



**Material particulado fino e sua relação com as emissões veiculares de uma empresa de logística da região do Vale dos Sinos**  
**Sabrina Schuck<sup>1</sup>, Francieli Albani<sup>2</sup> Darlan Daniel Alves<sup>3</sup>, Daniela Montanari Migliavacca Osório<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Feevale (sasahsk@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Feevale (francielialbani.fa@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Feevale (darlandaniel@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Feevale (danielaosorio@feevale.br)

**Resumo**

A poluição atmosférica é um assunto cada vez mais abordado em todo mundo, em função dos altos níveis de contaminantes em ambientes urbanos e não urbanos. O material particulado é um poluente atmosférico associado de forma negativa à saúde humana e ao equilíbrio dos ecossistemas. A fim de determinar as concentrações do MP<sub>2,5</sub>, e compará-las com dados provenientes de um inventário das emissões veiculares e dos gases do efeito estufa de uma empresa de logística da região do Vale do Rio do Sinos, realizou-se coletas do material particulado fino no município de Campo Bom. As coletas foram realizadas mensalmente, com duração de 24 horas, durante o período de 2 de abril de 2013 até 27 de março de 2014. A média anual foi de 5,2 µg m<sup>-3</sup> de MP<sub>2,5</sub>.

Palavras-chave: Inventário. Material particulado. Poluição atmosférica.

Área Temática: Poluição atmosférica

**Fine particulate matter and its relationship with the vehicle emissions of a logistic company of the region of Sinos River Valley**

**Abstract**

*Air pollution is an issue increasingly addressed worldwide, due to high levels of contaminants in urban and non-urban environments. Particulate matter is an air pollutant associated negatively to human health and the equilibrium of ecosystems. In order to determine the PM<sub>2.5</sub> concentrations and compare them with data from an inventory of vehicle emissions and greenhouse gases of a logistic company of the region of Sinos River Valley, collections of fine particulate matter were done in the municipality of Campo Bom. Samples were collected monthly, in 24 hours periods, from 2 April, 2<sup>nd</sup>, 2013 to March, 27<sup>th</sup>, 2014. The annual average was 5.2 ug m<sup>-3</sup> PM<sub>2.5</sub>.*

*Key words: Inventory. Particulate matter. Atmospheric pollution.*

*Theme Area: Atmospheric pollution*



## 1 Introdução

O desenvolvimento urbano e industrial tem ocorrido em níveis acelerados e tem originado no mundo inteiro um aumento crescente da emissão de poluentes na atmosfera. Nas últimas décadas a contaminação que o ar está sofrendo, tem sido um grande fator de estudo no meio científico, devido a sua implicação negativa sobre os ecossistemas e a saúde humana. O problema da poluição atmosférica tende a agravar-se em função do aumento desenfreado de fontes industriais, queima de resíduos e principalmente das fontes móveis que circulam nas rodovias, que vem desde os veículos leves (carros de passeio, motocicletas) aos veículos pesados (caminhões, ônibus, etc), os quais são hoje um dos maiores geradores de poluição atmosférica (SALDIVA, 1997, BRAGA et al., 2002).

O desenvolvimento urbano e industrial em níveis acelerados, somado à ausência e/ou ineficácia de diretrizes que deveriam promover a proteção e preservação do meio ambiente tem originado em todo o planeta, um aumento das taxas de emissões de poluentes na atmosfera. Nas últimas décadas a contaminação do ar por poluentes, ou seja, qualquer substância presente no ar que, em função de sua concentração, possa torná-lo nocivo ou ofensivo à saúde humana, fauna e flora (CETESB, 2010), tem sido amplamente pesquisada no meio científico, devido a sua significativa implicação sobre os ecossistemas e a saúde humana (SALDIVA, 1997, BRAGA et al., 2002).

A poluição atmosférica engloba uma gama de atividades, fenômenos e substâncias que contribuem de forma significativa ao desequilíbrio e deterioração da qualidade do ar (DALLAROSA et al., 2008). Poluentes primários são aqueles que são lançados diretamente na atmosfera pela fonte que os produziu. Já os poluentes secundários são aqueles formados na atmosfera por reações químicas entre os poluentes primários e os constituintes naturais do ar. Conforme legislação ambiental brasileira, o Material Particulado (MP) presente na atmosfera é considerado um poluente primário (CONAMA, 1990). Atualmente, o MP tem sido estudado em suas frações grossa e fina, sendo representado por  $MP_{2,5-10}$  (partículas com diâmetro aerodinâmico maior que 2,5  $\mu\text{m}$  e menor que 10  $\mu\text{m}$ ) e  $MP_{2,5}$  (partículas com diâmetro aerodinâmico menor que 2,5  $\mu\text{m}$ ).

Os inventários são ferramentas utilizadas como base de dados para pesquisas de gerenciamento de qualidade do ar, servindo de instrumentos bastante úteis para órgãos ambientais (CARLONI, 2012), pois através do conhecimento das concentrações dos poluentes e das fontes de emissão, é possível se traçar estratégias para sua minimização. Os inventários de emissões são ótimos indicadores de responsabilidade ambiental e, desta forma, servem como norteador para que as empresas possam verificar seu desempenho no atendimento às exigências dos órgãos ambientais (ADISSI et al., 2013; EEA, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo determinar as concentrações do  $MP_{2,5}$  no município de Campo Bom, localizado na região do Vale do Rio do Sinos e, compará-las com dados provenientes de um inventário das emissões veiculares e dos gases do efeito estufa de uma empresa de logística da região do Vale do Rio do Sinos.

## 2 Metodologia

### 2.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos é dividida nos trechos superior, médio e inferior (FEPAM, 2014). As coletas de material particulado foram realizadas no trecho inferior da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no município de Campo Bom. Campo Bom é uma área semiurbana com população estimada em 63,3 mil habitantes e, densidade demográfica de 992,5 habitantes/ $\text{m}^2$ . O ponto de coleta fica aproximadamente 10 km da BR 116.



## 2.2 Coleta e determinação da concentração do MP<sub>2,5</sub>

As amostras de MP atmosférico analisadas neste artigo foram coletadas de acordo com o Protocolo para Coleta de Material Particulado Atmosférico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE 2012), sendo provenientes de uma campanha de coleta realizada a partir de 2 de abril de 2013 até 27 de março de 2014. As coletas foram realizadas uma vez por mês, com tempo de coleta de 24 horas, utilizando-se um amostrador do tipo Suporte de Filtros Empilhados (SFE), também conhecido como amostrador de Gent (MAENHAUT et al. 1993, HOPKE et al. 1997). O equipamento é composto por um *holder* conectado a uma bomba de vácuo com capacidade de fluxo de 16 a 18 L m<sup>-1</sup>. Os filtros são fixados no *holder*, sendo este posicionado a 1,5 m de altura da superfície do solo. O MP<sub>2,5</sub> foi coletado em filtros de policarbonato de 47 mm de diâmetro (Millipore, Isopore Membrane Filter) de 2 µm de poro, em um fluxo de 16,7 L min<sup>-1</sup>. A determinação da concentração do MP<sub>2,5</sub> é realizada por meio de cálculo da massa do MP coletado na fração fina pelo volume total de ar amostrado em 24 horas (µg m<sup>-3</sup>). Maiores informações acerca do funcionamento do SFE podem ser obtidas em Hopke et al. (1997).

A análise gravimétrica foi empregada para a determinação das massas do MP<sub>2,5</sub>. Antes e após cada coleta os filtros foram mantidos em dessecador (durante o período de 72 horas a temperatura ambiente) e, então pesados para a obtenção da massa do material particulado coletado, esse resultado foi dividido pelo volume total de ar amostrado para obter-se a concentração da massa do material particulado em µg m<sup>-3</sup> (HOPKE et al., 2011).

## 2.3 Inventário de emissões

Existem dois tipos de metodologias que podem ser utilizadas para a quantificação de gases emitidos na queima de combustíveis fósseis (MATTOS, 2001). Tipo *Top-Down*: utilizado para quantificar somente as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) através do consumo de combustíveis. Tipo *Bottom-Up*: utilizado para calcular as emissões de todos os gases, através da distância percorrida pelos veículos. Leva-se em consideração nesta metodologia o equipamento empregado e o rendimento do mesmo.

Na equação 1 tem-se o cálculo para utilização da metodologia do tipo *top-down* recomendada pelo Ministério de Minas e Energia (MME), desde 1999, empregando o Balanço Energético Nacional (BEN) para conversão de todas as unidades:

$$CC = CA \times F_{\text{conv}} \times 45,2 \times 10^{-3} \times F_{\text{corr}} \quad (1)$$

Para calcular a emissão de carbono na queima do combustível, deve-se seguir a equação 2 (MATTOS, 2001):

$$QC = CC \times F_{\text{emiss}} \times 10^{-3} \quad (2)$$

Para as emissões de CO<sub>2</sub> pode-se calcular relacionando as massas moleculares do CO<sub>2</sub> e do C (44 t CO<sub>2</sub> corresponde a 12 t de C ou 1t CO<sub>2</sub> = 0,2727 t C), conforme a equação 3 (MATTOS, 2001):

$$ECO_2 = EC \times 44/12 \quad (3)$$

Os cálculos de emissão pelo método *bottom-up* podem ser realizados como procedimento adicional ao método *top-down*, mas para isso é necessário que se tenha os dados detalhados e seguros sobre cada tipo de veículo, categoria, qualidade do combustível, consumo, quilometragem anual aproximada, fatores de emissão, manutenção da frota, etc. O IPCC recomenda essa prática como forma de aferição dos cálculos e consequente aperfeiçoamento da qualidade da informação. Os cálculos das taxas emissões dos poluentes devem ser feitos conforme equação 4 (MATTOS, 2001; FEPAM, 2009):

$$\text{Emiss } i = FE_{iabc} \times \text{Atividade } abc \times N \quad (4)$$



A seguinte equação 5 é utilizada para cálculo a partir da quilometragem anual (FEPAM, 2009; MATTOS, 2001):

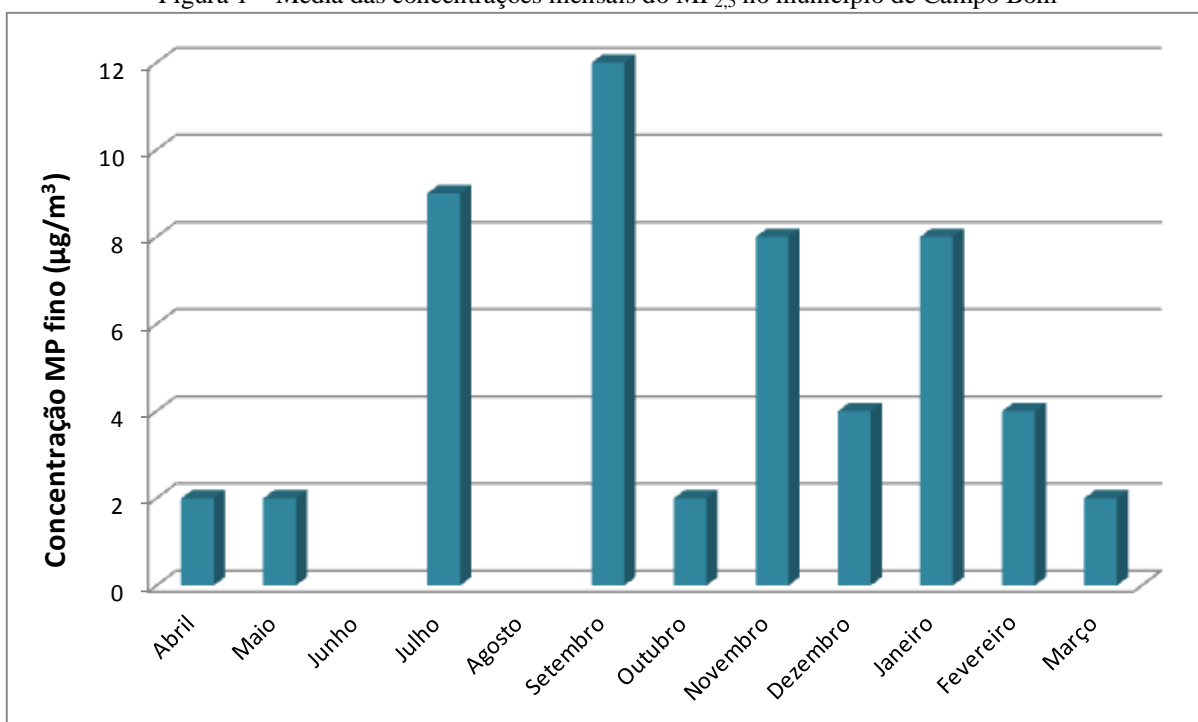
$$E_{\text{miss } i} = N \times Fe_i \times km \times 10^{-6} \quad (5)$$

### 3 Resultados

A figura 1 apresenta as concentrações médias mensais do material particulado fino e grosso no município de Campo Bom. A média anual foi de  $5,2 \mu\text{g m}^{-3}$  de  $\text{MP}_{2,5}$ . Comparando o resultado médio anual com o parâmetro da OMS para  $\text{MP}_{2,5}$  ( $25 \mu\text{g m}^{-3}$  para uma amostragem de 24h) e com o padrão estabelecido pela *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos da América para  $\text{MP}_{2,5}$  ( $35 \mu\text{g m}^{-3}$ ) observa-se que os valores de  $\text{MP}_{2,5}$  mensais não ultrapassaram os parâmetros mencionados anteriormente.

Diversos estudos apontam as emissões veiculares como as principais fontes de MP em áreas urbanas (COLVILE et al., 2001; HIEU e LEE, 2010; KARANASIOU et al., 2011).

Figura 1 – Média das concentrações mensais do  $\text{MP}_{2,5}$  no município de Campo Bom



Os resultados apresentados na figura 1 serão relacionados ao inventário que encontra-se em desenvolvimento. O que espera-se é que os níveis das emissões da empresa de logística sejam maiores que os encontrados no gráfico, pois os veículos pesados (caminhões, ônibus) destacam-se nas emissões de material particulado. Em 2010, o ônibus urbano contribuiu com 41% e o caminhão com 35% de emissões de material particulado (COPPETEC, 2011).

### 4 Conclusão

A comparação dos resultados das concentrações do material particulado fino para a realização do inventário encontra-se em desenvolvimento.

O material particulado fino ( $\text{MP}_{2,5}$ ) tem como principal fonte emissora os veículos automotores, que através da fuligem contribuem significativamente para o aumento da poluição atmosférica. O desenvolvimento urbano e industrial também são fatores importantes que devem ser considerados quando o assunto é a emissão de poluentes na atmosfera.



## Referências

ADISSI, P. J.; PINHEIRO, F.A.; CADOSO, R. S. **Gestão ambiental e unidades produtivas**. 1 edição – Rio de Janeiro: Elsevier editora LTDA. 2013.

BRAGA, B. (org.). **O meio atmosférico. Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Editora Printice Hall, Cap. 10, p.169-214, 2002.

CARLONI, F. B. B. A., 2012. **Gestão do Inventário e do Monitoramento de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Cidades: O Caso do Rio de Janeiro**. Tese de D. Sc, Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis.php>>. Acesso em: 24 de outubro de 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Poluentes**. 2010. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>

COLVILLE, R. N., HUTCHINSON, E. J., MINDELL, J. S., WARREN, R. F., (2001). **The transport sector as a source of air pollution**. Atmospheric Environment, 35 (9), 1537-1565.

COPPETEC, Fundação. **Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA N° 003/90**, 1990.

DALLAROSA, J., TEIXEIRA, E.C., MEIRA, L., WIEGAND, F., 2008. **Study of the chemical elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particles of PM10 and PM2.5 in the urban and rural areas of South Brazil**. Atmospheric Research 89 (2008) 76–92.

EEA. European Environment Agency. **Atmospheric Emission Inventory Guidebook**. 3 ed, September, 2003.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. 1º Inventário de emissões atmosféricas das fontes móveis do estado do Rio Grande do Sul. RS, 2009.79 p.

HIEU, N. T., LEE, B. K., (2010). **Characteristics of particulate matter and metals in the ambient air from a residential area in the largest industrial city in Korea**. Atmospheric Research, 98 (2-4), 526-537.

HOPKE, P. K. et al. **Source apportionment and potential source locations of PM2.5 and MP2.5-10 at residential sites in metropolitan Bangkok**. Atmospheric Pollution Research 2, v. 2, n. 2, p. 172-181, 2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2012). **Protocolo para coleta de material particulado atmosférico**. São Paulo: Serviço de Informação e Documentação. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3B9PGQL>>



KARANASIOU, A., MORENO, T., AMATO, F., LUMBRERAS, J., NARROS, A., BORGE, R., TOBIÁS, A., BOLDO, E., LINARES, C., PEY, J., RECHE, C., ALASTUEY, A., QUEROL, X., (2011). **Road dust contribution to PM levels – evaluation of the effectiveness of street washing activities by means of Positive Matrix Factorization.** Atmospheric Environment, 45 (13), 2193-2201.

MAENHAUT, W. et al. **The "Gent" Stacked Filter Unit Sampler for the Collection of Atmospheric Aerosols in Two Size Fractions: Description and Instructions for Installation and Use.** Coodinated Research Programme: *CRP E4.10.08*. Vienna, International Atomic Energy Agency, p. 249-263, 1993.

MATTOS, L. B. R. **A importância do setor de transportes na emissão de gases de efeito estufa – o caso do Município do Rio de Janeiro.** Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. XIX - 2001, 179 p.