

Uso de imagens hyperion e dados de espectroscopia para caracterização de poluentes traços provenientes da indústria fabril de fertilizantes na cidade de Rio Grande, RS

Miguel da Guia Albuquerque¹
Jean Marcel de Almeida Espinoza¹
Sílvia Beatriz Rolim²
André Bilibio Westphalen^{1,2}
Maurício Soares Ortiz¹
Jefferson Rodrigues dos Santos¹
Tiago Borges Ribeiro Gandra¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Câmpus Rio Grande - IFRS

CEP 96.201-460 – Rio Grande - RS, Brasil
migueldaguia@gmail.com; {jean.espinoza, mauricio.ortiz, tiago.gandra, jefferson.santos}@riogrande.ifrs.edu.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

CEP 90.040-060 – Porto Alegre - RS, Brasil
silvia.rolim@ufrgs.br; andre.westphalen@riogrande.ifrs.edu.br

Abstract. This paper aims characterized in the quantification of the air pollutants from fertilizer industry, in Rio Grande, south of Brazil. From samples collected in situ, radiometric data and hyperspectral imaging was possible quantify the regions which showed the largest precipitation of pollutants from the production of fertilizers. Using distributed points from the prevailing direction of the winds in the city of Rio Grande, it was possible to create buffers away, which served as the basis for sampling. In the laboratory, samples were dried and analyzed in equipment Fieldspec 03, where it was possible to characterize the spectral signatures of the compounds present in soil samples. These signatures were compared with signatures obtained from the database of the USGS, and the images were subsequently crossed with the images of the hyperion sensor. For soil samples, the values of sulfate, these results comprise a range 0.004-0.077 mEq. The lowest concentrations were cataloged NW of Rio Grande and in some localities the SW of the city industrial district. To the nitrate concentration, the highest percentages were cataloged in most of the urbanized area. The range of nitrate concentration was approximately 0.010-0.092 mEq. The concentrations of nitrates and sulfates, obtained by hyperion images showed maximum values of 0.092mEq and 0.338 mEq, respectively. For both pollutants, the regions with the highest concentrations area also located in the NW region of the industrial district of Rio Grande. Both samples showed a correlation of 76% with respect to pollutant concentration.

Palavras-chave: Fildspec, air pollutants and remote sensing.

1. Introdução

Fertilizantes ou adubos podem ser caracterizados como sendo compostos químicos que suprem a deficiência de substâncias vitais à sobrevivência dos vegetais, de forma a auxiliar na melhora da produção. Entre os anos de 1970 e 2010, o consumo de fertilizantes no Brasil passou de 958 mil toneladas para 7,77 milhões (Nicoletta et al., 2005). Em um cenário regional, a cidade do Rio Grande, situada no extremo sul do Brasil, tem se destacado no cenário nacional pelo desenvolvimento do seu parque industrial cuja atividade ocorre desde as primeiras décadas do século XX, tendo recebido algumas das primeiras plantas produtoras do território nacional. De acordo com o IBGE (2011), a localidade é uma das grandes responsáveis pelo abastecimento do mercado regional, e grande parte do mercado nacional de fertilizantes. Esta alta produtividade é acompanhada de uma significativa geração de resíduos sólidos particulados por parte das indústrias, os quais podem apresentar periculosidade efetiva ou potencial à saúde humana, ou gerar impactos ao meio físico, biológico e socioeconômico.

Os principais fatores que influenciam o transporte e a dispersão atmosférica de poluentes são a direção e velocidade do vento, a estabilidade atmosférica, a intensidade da inversão da camada limite e movimento vertical devido aos sistemas de pressão (Paz, 2004). Parte da poluição transportada através dos ventos é depositada a grandes distâncias, dependendo das condições meteorológicas atuantes na região. O município de Rio Grande está situado na planície costeira sul do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O clima local é caracterizado como tropical temperado, de muito úmido a subúmido, com presença de chuvas abundantes e quase sem um período seco ao longo de um ano normal (Sá, op. cit). A localidade estudada situa-se junto ao distrito industrial da cidade, onde estão inseridas as indústrias de fertilizantes. A partir do exposto, o presente estudo visa mostrar a capacidade do sensoriamento remoto em espacializar e mensurar a dispersão e concentração de poluentes característicos da atividade fabril de fertilizantes na cidade do Rio Grande.

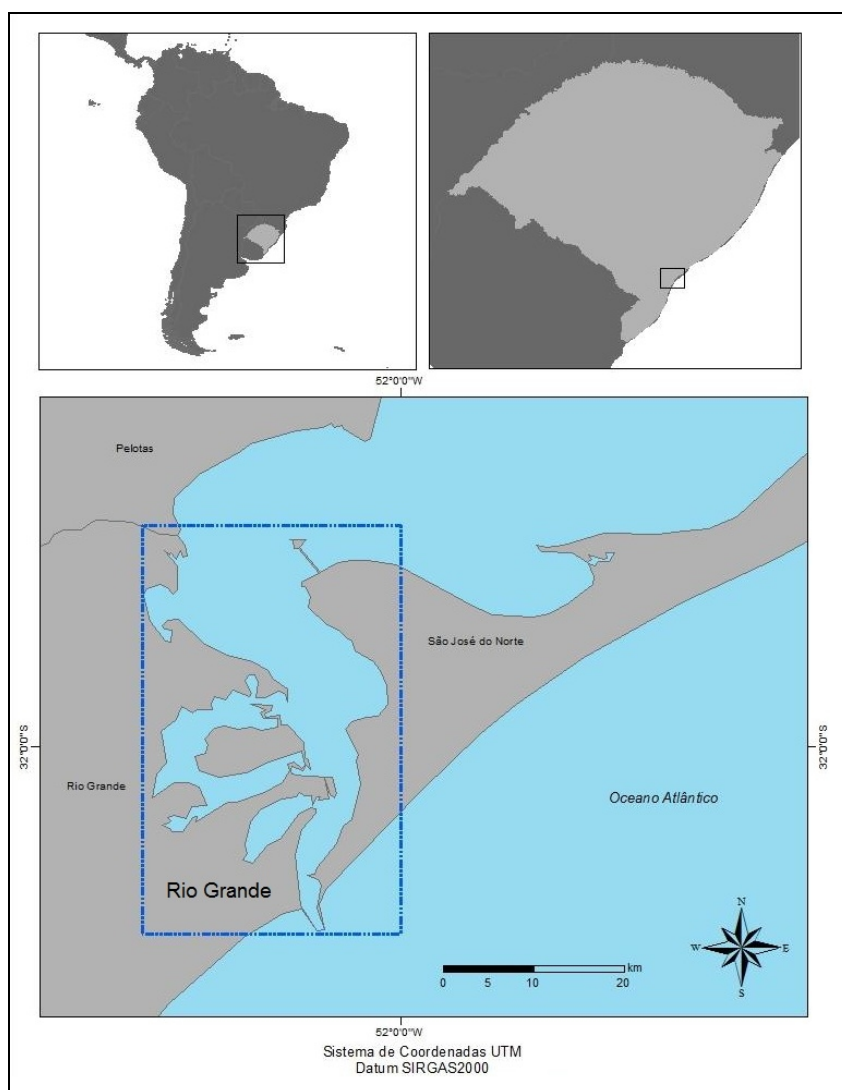


Figura 1: Localização da área de estudo.

2. Metodologia

Inicialmente foi realizada uma delimitação das tipologias de poluentes produzidos pela indústria de fertilizantes. Para esse estudo foram investigados traços de sulfatos e nitrato, os quais também foram catalogados por Sá (2005), para o entorno do setor industrial do Rio Grande. Os sulfatos são caracterizados por formar compostos químicos salinos e ácidos, como o ácido sulfúrico. Eles também representam uma das formas de apresentação do enxofre na

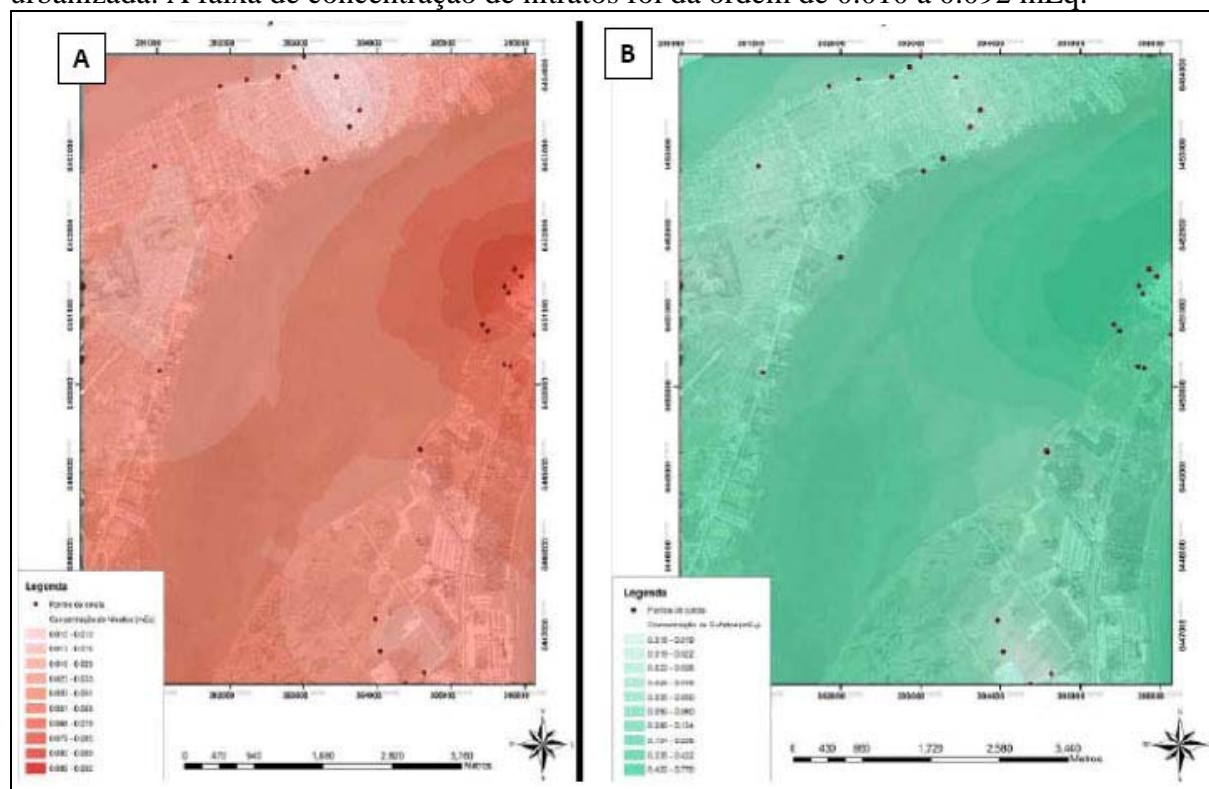
natureza, e é um dos responsáveis pela formação de chuva ácida. Os nitratos são caracterizados pela realização de ligações iônicas na formação de sais, e ligações covalentes na formação de ácidos.

Em campo foram coletadas amostras de solo superficial para identificação dos poluentes presentes e a quantificação dos mesmos. Para determinação dos pontos de coleta utilizou-se um *shape* dos polígonos das indústrias de fertilizantes, onde foram definidos *buffers* de distancia, espacializados a 50, 100, 500, 1000, 3000, e 5000 m das empresas. Junto a esses *buffers* foram confeccionados vetores com orientação igual à direção e sentido do vento predominante na cidade do Rio Grande, seguindo as normais climatológicas da localidade.

Em laboratório, as amostras de solo passaram pelo processo de secagem em estufa e, posteriormente, foram submetidas a análises espectrais com um de um radiômetro FieldSpec 03 do Laboratório de Espectroscopia da UFRGS, o qual abrange uma porção espectral de 350 a 2500 nm. De posse das assinaturas espectrais, estas foram incorporadas as imagens Hyperion de forma a se obter a classificação desses poluentes, através de uma escala de cores, nas imagens. A representação das concentrações dos poluentes concentrados no solo, nas imagens hyperion, foi feitas a partir de uma classificação das assinaturas espectrais, utilizando a classificação de espectros SAM (*Spectral Angle Mapper*) e cruzamento com dados de campo. Essa técnica torna possível a identificação de similaridade entre o espectro de um elemento da imagem e um espectro de referência (Kruse et al., 1993).

3. Resultados e Discussão

Para as amostras de solo (Figura 2), os valores de sulfato, os resultados encontrados compreendem um intervalo de 0.004 a 0.077 mEq (milha equivalente, representa uma miligrama por litro). As menores concentrações foram catalogadas a NW do município do Rio Grande e em algumas localidades a SW do distrito industrial do município. Para a concentração de nitratos, os maiores percentuais foram catalogados na maior parte da área urbanizada. A faixa de concentração de nitratos foi da ordem de 0.010 a 0.092 mEq.



Para realização das estimativas de concentrações através das imagens Hyperion (Figura 3) foi realizada uma calibração das cenas utilizadas e a correção atmosférica para as mesmas. As concentrações de poluentes foram expressas em um único tom de cor, de modo que os locais que não possuem essa representação constituem aqueles que não apresentam valores significativos de concentrações tanto para nitratos quanto para sulfatos. As concentrações de nitratos, obtidas pelas imagens hyperion, apresentaram valores máximos de 0.092 mEq. Já para os sulfatos, o valores não ultrapassaram 0.338 mEq. Para ambos os poluentes, as regiões que apresentaram as maiores concentrações também estão situadas a NW do distrito industrial de Rio Grande. Quando comparado os dados obtidos em campo com as informações extraídas das imagens hyperion, estes apresentaram uma correlação de 76%, no que diz respeito a concentração de poluentes.



Figura 3: (a) Presença significativa de nitratos a partir das imagens hyperion; (b) Presença significativa de sulfatos a partir das imagens hyperion;

4. Conclusões

O método aqui apresentado se mostrou eficaz para o monitoramento e controle da concentração de contaminantes no solo. Para a cidade do Rio Grande, os resultados se mostraram satisfatórios levando-se em consideração que a localidade possui pouca cobertura vegetal. A grande disseminação de alguns dos contaminantes, em especial os sulfatos, expõe a condição de risco ao qual a população se encontra. A localização das empresas encontra-se em um local tido como negativo, em termos estratégicos, tendo em vista que as maiores concentrações dos poluentes expelidos pelas indústrias se depositam nas áreas de maior concentração urbana.

Os produtos oriundos de imageamento hiperespectral em consonância com os dados de radiometria obtidos das amostras coletadas in situ, tem destacado a correlação entre esses diferentes métodos no monitoramento da dispersão de poluentes, bem como os locais de

deposição desse material particulado. Dessa forma, uma melhor acurácia dos métodos aqui apresentados são de grande importância para o aperfeiçoamento dessa técnica, em especial para áreas que venham a apresentar uma maior cobertura vegetal.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Espectroscopia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na figura da Dra. Silvia Rolim, pela disponibilidade no uso do equipamento espectroradiômetro e ao CNPq pela concessão dos recursos financeiros para execução do presente estudo (Processo CNPq nº 404209/2013-0).

6. Referências

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=481&id_pagina=1. Acessado em 01 de dezembro de 2011.

Kruse, F.A.; Calvin, W.N.; Seznec, O. Automated extraction of absorption features from airborne visible/infrared imaging spectrometer (AVIRIS) and geophysical environmental imaging spectrometer (GERIS) data. In: Airborne Visible/ Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) Performance Evaluation Workshop, 62-75, 1988. Proceedings...JPL Publication 88-38. 1988.

Nicolella, A. C.; Dragone, D. S.; Bacha, C. J.C. Determinantes da demanda de fertilizantes no Brasil no período de 1970 a 2002. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n 1, p. 81-100, 2005.

Paz, S. R. **Simulação numérica da atmosfera utilizando modelo digital de superfície para o estudo de dispersão de poluentes na região de Candiota**. 2004. 000 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

Sá, S. S. **Caracterização geoquímica das precipitações atmosféricas do município de Rio Grande, RS**. 2005. 000 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 2005.