como limite para os padrões de qualidade do ar. Contudo, a legislação vigente não estabelece o monitoramento de um aspecto relevante para a avaliação da qualidade do ar, que é a caracterização das espécies químicas tóxicas ligadas às partículas em suspensão (MAGALHÃES, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O município de Frederico Westphalen está situado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul – Brasil, na latitude 27°21'33" sul e longitude 53°23'40" oeste, com altitude de 566 metros do nível do mar, abrangendo uma área de 264,53 km² e com população de 28.843 habitantes, sendo o mesmo pertencente à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido. Os pontos de amostragem foram dispostos no perímetro urbano da cidade a qual possui uma população de 23.333 e abrange uma área de 4,57 km². A frota de veículos da cidade é de 12664 veículos, divididos em automóveis, caminhões, caminhões-trator, caminhonetes, micro-ônibus, motocicletas, motonetas, ônibus, tratores de rodas (IBGE,2010).

Localização dos pontos de amostragem e coleta de amostras

Os pontos de amostragem para coleta foram definidos em função das ruas que apresentavam maior fluxo de veículos e dos locais de maior industrialização. As amostras foram fixadas em postes de luz, e a raspagem feita em placas de trânsito. Inicialmente 21 pontos foram dispostos pelo perímetro urbano, sendo que 10 foram considerados para fins de análise, por apresentarem mudanças de coloração. As principais características destes estão apresentadas na Tabela 1, sendo considerado o ponto P01 como ponto branco por encontra-se na área de menor fluxo veicular. Os pontos foram marcados com auxílio de um GPS da marca Garmin, modelo map76CSx.

Tabela 1. Características sobre a área de estudo.

Área de estudo	
Pontos	Características
P01	Rua de pouco tráfego.
P02	Avenida de intenso tráfego, próxima ao trevo principal da cidade.
P03	Avenida de intenso tráfego, próxima ao semáforo e posto de combustível.
P04	Rua de intenso tráfego, próxima a um posto de combustível.
P05	Avenida de médio tráfego, próxima a uma cooperativa de armazenagem de grãos.
P06	Rua de intenso tráfego, cruzamento com acesso à rua do comércio.
P07	Rua de pouco tráfego ao lado da BR 386-Km 35, ao lado da empresa BAKOF TEC.
P08	Rua de médio tráfego, próxima à Universidade Regional Integrada/ URI.
P09	Rua de médio tráfego, próximo à Escola Estadual Técnica José Cañellas.
P10	Rua de médio tráfego, próximo à Indústria SEARA Alimentos S/A.

As coletas ocorreram de 7 em 7 dias, totalizando 4 semanas de exposição, que tiveram início em 27 de maio de 2011 a 24 de junho de 2011, sendo que cada amostra foi armazenada em folha de ofício A4 e recebeu identificação correspondente à localização do ponto de amostragem e a semana da coleta.

Preparo das amostras e dos pontos de coleta

Para coleta do material particulado em suspensão, utilizaram-se quatro tipos de materiais alternativos como amostradores: algodão hidrófilo, papel filtro, esponja de poliuretano e hastes flexíveis com pontas de algodão, sendo que os três primeiros passaram por uma adequação para serem fixados nos postes, conforme a Figura 1. Na adequação o material foi padronizado em tamanho de 3x3 cm, e fixado com cola instantânea em um suporte feito com palitos de madeira, nos tamanhos homogêneos de 4x4 cm, evitando assim que a cola adesiva entrasse em contato com a superfície do amostrador.

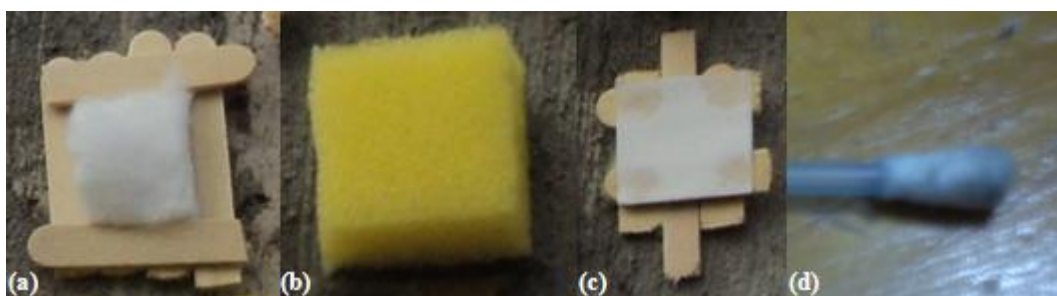


Figura 1. Amostradores alternativos: (a) algodão hidrófilo; (b) esponja de poliuretano; (c) papel filtro; (d) haste flexível;

Em cada ponto de coleta, utilizou-se um poste de luz como suporte para fixação das amostras e uma placa de trânsito próxima para raspagem. Nos postes de luz as amostras foram fixadas com cola adesiva a uma altura de 2,2 metros, para evitar perdas ou contaminação oriunda do tráfego de pedestres. Já as placas de trânsito foram lavadas com água deionizada para evitar contaminação com os materiais ali existentes para posterior raspagem com a haste flexível.

Monitoramento de variáveis meteorológicas

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica localizada no Centro de Educação Superior Norte - RS (CESNORS), sendo pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtendo-se os valores mínimos e máximos da temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e velocidade do vento.

Preparo de amostras para análise e determinação de metais

As amostras obtidas nas coletas semanais foram separadas por tipo de material utilizado como amostrador e data da coleta, para posterior realização da determinação de ferro e manganês utilizando-se Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva do modelo Shimadzu EDX-720.

O aparelho foi ajustado nas seguintes condições: tensão do tubo de 15 keV (Na a Sc) e 50 keV (Ti a U) com corrente no tubo 184 μ A e 25 μ A respectivamente, colimador de 10 mm, tempo real de integração de 200 segundos, tempo morto do detector de 40% e 39%, sob ar e detector de Si (Li) refrigerado com nitrogênio líquido.

RESULTADOS

Elemento Ferro (Fe)

A Tabela 2 apresenta os valores médios totais da concentração de ferro para cada amostrador por ponto de monitoramento durante as quatro semanas de coleta.

Tabela 2. Média da concentração de Ferro durante o período de exposição.

Concentração média nas quatro semanas de avaliação (mg.kg^{-1})				
	Algodão hidrófilo	Espunja de poliuretano	Papel filtro	Haste flexível
P01	30	39	19	40
P02	36	109	54.563	45.688
P03	85	135	18	351
P04	107	126	24	506
P05	125	121	22	82
P06	44	73	22	38
P07	156	619	13	903
P08	91.225	29.117	39.464	51
P09	35	93	24	107
P10	147.100	52.993	68.932	75

A partir da tabela 2 observa-se que para o ponto P10 a média da concentração dos amostradores foi $67.275 \text{ mg.kg}^{-1}$, o qual possui a maior média. Já a menor média de concentração foi observada no ponto P01 com 32 mg.kg^{-1} . Ao analisar a eficácia dos amostradores percebeu-se que o amostrador de algodão hidrófilo reteu maiores concentrações do elemento se comparados aos demais, possuindo 79,97% a mais que o amostrador de haste flexível reteve durante o período de exposição.

A Figura 2 ilustra a espacialização da concentração de ferro para os quatro tipos de amostradores analisados durante o período total de exposição.

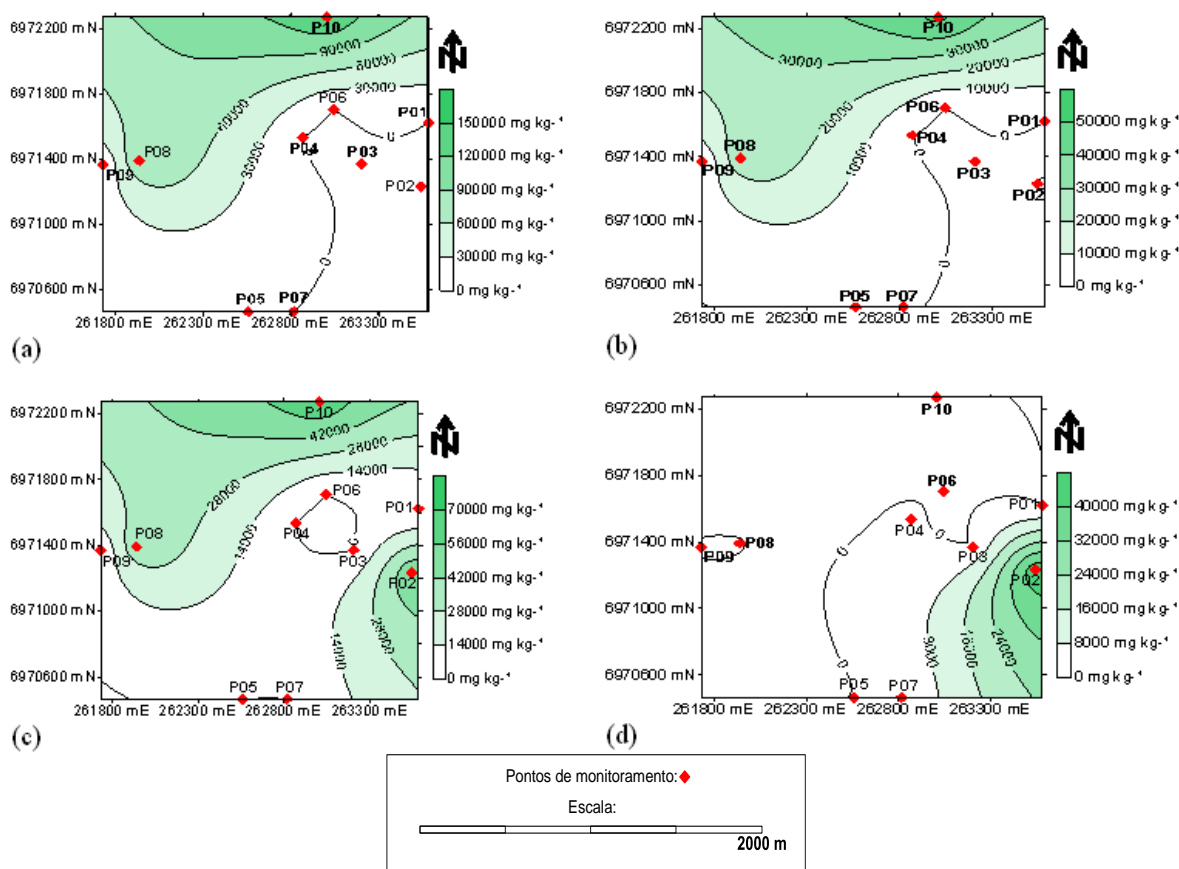


Figura 2. Cartogramas com os pontos de monitoramento e suas respectivas concentrações de Ferro (Fe) nos amostradores: (a) algodão hidrófilo; (b) esponja de poliuretano; (c) papel filtro; (d) haste flexível.

Os maiores valores para os amostradores de algodão hidrófilo, esponja de poliuretano, e papel filtro foram obtidos no ponto P10, onde está localizada uma indústria alimentícia. O amostrador de papel filtro também apresentou valores equivalentes ao do ponto P10 no ponto P02, este localizado próximo ao trevo de acesso a cidade. Já para o amostrador de haste flexível a maior concentração foi obtida no ponto P02. Sendo assim a região norte e sudeste da área de estudo apresentaram maiores concentrações do elemento no cartograma.

Elemento Manganês (Mn)

A Tabela 3 apresenta os valores médios da concentração de manganês para cada amostrador por ponto de monitoramento durante as quatro semanas de coleta.

Tabela 3. Média da concentração de Manganês durante o período de exposição.

	Concentração média nas quatro semanas de avaliação (mg.kg ⁻¹)			
	Algodão hidrófilo	Esponja de poliuretano	Papel filtro	Haste flexível
P01	6,43075	1,79325	5,662	6,16075
P02	5,10275	4,74925	8512,6923	4028,5655
P03	6,161	3,478	6,55775	7,52075
P04	7,1505	3,70875	7,857	15,62075
P05	6,9535	5,239	5,581	7,727
P06	8,916	3,072	6,365	5,9005
P07	9,08775	15,25775	3,69625	18,09875
P08	11829,542	1097,632	18331,904	5,4795
P09	8,28125	4,6035	4,7685	8,50475
P10	11069,06075	1383,996	8101,8028	10,2605

A partir da tabela observa-se que para o ponto P08 a média geral da concentração dos amostradores foi de aproximadamente 7.816,139 mg kg⁻¹, o qual possui a maior média. Já a menor média foi observada no ponto P01 que foi de 5,012 mg kg⁻¹. Ao analisarmos a eficácia dos amostradores, o amostrador de papel filtro reteve as maiores concentrações do elemento se comparados aos demais, possuindo 92,78% a mais que o amostrador de esponja de poliuretano reteve durante o período de exposição.

A Figura 3 apresenta a espacialização da concentração de manganês para os quatro tipos de amostradores analisados durante o período total de exposição dos mesmos. Os maiores valores para o amostrador (a) e (b) foram obtidos no ponto P08, onde se encontra a Universidade Regional Integrada e o limite urbano; e também no ponto P10 onde se localiza uma indústria alimentícia. O amostrador (c) apresentou valores equivalentes no ponto P08. Já para o amostrador (d) a maior concentração foi obtida no ponto P02, próximo ao trevo de acesso da cidade. Sendo assim a região norte, oeste e sudeste da área de estudo apresentaram maiores concentrações do elemento no cartograma.

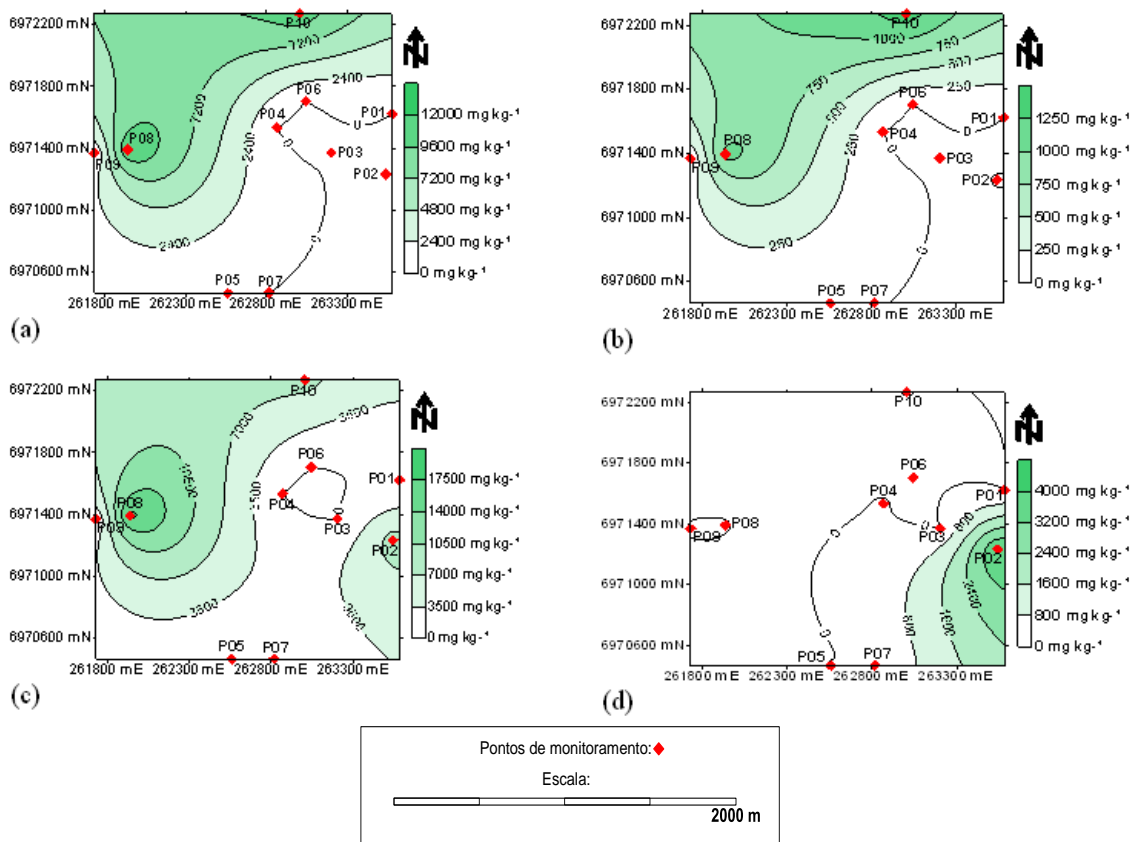


Figura 3. Cartogramas com os pontos de monitoramento e suas respectivas concentrações de Manganês (Mn) nos amostradores: (a) algodão hidrófilo; (b) esponja de poliuretano; (c) papel filtro; (d) haste flexível.

DISCUSSÃO GERAL

Os resultados obtidos permitem afirmar que para o presente trabalho os amostradores de algodão hidrófilo e papel filtro, mostraram-se mais eficazes na retenção do material particulado em suspensão, o qual é resultante da emissão de poluentes oriundos de processos industriais, queima de combustíveis fósseis, e pela ressuspensão de poeira do solo pelo vento.

Apesar de que em alguns pontos de monitoramento as concentrações dos elementos ferro e manganês terem sido elevadas, não se pode apontar o nível da qualidade do ar na área de estudo, pois no Brasil a legislação vigente, a Resolução 03/90 do CONAMA, estabelece para o material particulado que apenas a concentração total seja adotada como limite para os padrões de qualidade do ar. Desse modo não foi possível à realização de uma avaliação final do estudo, quanto ao risco que a concentração encontrada impõe ao meio.

A concentração de poluentes está fortemente relacionada às condições meteorológicas, devido ao transporte dos poluentes lançados na atmosfera acontecerem através da constante movimentação do vento (em relação à superfície terrestre) e o movimento vertical (mistura das substâncias presentes no ar). Sendo assim a variação de diluição dos poluentes em suspensão pode sofrer alterações mesmo que as emissões sejam mantidas. Além disso, a temperatura do ar, a topografia e a presença de oceanos e a ocupação do solo, são fatores que influenciam diretamente na circulação atmosférica (MARQUES,2006).

A Figura 4 apresenta o gráfico da precipitação pluviométrica ocorrida durante as semanas em que os amostradores ficaram dispostos nos pontos de monitoramento. Na semana 4 a média das precipitações foi de 27,828 mm/dia, sendo que a menor média nas quatro semanas de avaliação foi de 0,028 mm/dia na semana 1.

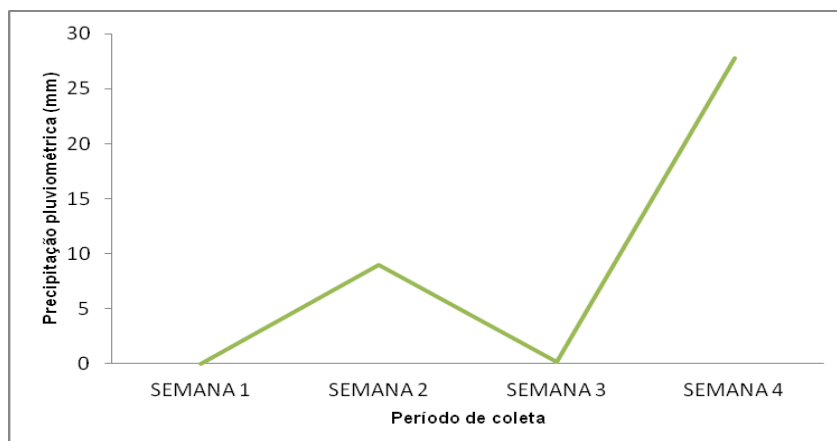


Figura 4. Gráfico da precipitação pluviométrica da média por semana no período total de exposição dos amostradores nos pontos de monitoramento.

Os dados do INMET apresentam a variação da umidade e da temperatura durante o período de disposição das amostras que foi de 41% a 98%, e de 2,4° a 26,4°C respectivamente. Estas são características típicas do inverno do clima subtropical úmido. Segundo Magalhães (2005) no hemisfério sul, durante as estações do outono e do inverno as concentrações dos poluentes tendem a se apresentarem mais elevadas.

O vento e a precipitação pluviométrica encontram-se diretamente relacionados com a concentração de determinado poluente em pontos específicos, pois quando os ventos são oriundos de áreas próximas as emissoras de poluentes eles carregam as partículas em suspensão contaminadas para a direção que o vento está seguindo, o mesmo é válido para o material proveniente da ressuspensão de poeira do solo.

O fato de altas concentrações de ferro e manganês no ponto P02, P08 e P10, localizados perto do limite urbano e próximo a áreas com menor cobertura no solo, pode ser explicado pelo tipo de solo e a carreação do mesmo pelas ações intempéricas. Segundo Streck et al (2008) o tipo de solo predominante na área de estudo é o latossolo vermelho distroférico, e a rocha predominante é o basalto, ambos podendo possuir alto teor de ferro na sua composição.

Outra explicação pertinente é proveniente do fluxo veicular intenso no perímetro urbano, sendo que o mesmo é dividido por uma rodovia de intenso tráfego que liga os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Além disso, a cidade possui intensa atividade industrial, contando com empresas de: beneficiamento de alimentos, produtos de fibras de polietileno, artefatos de cimento, beneficiamento de grãos, dentre outras de menor porte.

CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado, concluiu-se que:

Os amostradores de algodão hidrófilo e de papel filtro foram mais eficazes na retenção de partículas em suspensão;

Os principais fatores responsáveis pela dispersão do material particulado em suspensão retidas nos amostradores foram: a ação do vento e a precipitação pluviométrica;

No período do inverno as concentrações de poluentes apresentaram-se mais elevadas;

As concentrações encontradas para o elemento ferro foram maiores que para as encontradas no elemento manganês;



Os pontos de monitoramento que tiveram maiores concentrações de todos os elementos foram os mesmos, o que nos permite concluir que a maior parcela dessas concentrações se deu de forma biogênica;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAUN, S.; APPEL, G. L.; SCHMAL, M. **A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas a diesel- a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras.** 2003. Química nova. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
2. BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990**, p. 15937-15939.
3. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2010, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
4. MAGALHÃES L. C.; **Estudo do material particulado atmosférico e metais associados às partículas totais em suspensão na cidade de Ouro Preto, MG.** 2005, 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
5. MARQUES, R. A. **Poluição atmosférica em Cuiabá-MT: água de chuva, deposição seca e material particulado inalável.** 2006. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Cuiabá.
6. STRECK, E.V.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** - 2. Ed. - Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Estado do meio ambiente e retrospectivas políticas: 1972-2002.** 1999, São Paulo, São Paulo.