

## X-024 - AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE MP 2,5 ENTRE O DIA E A NOITE NO VERÃO E INVERNO DE 2012 NA CIDADE DE PELOTAS, RS

**Carina Bork<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Pelotas, com participação no grupo de pesquisa do Programa de Pós Graduação em Bioquímica e Bioprospecção. Formada no Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul Campus Porto Alegre.

**Bruno Bainy<sup>(2)</sup>**

Mestrando do Programa de Pós -Graduação em Meteorologia / Universidade Federal de Pelotas

**Fabiano Soares<sup>(3)</sup>**

Graduando em Biologia / Universidade Federal de Pelotas

**Roberta F. Szczepaniak<sup>(4)</sup>**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Bioprospecção / Universidade Federal de Pelotas

**Giovana Duzzo Gamaro<sup>(5)</sup>**

Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Bioprospecção / Universidade Federal de Pelotas

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Andrade Neves 1948/06 - Bairro Centro- Cidade Pelotas - Estado RS- CEP: 96020-000- País Brasil - Tel: +55 (53) 84180896 - e-mail: [carinabork@hotmail.com](mailto:carinabork@hotmail.com)**nformar**

### RESUMO

A poluição atmosférica pode ser definida como o resultado da alteração das características físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera, de forma a causar danos ao ser humano, à fauna, à flora e aos materiais. Este estudo teve objetivo de avaliar as concentrações de material particulado fino (2,5µm) para diferentes pontos da cidade de Pelotas, RS., juntamente determinar seu comportamento frente às condições meteorológicas atuantes. O período de análise foi realizado no verão e inverno de 2012. Para medição do Material Particulado foi utilizado o equipamento DustTrak, Modelo 8520, que foi projetado para separar o material particulado fino (2,5µm) suspenso no ar. Dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica automática pertencente à Faculdade de Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas, em intervalos horários, e da estação agroclimatologia da EMBRAPA. Os resultados obtidos indicam que a cidade de Pelotas tem potencial para episódios críticos da qualidade do ar, sobretudo no período de inverno. Além disso, percebe-se que as condições meteorológicas são fundamentais nos processos de dispersão do material particulado atmosférico, tanto no favorecimento quanto na limitação à mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Material particulado, qualidade do ar e condições meteorológicas.

### INTRODUÇÃO

Poluente atmosférico pode ser considerado como qualquer substância presente no ar que pela sua concentração possa torná-lo impróprio à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso da propriedade e às atividades normais da comunidade. Assim, o material particulado pode ser considerado um poluente atmosférico uma vez que este pode causar danos à saúde de humanos (WHO, 2006).

Segundo a *United States Environmental Protection Agency* - US EPA (2006) o material particulado é caracterizado pela mistura de partículas sólidas ou líquidas encontradas no ar. Algumas destas partículas podem ser vistas a olho nu, como é o caso das poeiras ou resíduos, outras somente com uso de microscópios eletrônicos, como é o caso do MP2,5 (material particulado) caracterizado por possuir um diâmetro de 2,5 micrômetros ou menos.

A concentração do material particulado em uma determinada região depende das condições meteorológicas observadas, como ventos, chuvas e instabilidade do ar atuando de forma efetiva em sua qualidade. A direção e a velocidade dos ventos propiciam o transporte e a dispersão dos poluentes atmosféricos, em situações de calmaria, ocorre à estagnação do ar, gerando um aumento nas concentrações de poluentes. A precipitação é um

fator que atua com muita eficiência na retirada das partículas presentes na atmosfera promovendo a remoção das mesmas, pois uma parcela significativa dessas é incorporada à água da chuva. Além disso, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera (TORRES e MARTINS, 2005).

Nos grandes centros urbanos, tornam-se frequentes os dias em que o ar atinge níveis críticos de poluição, seja pela ausência de ventos ou pelas inversões térmicas, que são períodos nos quais as correntes ascendentes do ar cessam, as quais são importantes para a limpeza dos poluentes acumulados nas camadas próximas à superfície. A baixa umidade relativa também é uma condição favorável para os altos níveis de poluentes encontrados nas grandes cidades (LEITE, *et. al.*, 2011).

A cidade avaliada, Pelotas, por estar situada numa planície costeira, a área urbana do município situa-se em baixa altitude, com em média 7 metros acima do nível do mar. A mesma destaca-se por sediar um expressivo parque agroindustrial e de conservas alimentícias, com a produção de mais de 40 milhões de latas de conserva de pêssego por ano, e pela maior capacidade instalada de abate de bovinos em âmbito estadual. O município também é o maior polo beneficiador de arroz da América Latina, além de uma expressiva frota de veículos automotores, a qual, segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito, em 2011 sofreu um aumento de 29,9 % nos últimos cinco anos.

O Objetivo do trabalho foi avaliar as concentrações de material particulado fino ( $2,5\mu\text{m}$ ) para diferentes pontos da cidade de Pelotas, RS, em períodos do verão e do inverno de 2012, e avaliar seu comportamento frente às condições meteorológicas atuantes.

## **METODOLOGIA**

### **PONTOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

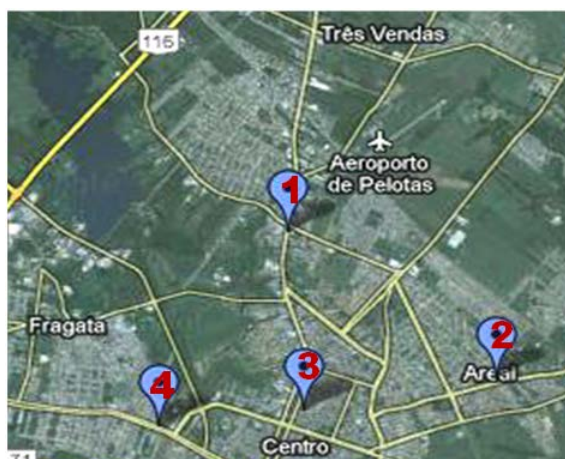
Foram escolhidos quatro pontos com o intuito de representar a distribuição dos poluentes na cidade como um todo. Os pontos são:

Ponto Três Vendas (1) localizado na zona norte da cidade, sendo o segundo maior bairro em extensão territorial da área urbana do município, caracteriza-se por ser uma das principais portas de entrada da cidade, tornando-se atrativo para instalação de muitos empreendimentos.

Ponto Areal (2) situado na região leste, bairro em crescente expansão, servindo de acesso para as praias da Laguna dos Patos.

Ponto Centro (3) localizado na zona central da cidade, possui a menor extensão territorial e converge grande parte do tráfego de pessoas e veículos que se deslocam dos outros bairros diariamente.

Ponto Fragata (4) na região oeste é o bairro com maior extensão territorial da área urbana do município, e o segundo com maior concentração populacional e alto fluxo de veículos, pois interliga o centro ao Capão do Leão e tem saída para estrada que dá acesso à Rio Grande e à BR 116.



**Figura 1: Mapa indicando a localização dos 4 pontos avaliados**

**Tabela 1: Caracterização dos pontos de coleta e períodos de amostragem.**

Ponto de Coleta	Período de monitoramento verão/ total de horas	Período de monitoramento inverno/ total de horas	Características gerais do sítio de coleta
Centro	25 a 27/01 (49h)	9 a 11/07 (50h)	Convergência de grande parte da frota veicular da cidade durante os períodos comercial e escolar.
Fragata	27 a 28/01 e 31/01 a 1/02 (50h)	9 a 11/07 (49h)	Alto fluxo de veículos (sentido centro e acesso à Rio Grande, Capão do Leão e BR 116), elevada concentração populacional.
Areal	23 a 24/01 (48h)	16 a 18/07 (48h)	Majoritariamente residencial via de acesso à praia do Laranjal.
Três Vendas	25 a 27/01 (49h)	12 a 14/07 (49h)	Uma das principais rotas de entrada para a cidade.

### **MEDIÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 MM (MP2,5)**

Para medição do Material Particulado foi utilizado o equipamento DustTrak, Modelo 8520, TSI Incorporated, St. Paul, MN, USA, que foi projetado para separar o material particulado suspenso no ar nas categorias inalável (com diâmetro aerodinâmico máximo menor que 10 µm) ou fino (com diâmetro aerodinâmico máximo menor que 2,5 µm), medindo a concentração de partículas sobre um leito filtrante que possui um laser infravermelho.

Dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica automática pertencente à Faculdade de Meteorologia/UFPel, em intervalos horários, e da estação agroclimatológica da EMBRAPA, disponíveis no boletim em <cpact.embrapa.br/agromet>.

No caso deste experimento foi monitorada a porção fina de material particulado, correspondente ao MP2,5 durante os períodos explicitados na Tabela 1, nas estações do Verão e Inverno no ano de 2012, e suas condições meteorológicas correspondentes.

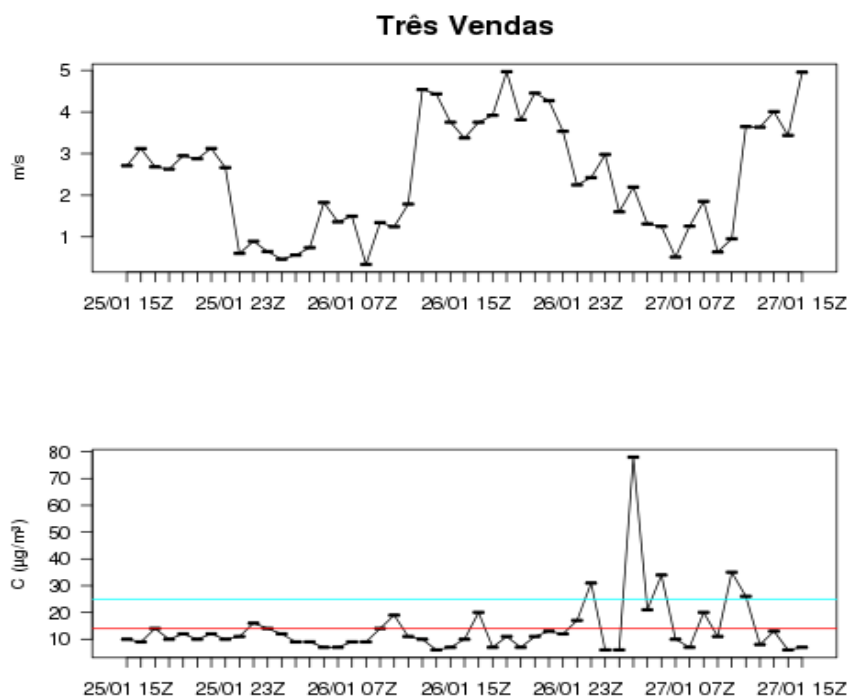
### **RESULTADOS OBTIDOS**

Os diversos agentes poluidores lançados na atmosfera diariamente podem ter seus efeitos nocivos diminuídos ou potencializados, em função das condições meteorológicas.

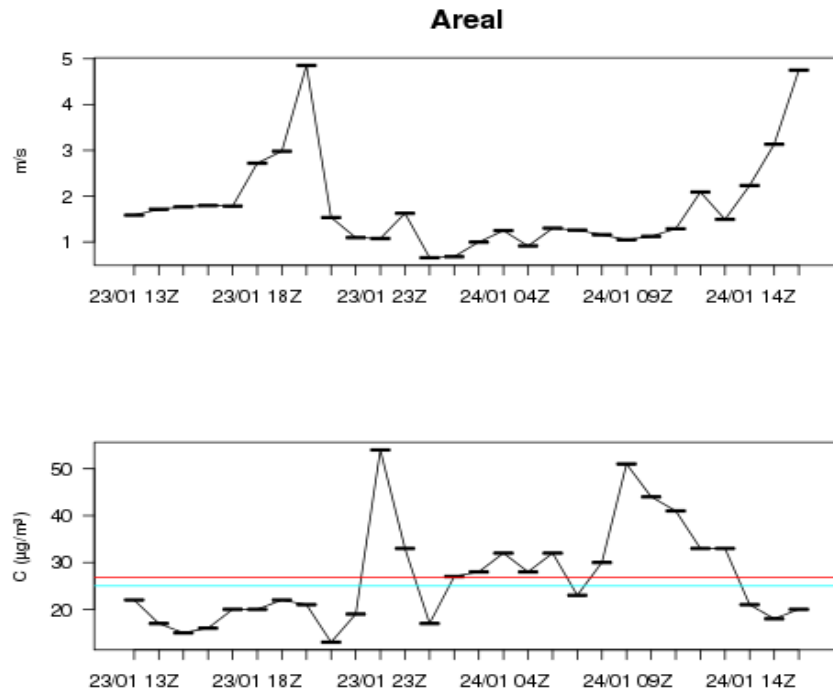
Dentre esses condicionantes meteorológicos que exercem efeito sobre o comportamento da poluição atmosférica estão: a inversão térmica, os ventos, as chuvas, a temperatura e a estabilidade térmica (CETESB, 2005).

A inversão térmica caracteriza-se pela sobreposição de uma camada de ar quente a uma camada de ar frio, que, sendo mais pesada, fica “aprisionada” sob o ar quente. Este é um fenômeno natural que ocorre durante o ano todo.

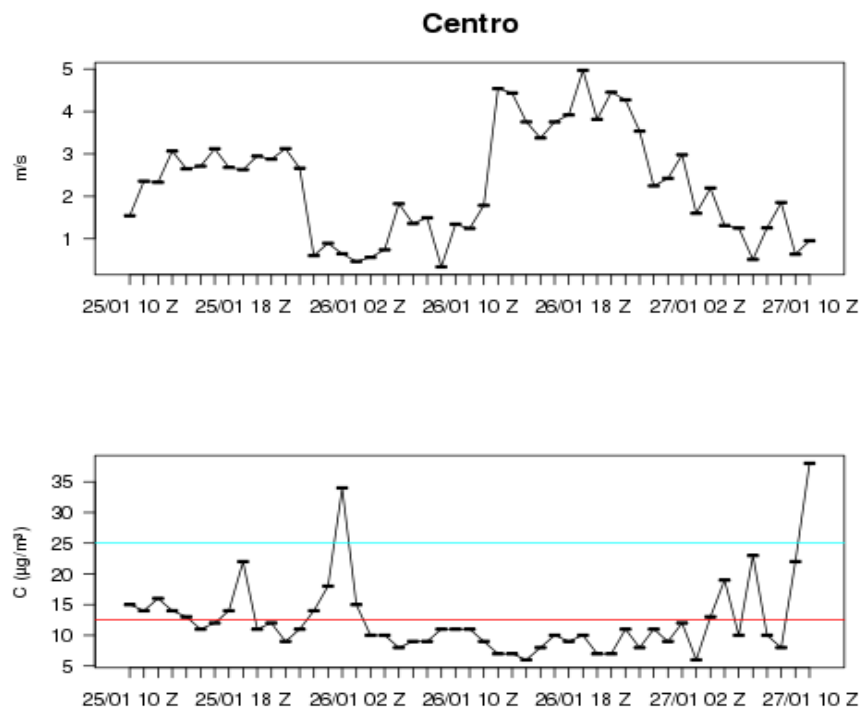
Contudo, na estação fria, ele se manifesta próximo à superfície do solo, impedindo a formação de correntes aéreas de convecção, fazendo com que os poluentes fiquem estagnados próximos ao solo, elevando sua concentração a níveis críticos.



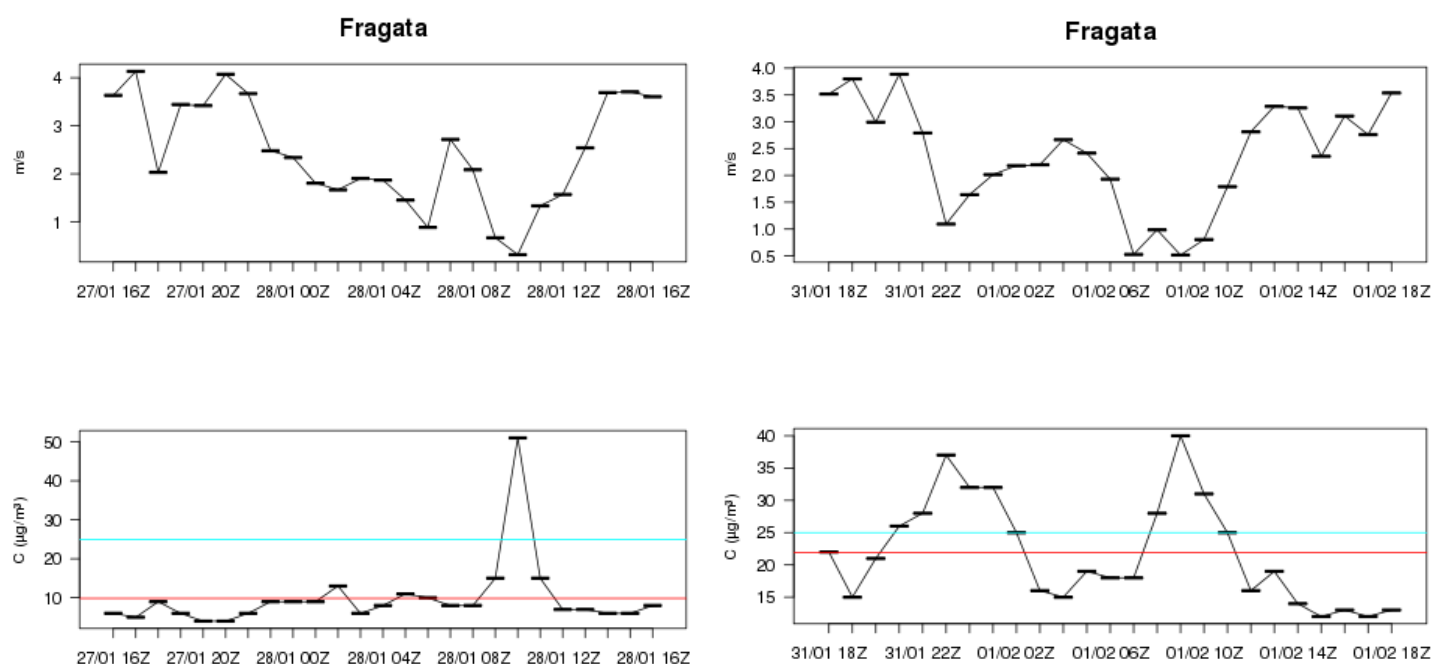
**Figura 2: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de verão, para o ponto Três Vendas. A linha verde indica o valor de 25 µg/m³, máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**



**Figura 3: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de verão, para o ponto Areal. A linha verde indica o valor de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**

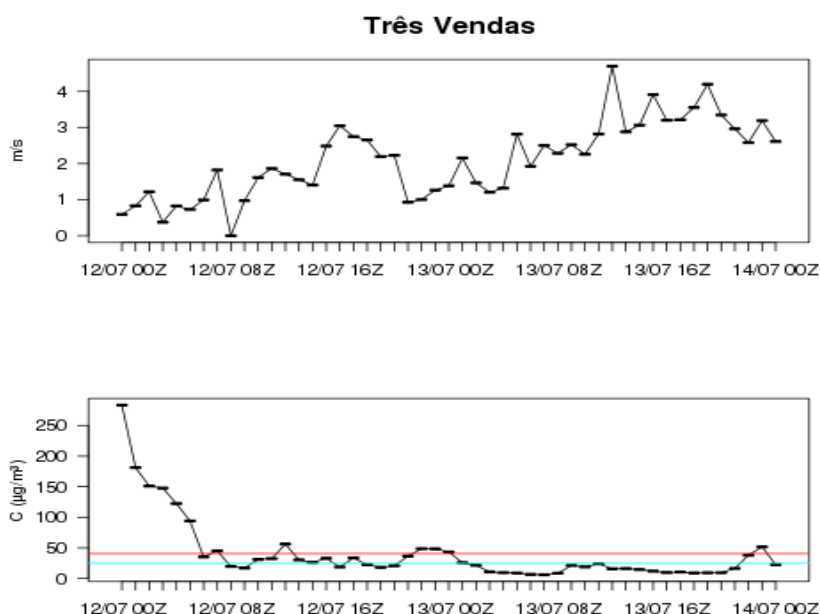


**Figura 4: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de verão, para o ponto Centro. A linha verde indica o valor de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**

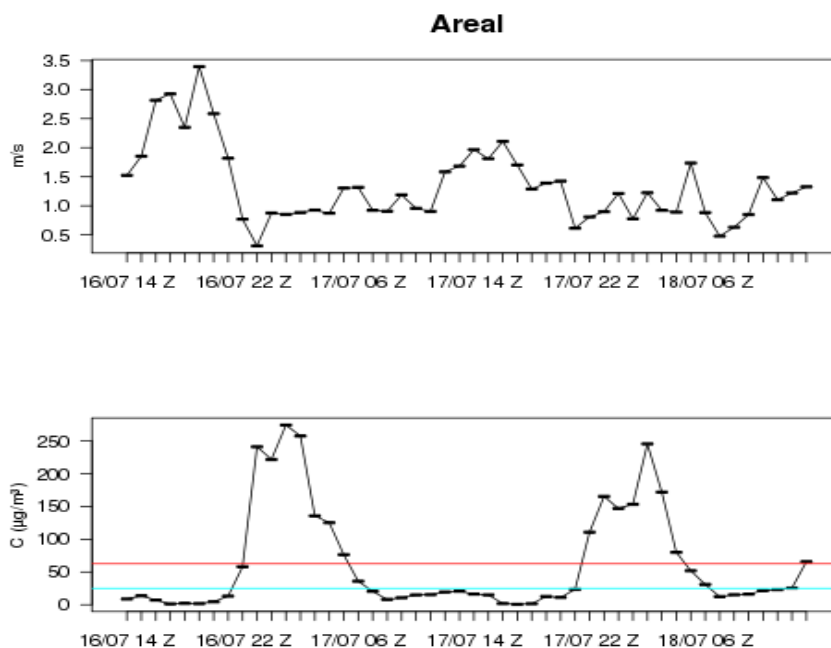


**Figura 5: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de verão, para o ponto Fragata. A linha verde indica o valor de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**

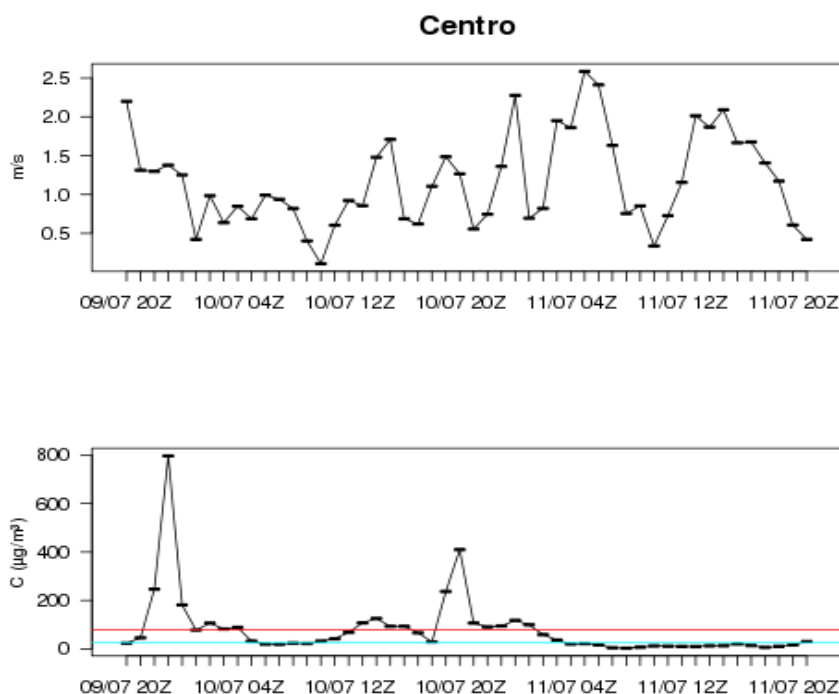
De acordo com a Figura 2,4,5, os resultados obtidos com o monitoramento de MP25 indicam, em média, concentrações baixas. Todos os pontos tiveram médias abaixo do valor de referência estabelecido pela OMS, com exceção do ponto Areal, Figura 3 que apresentou valor ligeiramente acima. Sabendo-se que o período foi marcado pela ocorrência de chuvas (dias 23, 24, 27 e 28) num volume total de aproximadamente 27 mm, e ventos fracos (médias diárias entre 3 e 4 m/s). Apesar disso, em todos os pontos houve extrapolação o valor máximo recomendado.



**Figura 6: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de inverno, para o ponto Três Vendas. A linha verde indica o valor de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**

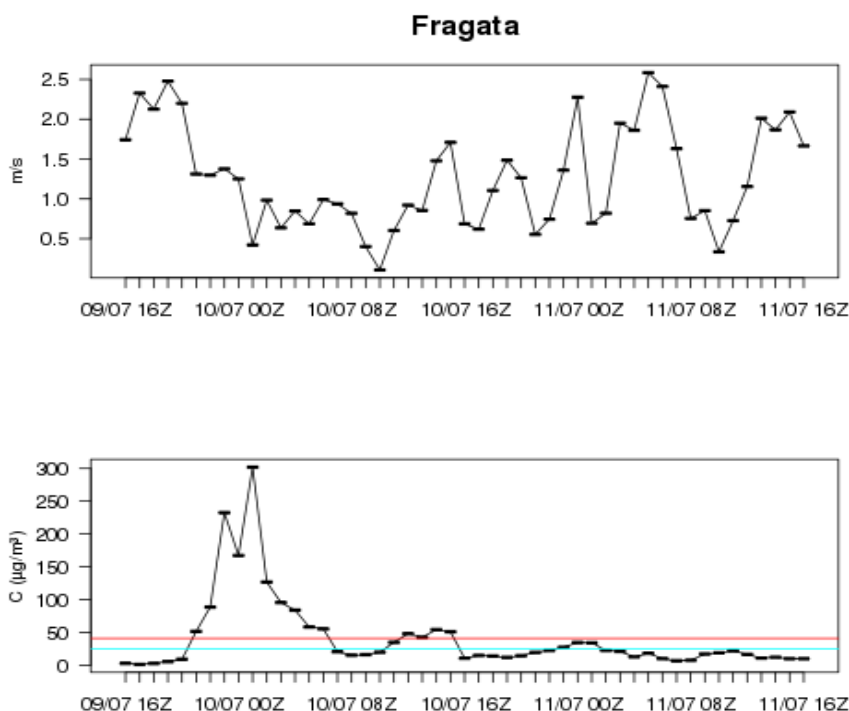


**Figura 7: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de inverno, para o ponto Areal. A linha verde indica o valor de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**



**Figura 8: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de inverno, para o ponto Centro. A linha verde indica o valor de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**





**Figura 9: Velocidade do vento (acima) e concentração de material particulado fino (abaixo) versus horário para a coleta de inverno, para o ponto Fragata. A linha verde indica o valor de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo recomendado pela OMS, e a linha vermelha indica a média de material particulado fino para o período.**

Já no período de inverno Figuras 6, 7, 8, 9, as médias de todos os pontos extrapolaram consideravelmente a referência da OMS, com destaque para o Centro (Figura 8), cujo valor atingiu quase os  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com picos de até  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Apesar disso, observa-se que em períodos de chuva, ocorridas nos dias 10 (1,2 mm) e 12 de Julho (1,0 mm), a precipitação parece ter exercido um efeito regulador na concentração de material particulado, uma vez que podem ser percebidas alterações no comportamento das concentrações do poluente entre os dias 10 e 11 nos pontos Centro (Figura 8) e Fragata (Figura 9), gerando uma curva gráfica mais suave e indicativa de níveis mais baixos de MP25. O mesmo pode ser visualizado para o ponto Três Vendas (Figura 6).

Tendo em vista as características meteorológicas sazonais e as de caráter transiente, e considerando-se um padrão emissão de material particulado fino aproximadamente constante no tempo (emissão diária predominante entre 7 – 22h) - o que é uma aproximação bastante válida - verificou-se que o inverno apresentou facilidades à expressiva concentração de MP25, sobretudo quando a cidade encontrou-se sob a ação de anticlones, que tendem a induzir à estabilidade atmosférica e à redução da altura da CLP (camada limite planetária).

Em todos os pontos, tanto para o verão quanto para o inverno, os picos máximos de concentração ocorreram nas primeiras horas da manhã (o que pode estar associado com o tráfego intenso de pessoas deixando suas casas rumo às atividades rotineiras) e, de forma ainda mais marcante, à noite, entre 22 e 24h, o que deve estar relacionado com o decaimento da altura da CLP, aprisionando os poluentes emitidos durante o dia. Nota-se que os picos noturnos no inverno tenderam a ocorrer mais cedo, pois o pôr-do-sol ocorre mais cedo.

As amostragens pontuais de curto prazo, como as apresentadas neste trabalho, não permitem conclusões mais aprofundadas do comportamento geral do poluente tratado, devido à elevada dependência do mesmo, com relação à sua dispersão, com os fatores meteorológicos atuantes. Informações mais conclusivas requerem monitoramento de longo prazo, para que os efeitos meteorológicos sejam atenuados e os resultados não dependam tanto dos mesmos.



## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que a cidade de Pelotas tem potencial para episódios críticos da qualidade do ar, sobretudo no período de inverno. Além disso, percebe-se que as condições meteorológicas são fundamentais nos processos de dispersão do material particulado atmosférico, tanto no favorecimento quanto na limitação à mesma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COLLS, J. **Air Pollution**. USA: SPON Press Taylor & Francis Group, 2ed., 2002.
2. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatório de qualidade do ar em São Paulo – 2005**. São Paulo: CETESB, 2005, 153p.
3. GEHRIG, R.; B. BUCHMANN. **Characterizing seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data**. Atmospheric Environment, 37, 2571–2580. 2003.
4. JACOBSON, M. Z. **Atmospheric Pollution – History, Science and Regulation**, Cambridge University Press, 2002.
5. LEITE, R. C. M.; GUIMARÃES, E. C.; LIMA, E. A. P.; BARROZO, M. A. S.; TAVARES, T. **Utilização de regressão logística simples na verificação da qualidade do ar atmosférico de Uberlândia**. 2011.
6. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Particle pollution and your health**. Estados Unidos: US EPA, 2006. 2p.
7. STULL, R.B. **An introduction to Boundary Layer Meteorology**, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS - Dordrecht, 1988, 666p.
8. TORRES, F. T. P.; MARTINS, L. A. A. **Caminhos de Geografia 2005**, 16, 23. 2005.
9. WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide**. Global update 2005. Summary of Risk Assessment. Geneva, 2006.