

CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS  
PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA  
- MG.

**CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS  
PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE  
PIRAPORA - MG.**

Ribeiro, E.V.<sup>1</sup>; Trindade, W.M.<sup>2</sup>; Carvalho, V.L.M.<sup>3</sup>; Horn, A.H.<sup>4</sup>; Pereira, M.A.<sup>5</sup>;

<sup>1</sup>UFMG *Email:elizenev@yahoo.com.br*;

<sup>2</sup>UFMG *Email:wallacegeografo@yahoo.com.br*;

<sup>3</sup>UFMG *Email:vilmageografia97@gmail.com*;

<sup>4</sup>UFMG *Email:hahorn@gmail.com*;

<sup>5</sup>UNIMONTES *Email:marceloalvesmtb@gmail.com*;

**RESUMO:**

Este trabalho apresenta uma análise do comportamento dos particulados atmosféricos emitidos por fontes fixas localizadas no distrito industrial de Pirapora. A dinâmica atmosférica regional marcada por ventos vindos de nordeste condiciona a movimentação preferencial dos particulados para SW. A movimentação da pluma é condicionada por dois corredores geomorfológicos: (1) direção NE-SW delimitado pela barreira orográfica na cota de 600m e (2) direção E-W na cota média de 800m.

**PALAVRAS CHAVES:**

*Unidades geomorfológicas; Imagens de satélite; Partículas atmosféricas*

**ABSTRACT:**

This paper presents an analysis of the circulation of atmospheric particulates from stationary sources located in the industrial district of Pirapora. The regional atmospheric dynamics marked by winds from northeast conditions the preferential movement of particulate southwest. The circulation of the plume of particles is conditioned by two geomorphological corridors: (1) northeast- southwest delimited by the orographic barrier at 600m and (2) the east-west at 800m.

**KEYWORDS:**

*Geomorphological units; Satellite images; atmospheric particles*

**INTRODUÇÃO:**

A poluição da atmosfera apresenta-se como um importante tema no contexto dos problemas ambientais na atualidade. Dois pontos importantes devem ser destacados: a contribuição dos espaços urbanos e das áreas industriais. Este último, apesar da maior

## CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA - MG.

dimensão e intensidade dos problemas relacionados, tem como fator atenuante o fato de se tratarem de fontes pontuais, o que possibilita estudos e intervenção direta. Na atmosfera, uma série de gases (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> etc.) tem papel de destaque por seus efeitos tóxicos e são intensamente estudados. Os particulados atmosféricos, apesar de pouco conhecidos pela mídia ambientalista, são importantes marcadores da degradação da qualidade ambiental de acordo com sua composição química ou compostos adsorvidos. A partir da deposição, os materiais particulados interagem com a superfície de deposição, onde podem se acumular e comprometer a qualidade da água, solo, sedimento e plantas. Além disso, durante o transporte, a presença dessas partículas na atmosfera compromete a qualidade do ar tendo efeito direto na biosfera, podendo afetar, inclusive, a saúde humana. O conhecimento da dinâmica de transporte e deposição dos particulados é fundamental para entender, preliminarmente, a abrangência dos problemas relacionados. Neste contexto, o objetivo do trabalho é entender o comportamento dos particulados atmosféricos, emitidos no distrito industrial de Pirapora, por meio do estudo da direção preferencial, padrão de dispersão e abrangência da emissão considerando as características da superfície (geomorfologia local) e a direção preferencial dos ventos. A emissão de particulados no distrito industrial da cidade de Pirapora tem chamado atenção tanto da população local quanto de pesquisadores, isto se deve a constante e visível emissão de particulados na porção norte da sede municipal. A preocupação refere-se tanto o risco associado aos particulados emitidos quanto à própria abrangência da deposição dos materiais.

### **MATERIAL E MÉTODOS:**

Os procedimentos metodológicos basearam-se na análise de imagens de satélite e nas características climáticas e geomorfológicas da área de estudo. A partir das imagens de satélite foram efetuadas, no software Arcgis 10.1, análises da direção e as medidas da distância alcançada pelos particulados. Imagens de satélite são bastante utilizadas na identificação de plumas de fumaça/particulados, principalmente em estudos de queimadas. No Brasil trabalhos tem sido desenvolvidos pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) no Cerrado e na Amazônia (PEREIRA & SETZER 2009; ALMEIDA-FILHO 2003). Para este trabalho, foram utilizadas imagens LANDSAT 5 TM obtidas entre os anos de 1984 e 2011, das quais foram selecionadas aquelas que apresentaram melhor qualidade e baixa frequência de ruídos ou nuvens na área de trabalho. A composição mais adequada foi RGB-413: segundo o INPE (2014) a banda 1 (0,45 - 0,52) apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial; a banda 3(0,63 - 0,69) de bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e utilizada para delimitar a mancha urbana e por fim a Banda 4 (0,76 - 0,90) com sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Estas bandas atenderam ao objetivo do trabalho demonstrando boa visibilidade dos particulados e rugosidade do terreno em contraste com as características da superfície. Quanto aos aspectos climáticos trabalhou-se com os dados de velocidade e direção dos ventos. Estes foram obtidos junto ao INMET para a estação PIRAPORA - MG (OMM: 83483) no período de 01/01/1961 a 10/04/2014. A partir dos dados mensais foi construído um gráfico de direção e velocidade dos ventos.

# CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA - MG.

Um modelo digital de elevação (Brasil em Relevo da Embrapa SE-23-V-D/SE- 23-X-C) embasou a análise e interpretação da geomorfologia local como um possível condicionante no direcionamento dos particulados.

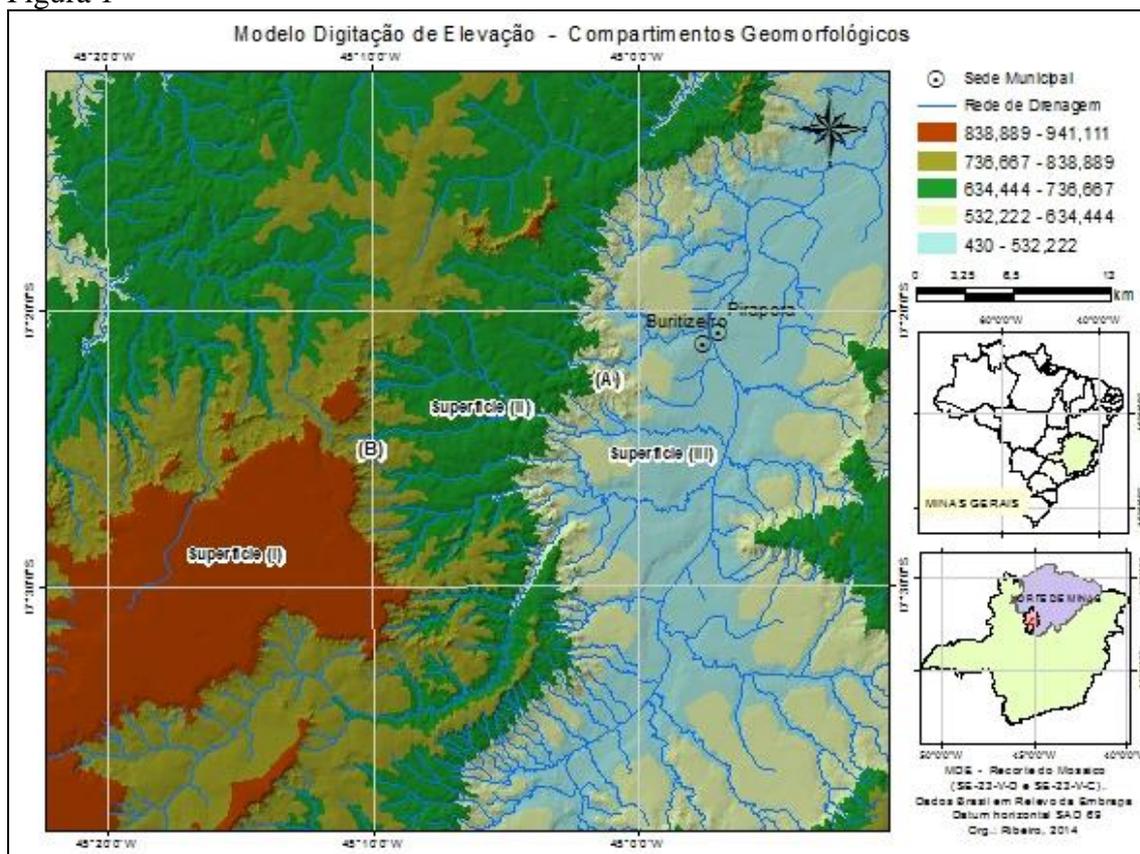
## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na área de estudo, os ventos fluem preferencialmente de Nordeste - NE (31,7%) definindo um eixo de deslocamento principal Nordeste - Sudoeste (NE-SW) com velocidade predominante entre 1-1,99km/h. Os dados meteorológicos corroboram com os resultados obtidos nas imagens de satélite, nas quais constatou-se uma direção geral dos particulados a oeste (W) em 85% das imagens analisadas. Das 212 imagens analisadas 11,7% apresentam nuvens ou algum defeito que impossibilitou a análise de direção, dispersão ou distância. Considerando as imagens de boa qualidade foram obtidas as seguintes direções preferenciais de deslocamento dos particulados/pluma: 40,1% Sudoeste; 29,9% Oeste; 6,9 % Norte (N), 5,3 % a Sul-Sudoeste (SSW) e Oeste-Sudoeste (WSW); 4,2% Noroeste (NW) e os 8,02% dividem-se entre Sul (S), Leste (E), Nordeste, Norte-Nordeste (NNE) e Sudeste (SE). Quanto à abrangência, foi obtida uma distância média do fluxo principal de 24,85 km. A distância máxima foi de 128,5 km na direção SW e a mínima de 2km à W. Destaca-se que a densidade da pluma apresenta maior densidade numa distância média de 15 km. Geomorfologicamente, a área encontra-se inserida na depressão Sanfranciscana com residuais do São Francisco onde se destaca as seguintes unidades de relevo: Planaltos tabulares do Chapadão dos Gerais a oeste, Serra do Repartimento (Morro do Trinchet) a leste e o complexo do Jatobá (que inclui a Serra do Alemães) a norte. Três superfícies principais caracterizam o relevo regional, a superfície de cimeira 900m (I), intermediária 700m (II) e o piso da depressão 470m (III), duas transições entre essas unidades funcionam como barreiras naturais ao deslocamento dos particulados. A primeira barreira orográfica (A) caracteriza-se por um desnível de 230 metros entre o piso da Depressão do São Francisco (470 m) e a superfície intermediária (700m). A segunda barreira (B) compreende um desnível de 200 metros que define a transição da superfície intermediária para o patamar superior (Superfície I) composto pelos residuais e escarpas erosivas que bordejam as chapadas tabulares (900m). Assim, tem-se as barreiras A e B com sua base nas cotas médias de 600m e 800m de altitude, respectivamente. A partir deste contexto geomorfológico e do comportamento dos particulados definiu-se um primeiro corredor geomorfológico NE-SW onde ocorre a circulação de 45,4% do fluxo com direção preferencial para SW e SSW numa distância média de 10km. O segundo, a oeste, de direção E-W, compreende uma área rebaixada (750m), localizada entre o limite norte do Chapadão dos Gerais (880m) e sul da Serra dos Alemães (870), onde as menores altitudes favoreceram a movimentação dos particulados a oeste alcançando as distâncias máximas. RIBEIRO (2009:25) coloca que a presença de elementos urbanos (e.g., edifícios e casas), assim como naturais (e.g., árvores e morros) ocasiona mudanças na direção e velocidade do vento, pois quando o vento encontra um bloqueio, ele é desviado de seu fluxo normal tendendo a fluir pelas laterais e por cima da estrutura. Para CHEREMISINOFF (2002,

# CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA - MG.

295) o entendimento do comportamento de uma pluma, além das variáveis numéricas, depende das circunstâncias locais como rugosidade do terreno e variação dos efeitos orográficos e por essa razão o problema da determinação da ascensão de uma pluma é particularmente difícil. Neste sentido, os compartimentos geomorfológicos locais atuam como barreiras naturais à circulação dos particulados mantendo a pluma na área de vale do baixo curso dos afluentes do Rio São Francisco. A grande distância alcançada pela pluma e sua direção preferencial indicam as áreas que podem apresentar riscos ambientais relacionados à deposição de particulados. No entanto, deve-se considerar que além das variáveis apresentadas, fatores como volume da emissão, altura da pluma formada assim como a velocidade do vento no momento em que a imagem foi obtida podem ter contribuído para movimentação.

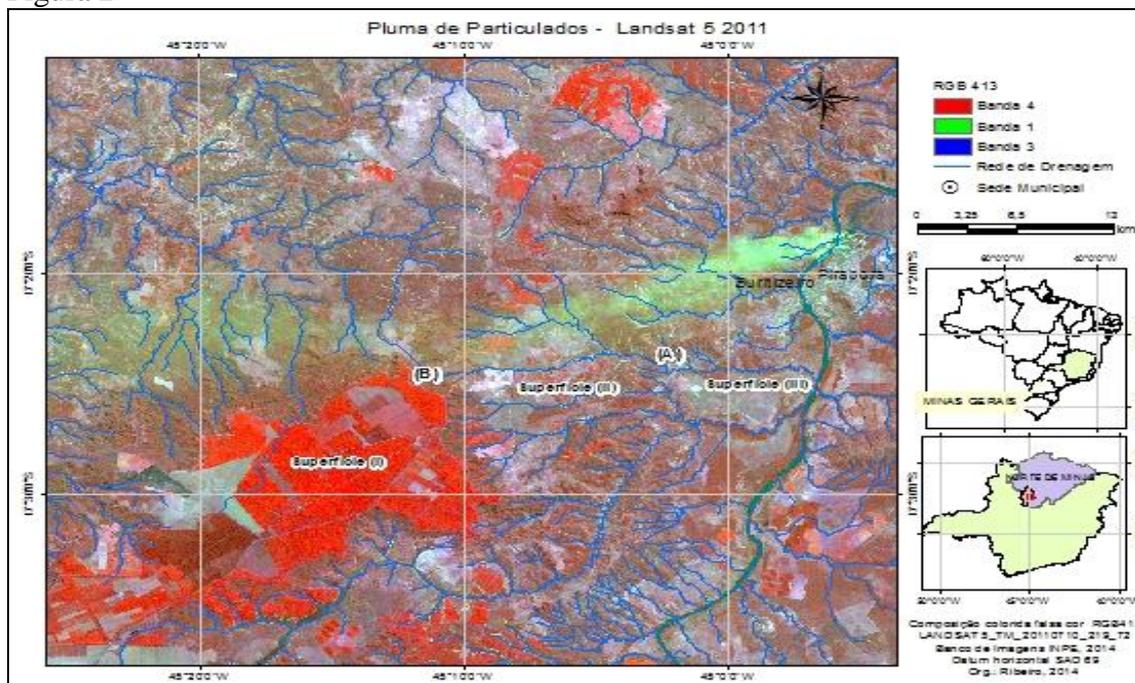
Figura 1



Unidades Geomorfológicas (Superfície I, II e III) e as barreiras Orográficas (A e B): condicionantes da circulação dos particulados.

# CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA - MG.

Figura 2



Circulação dos particulados: direção inicial para SW e a Barreira Orográfica B.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O histórico da circulação dos particulados atmosféricos observado nas imagens de satélites demonstrou uma direção preferencial que ocorre sob dois condicionantes geomorfológicos. As barreiras orográficas associadas à direção e velocidade do vento caracteriza um sistema de transporte a oeste em uma distância superior a 100km em 2011. O conhecimento da direção preferencial, abrangência e deposição dos particulados atmosféricos fornecem informações que poderão ser utilizadas em estudos dos compartimentos ambientais afetados, direcionando, por exemplo, a escolha dos locais de amostragem. A distância média alcançada pelos particulados indica a área onde a deposição é mais constante e em maior quantidade, podendo levar a maiores impactos a qualidade ambiental. Estudos detalhados das condições da atmosfera associados aos dados da fonte de emissão e imagens específicas do período poderão fornecer informações mais detalhadas sobre o comportamento dos particulados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

- ALMEIDA-FILHO, R. "Um sistema brasileiro de sensoriamento remoto orbital dedicado à questão das queimadas?" Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 de Abril, INPE, 2003: 2409-2414.
- CHEREMISINOFF, P N. Handbook of Air Pollution Prevention and Control. Woburn: Butterworth-Heinemann, 2002.

CORREDORES GEOMORFOLÓGICOS E A CIRCULAÇÃO DOS  
PARTICULADOS ATMOSFÉRICOS DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PIRAPORA  
- MG.

- PEREIRA, M. C., e A. W. SETZER. Detecção de queimadas e plumas de fumaça na Amazônia através de imagens de satélites NOAA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 4. (SBSR), 1986, Gramado. Resumos... São José dos Campos: INPE, Jun, 1986, 51p., v. 1, p. 206. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00048-5. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/34Q3DC5>>. Acesso em: 15 jul. 2014. de 1986.
- RIBEIRO, L. A. A. Procedimento de Determinação dos Coeficientes de Dispersão Atmosférica do Modelo Gaussiano através de Análise Fotográfica de Plumaz de Fumaça. Rio de Janeiro: Dissertação (mestrado) - Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro, 2009. Orientador: Prof. Sérgio Gavazza - Ph.D. 116 f., 2009.