

DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE UTILIZANDO MODELO RECEPTOR



Camila Dalla Porta Mattiuzi^{1,2*}, Dayana Castañeda^{1,2} e Elba Calesso Teixeira^{1,3} (orientadora)

1. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
3. Universidade Feevale

*Bolsista de Iniciação Científica CNPq – gerpro.pesquisa@fepam.rs.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O aumento do tráfego veicular e a expansão industrial que ocorreu nas últimas décadas, proporcionou um acréscimo vertiginoso na emissão de diversos poluentes na atmosfera, entre eles os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs).

Os HPAs são compostos formados quando o material orgânico é submetido a processos de combustão incompleta^{1,2}. Uma das formas de determinar as principais fontes de HPAs é através da utilização de um modelo receptor. Este consiste em um modelo matemático que utiliza as características físicas e químicas dos gases e das partículas medidos na fonte e no receptor, identificando e quantificando a contribuição dos poluentes medidos no receptor através de procedimentos estatísticos. O modelo escolhido foi o Chemical Mass Balance (CMB), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - US EPA.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição de fontes emissora de HPAs na atmosfera da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) aplicando o modelo CMB.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo selecionada foi a RMPA, qual é a área mais urbanizada no Estado. A qualidade do ar na região sofre influência das atividades industriais e, principalmente, das emissões de fontes móveis. Os locais escolhidos para amostragem foram os municípios de Canoas, Porto Alegre (FIERGS) e Sapucaia do Sul (Figura 1).

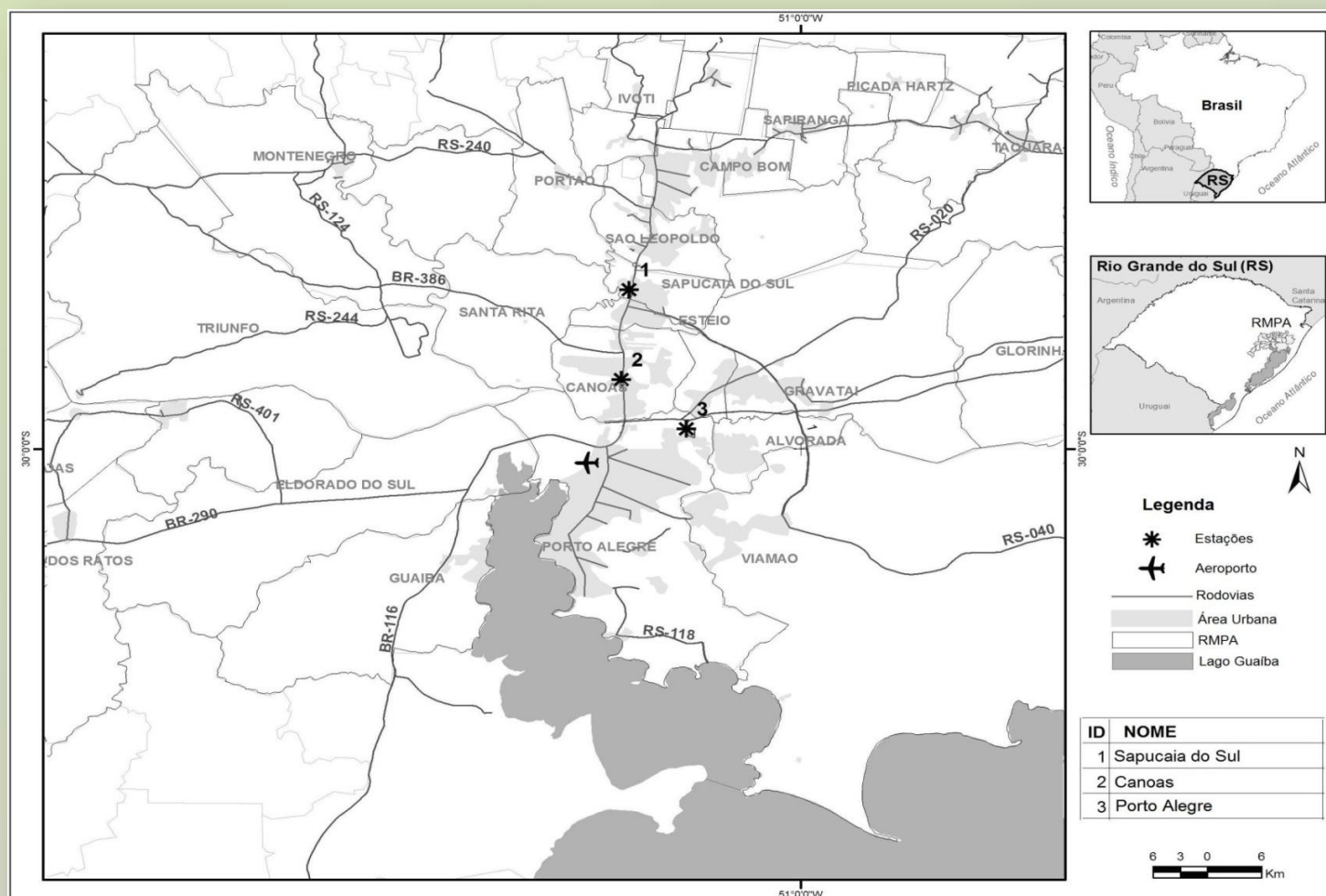


Figura 1. Área de estudo

4. METODOLOGIA

4.1. Técnicas analíticas

As amostras de PM_{2,5} foram coletadas durante um período contínuo de 24h entre 2006 e 2008. Os 14 HPAs, identificados através de cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (GC/MS), foram: naftaleno, acenafileno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b+k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(g,h,i)perileno.

4.2. Modelo Receptor - CMB

O modelo receptor CMB utiliza as concentrações de poluentes medidas no receptor e informações sobre a fração com que cada poluente é emitido em uma determinada fonte (Perfil), sendo estes os dados de entrada. Os perfis escolhidos, obtidos a partir de uma revisão bibliográfica, foram os seguintes: carvão³, gasolina⁴, diesel⁴, madeira⁵ e cimento⁵, tendo em conta as fontes de emissão na RMPA. O modelo é baseado na equação 1.

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N F_{ik} \times S_{kj} \quad \text{Eq. (1)}$$

Sendo

C_{ij}: concentração de um elemento i na amostra j

F_{ik}: fração em massa de um elemento i na fonte k

S_{kj}: massa total da fonte k na amostra j

A equação 1 expressa a concentração de uma espécie química em cada receptor como um somatório linear dos produtos da composição da fonte (perfil) e da contribuição da fonte⁶. Dessa forma, é gerado um conjunto de equações lineares, que é solucionado através do método de mínimos quadrados. O resultado obtido através da modelagem é a contribuição de cada tipo de fonte nas emissões medidas.

Os parâmetros estatísticos que avaliam a precisão dos resultados são: R² (mede a variância nas concentrações do receptor: 0,8 < R² < 1,0), Chi² (considera a incerteza da concentração calculada das espécies: Chi² < 4) e %Mass (razão entre a soma da contribuição das espécies e a massa total: 80% < %Mass < 120%)⁷.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros estatísticos obtidos no presente estudo mostraram-se dentro da faixa de precisão recomendada ou muito próximos (caso do R² de Canoas), conforme descritos acima. Os valores encontrados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos do resultados

	R ²	%Massa	Chi ²
Porto Alegre	0.80	113.99	3.30
Canoas	0.77	90.34	3.73
Sapucaia do Sul	0.80	109.99	3.52

Os resultados obtidos através da modelagem estão apresentados nas Figuras 2, 3 e 4. Estes dados representam a porcentagem da contribuição de cada fonte emissora de HPAs para os municípios de Porto Alegre, Canoas e Sapucaia do Sul.

Os resultados apontam uma significativa influência das emissões de fontes móveis, principalmente dos motores a diesel e a gasolina, que foram responsáveis por 48 a 70% das emissões de HPAs. Isto ocorre pela proximidade dos locais de amostragem a rodovias de alto tráfego veicular, como as vias BR 290, a Av. Assis Brasil e principalmente a BR 116.

O carvão foi apontado como segunda maior fonte de emissão de HPAs, sendo responsável por 21 a 33% das emissões totais. Essa influência pode ser atribuída à proximidade da região amostrada a duas Usinas Termoeletricas à Carvão, localizadas em São Jerônimo e Charqueadas (cerca de 60 km de distância).

A combustão de madeira foi apontada como responsável por 3 a 11% das emissões de HPAs. Este fato é decorrente da ampla produção de carvão vegetal no estado - o RS é o 8º maior produtor no país⁸ - e da proximidade desses municípios com a área amostrada⁹.

O cimento foi apontado como responsável por 6 a 8% das emissões de HPAs. A influência dessa fonte pode ser atribuída à proximidade entre a área amostrada e duas fábricas de cimento, localizadas nos municípios de Esteio e Charqueadas.

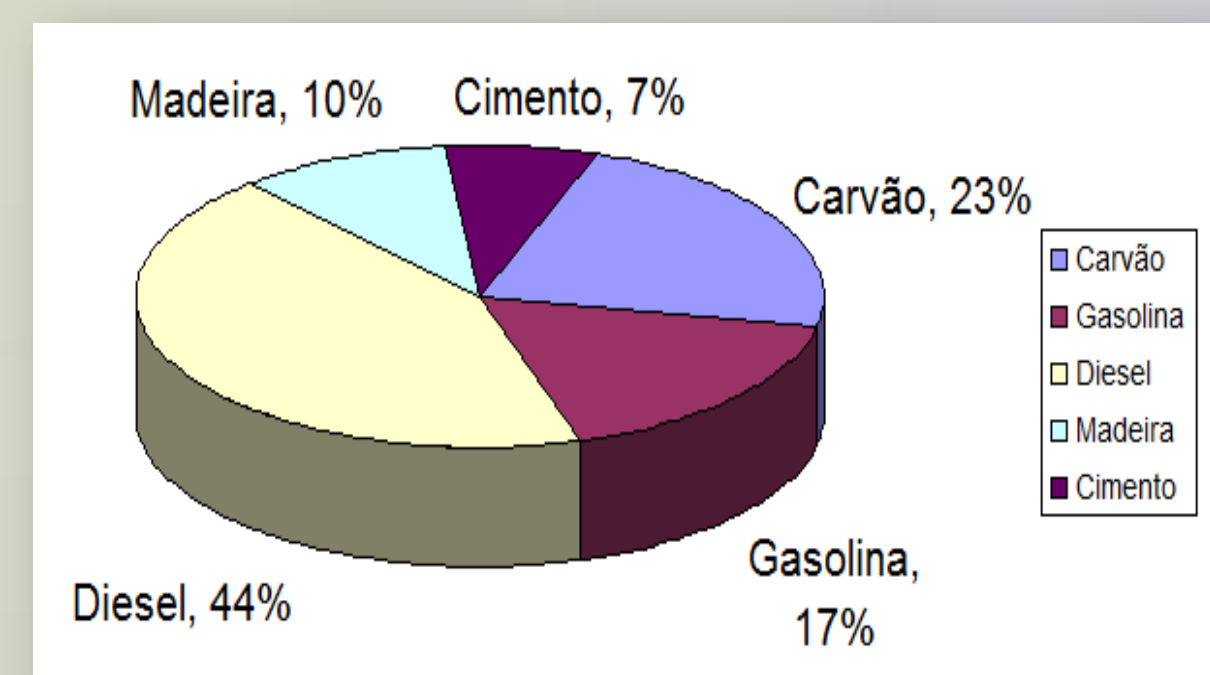


Figura 2. Contribuição das fontes em Porto Alegre

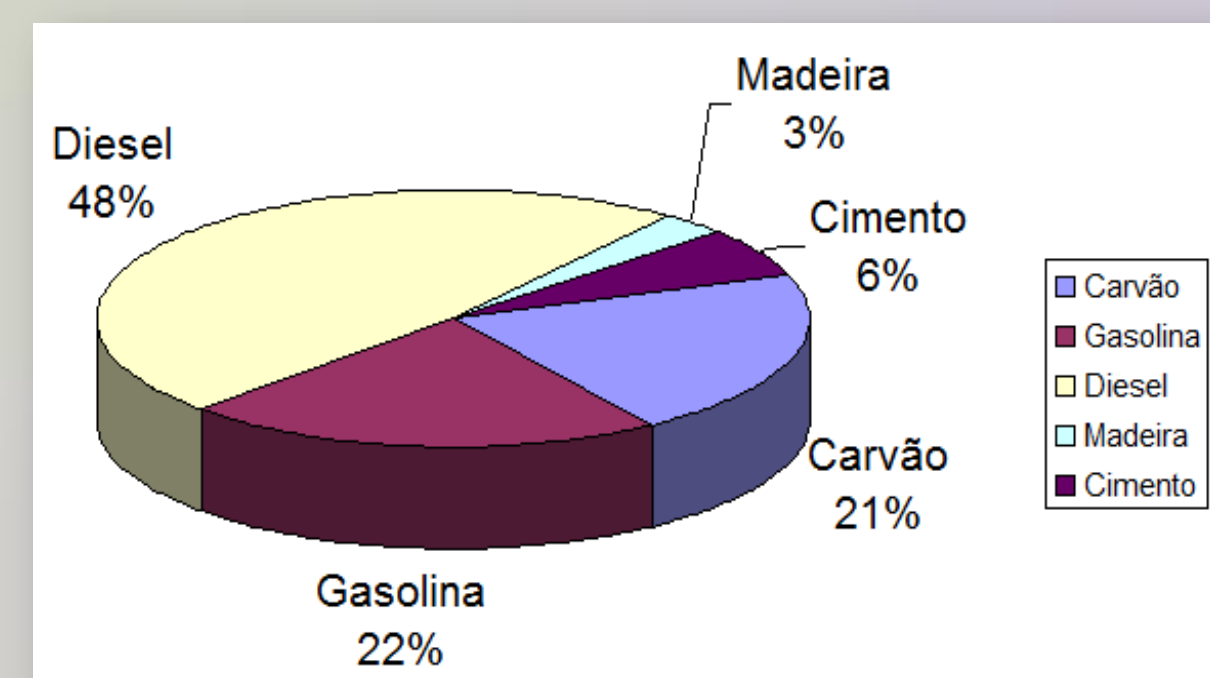


Figura 3. Contribuição das fontes em Canoas

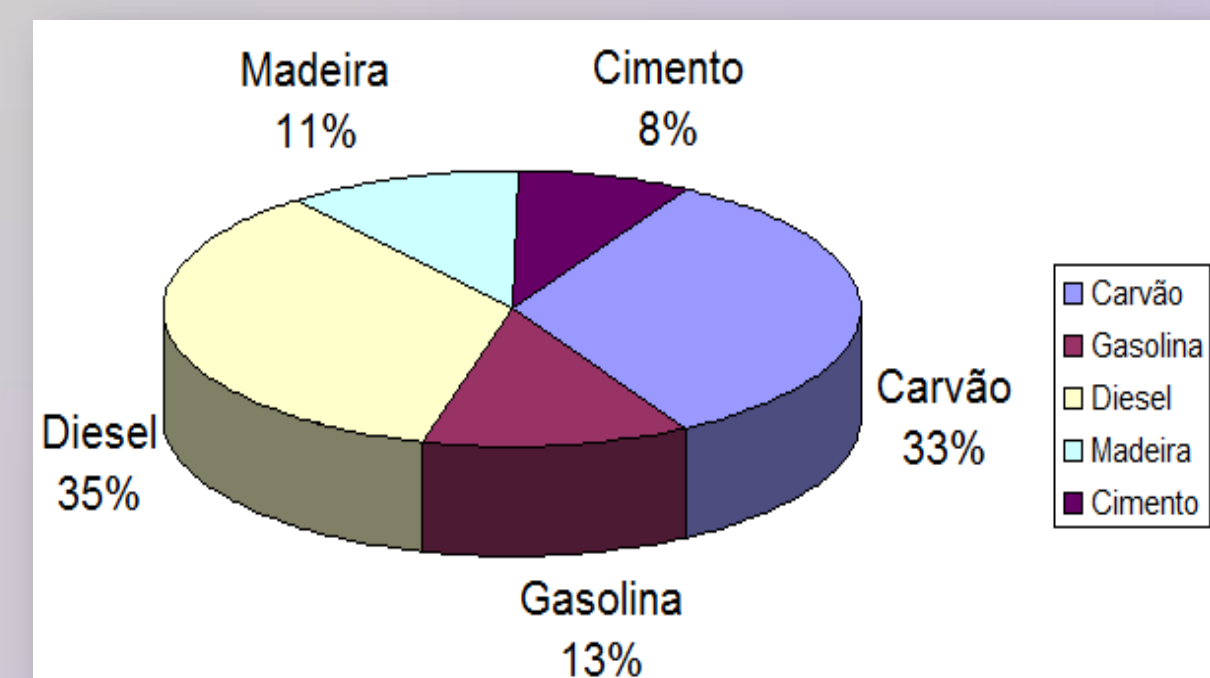


Figura 4. Contribuição das fontes em Sapucaia do Sul

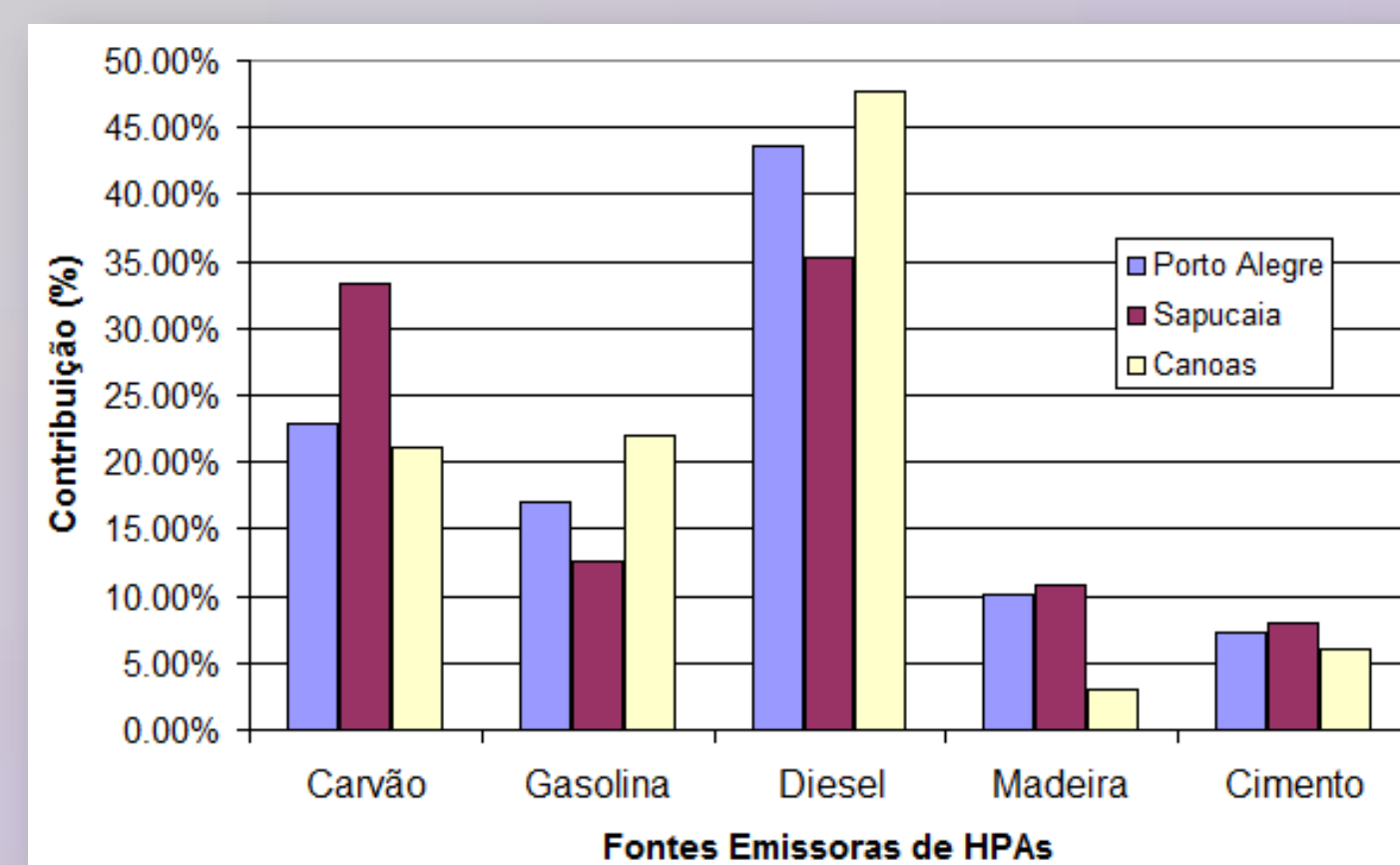


Figura 5. Contribuições das fontes na região de estudo

Na Figura 5 estão apresentadas as contribuições de cada fonte nos três municípios. Observa-se que os resultados são semelhantes, fato já esperado devido à proximidade entre os locais amostrados, que estão sob a influência das mesmas fontes emissoras de poluentes.

6. CONCLUSÃO

O modelo receptor utilizado mostrou-se uma ferramenta eficiente para apontar as principais fontes responsáveis pela emissão de HPAs na RMPA. Os resultados obtidos estão de acordo com os resultados esperados: as principais fontes que contribuem para a presença de HPAs na região são as fontes móveis (veículos a diesel e gasolina), seguido por fontes fixas (termoeletrica a carvão, combustão de madeira e fábrica de cimento).

7. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPERGS/FINEP pelo suporte financeiro.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAVINDRA, K.; SOKHI, R. & GRIEKEN, R.V. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. Atmospheric Environment, v. 42, p. 2895-2921, 2008.
2. KARAVLAKIS, G.; FONTARAS, G.; AMPATZOGLOU, D.; KOUSOULIDOU, M.; STOURNAS, S.; SÁMARAS, Z. & BAKEAS, E. Effects of low concentration biodiesel blends application on modern passenger cars. Part 3: Impact on PAH, nitro-PAH, and oxy-PAH emissions. Environmental Pollution, v. 158, p. 1584-1594, 2010.
3. BI, X.; SHENG, G.; PENG, P.; CHEN, Y.; ZHANG, Z. & FU, J. Distribution of particulate- and vapor-phase n-alkanes and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban atmospheres of Guangzhou, China. Atmospheric Environment, v. 37, p. 289-298, 2003.
4. KHALILI, N.R.; SCHEFF, P.A. & HOLSEN, T.M. PAH source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions. Atmospheric Environment, v. 29, p. 533-542, 1995.
5. YANG, H.S.; LEE, W.J.; CHEN, S.J. & LAI, S.O. PAH emission from various industrial stacks. Journal of Hazardous Materials, v. 60, p. 159-174, 1998.
6. HOPKE, P.K. Receptor modeling for air quality management. Ed. Elsevier, 1991, 329 p., ISBN 0-444-88218-9.
7. US EPA. EPA CMB 8.2 - Users Manual. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/scram/models/receptor/EPA-CMB82Manual.pdf>>. Acesso em: julho 2011.
8. IBGE. Banco de Dados - Estados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: agosto 2011.
9. SEPLAG. Carvão Vegetal. Disponível em: <<http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=608>>. Acesso em: agosto 2011.