

## **AValiação DOS EFEITOS DAS QUEIMADAS NA ATMOSFERA DE RIO CLARO-SP – ANÁLISE DE NO<sub>x</sub> E ESPALHAMENTO**

**MOLLMANN JUNIOR, Ricardo Antonio<sup>1</sup>; RIBEIRO, Bruno Zanetti<sup>2</sup>; MARIANO, Glauber Lopes<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universidade Federal de Pelotas(UFPEL), Faculdade de Meteorologia, Pelotas, RS.,  
mollmann\_r@hotmail.com<sup>1</sup>, brunozr@gmail.com<sup>2</sup>

### **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil é, desde o período colonial, um dos principais produtores de cana-de-açúcar. Hoje, além de ser o principal país no cultivo desta cultura, é também o maior produtor de açúcar e etanol. O Estado de São Paulo é o maior destaque na produção da cultura, e devido a sua produtividade e segurança, a colheita é feita após a queima dos canaviais (Ministério da Agricultura, 2011)

De acordo com a Lei de Beer, quando um feixe monocromático de radiação solar atravessa um meio absorvente o mesmo é atenuado. Essa atenuação pode ocorrer através da absorção ou por espalhamento (Mariano, 2010). As plumas de queimadas, devido aos gases e particulados presentes na mesma, afetam tanto a absorção quanto o espalhamento da radiação.

Este estudo tem como intuito analisar o impacto de queimadas na Região de Rio Claro-SP, que está situada em 47,56° S e 22,41°O. Foram analisadas concentrações máximas e médias de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e espalhamento em 550nm no período de coleta de dados, de 25 de junho de 2009 a 9 de setembro de 2009.

A escolha da análise dos óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), que neste estudo consiste do óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), é devido ao mesmo ser um gás proveniente da emissão de automóveis e da queima de matéria orgânica, como por exemplo da cana-de-açúcar (Freitas, 2005). A análise do espalhamento em 550nm deve-se ao fato desse comprimento de onda ser mais afetado por aerossóis, como os emitidos através da queima de material orgânico.

### **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A Cidade de Rio Claro, com cerca de 186 mil habitantes, está localizada no Centro-Leste do estado de São Paulo e apresenta um clima tropical com duas estações típicas, seca no inverno e úmida no verão. Rio Claro possui um território de 498,707 km<sup>2</sup>, sendo que cerca de 22 mil hectares do município são ocupados por cana-de-açúcar, ou seja, aproximadamente 45% da área do município (Pilachevsky, 2011).

Devido aos baixos índices de umidade relativa durante o período diurno, é usual que as queimadas de cana-de-açúcar sejam iniciadas no final da tarde e/ou começo da noite, e em muitos casos se prolongando pela madrugada (Figura 1a). Entretanto, os dados de NO<sub>x</sub> e o espalhamento em 550nm foram medidos continuamente durante todo o período da campanha de coletas de dados, com valores médios a cada 1min.

Entre 25 de junho de 2009 e 9 de setembro de 2009 foi realizada uma campanha de coleta de dados em Rio Claro-SP sendo utilizado, além de outros instrumentos, analisadores ECOTECH de gás e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), (Figura 1b), além da utilização de Nefelômetro Aurora de simples espalhamento em 550nm,

para medir a luz espalhada de uma amostra de ar em superfície. As características dos analisadores de gases são mostradas na Tabela 1.



(a)



(b)

Figura 1 – Queimada de cana-de-açúcar em Rio Claro-SP (a) e amostradores de gases utilizados na campanha (b).

Tabela 1 - Informações referentes aos analisadores de gases utilizados em Rio Claro – SP durante a campanha de coleta de dados.

-	NOx	Espalhamento
Método	Quimiluminescência de gás-fase	Nefelômetro Aurora de Simplex Espalhamento em 550nm
Ranges	0-20 ppm	-
Noise	<0,2 ppb	-
Tempo de Resposta	15s para 95s	Tempo Real
Unidade de Concentração	ppb (parte por bilhão)	Mm <sup>-1</sup> (megametro = 10 <sup>6</sup> )

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra que as médias diárias de concentrações, do espalhamento em 550nm (figura 2a) e óxidos de nitrogênio (NOx) (figura 2b), estão com um comportamento similar, ou seja, as medidas apresentam correlações de acordo com o dia. Observa-se os valores das médias diárias de concentração de NOx e espalhamento no dia 04/7 com os valores de 52,46 ppb e 165,99 Mm<sup>-1</sup>, respectivamente, o que pode representar a presença de queima de biomassa próximo a região de medida.

A análise do dia 16/7 mostra altos valores para NOx (51,03 ppb) enquanto que o espalhamento não apresenta valores tão elevados (119,60 Mm<sup>-1</sup>). Isso pode ser devido ao fato de que a natureza do espalhamento em 550nm está relacionada à presença de material particulado e o mesmo possui maior concentração próxima a fonte emissora. Dessa maneira, a presença de picos somente de NOx, pode ser compreendida como um indicativo de impactos de plumas de queimadas mais distantes do local de medida.

Da mesma forma é visto no dia 23/8 que o valor de NOx obteve um nível alto (45,72 ppb) se comparado ao do espalhamento (48,98 Mm<sup>-1</sup>), o que novamente

relaciona-se possivelmente ao fato da pluma de queimada estar mais distante do local de medida.

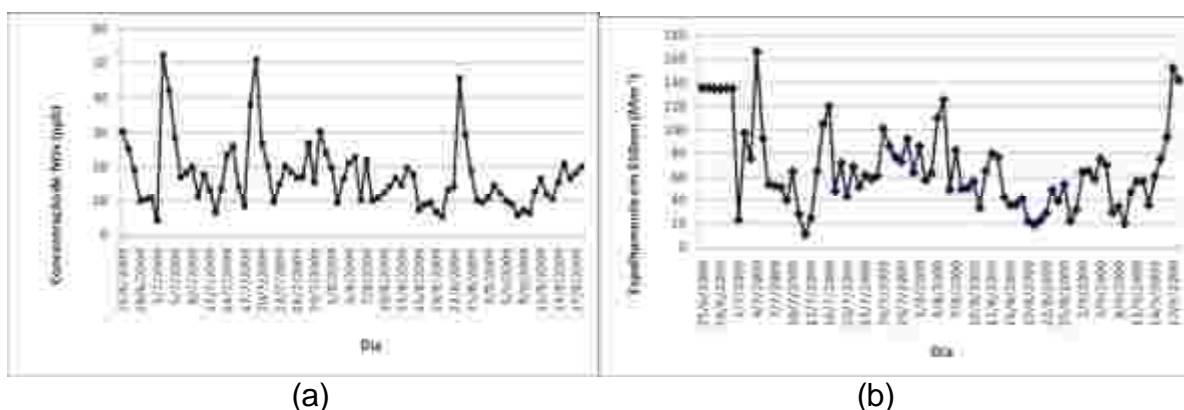


Figura 2 - Média diária da concentração de NOx (a) e Espalhamento (b).

Na Figura 3a e 3b são mostrados os valores máximos diários de concentração de NOx e espalhamento em 550nm, respectivamente. No gráfico do espalhamento (Figura 3b), são vistos altos valores no período da coleta de dados, mas estes picos não persistem, isto é, não mantêm seus valores constantes. Este fato pode ser devido ao espalhamento estar ligado a presença de material particulado causada pela queima da cana, e estes picos possivelmente foram dos dias em que a queima foi mais próxima ao local de medição em comparação aos outros dias.

Para o caso do NOx (Figura 3a) é observada uma situação diferente, pois o NOx é um poluente que está sendo emitido com maior frequência na atmosfera por ser oriundo da queima de combustíveis fósseis, ou na queima de biomassa (cana-de-açúcar). Portanto, o gráfico para o NOx possui picos máximos em função de queimadas na região, e possivelmente se somam à emissão de combustíveis fósseis, aumentando a concentração de NOx.

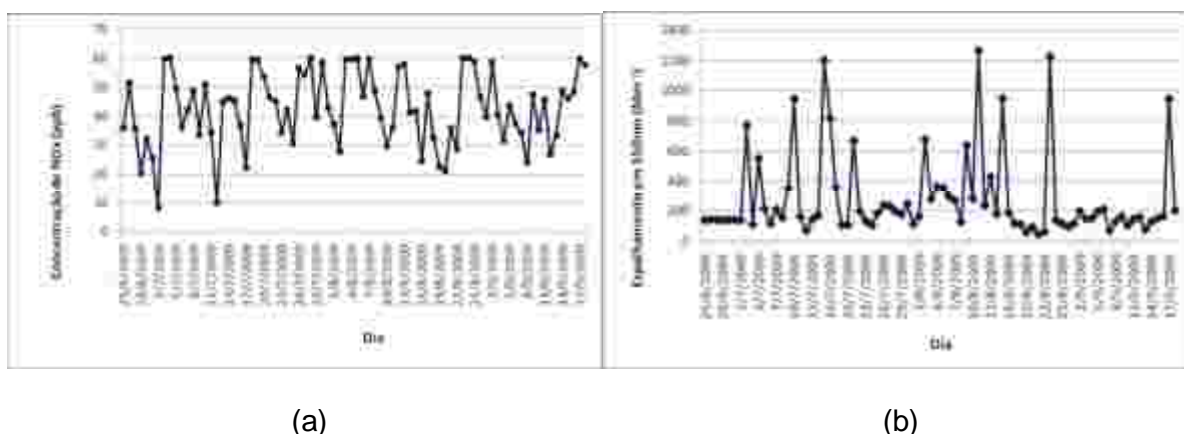


Figura 3 – Máxima Diária da concentração de NOx (a) e Espalhamento (b).

Na análise do dia 01/7, os valores de concentrações máximas de NOx (8,1 ppb) e de espalhamento (134,44 Mm<sup>-1</sup>), estão com proporções diferentes, possivelmente em função da distância do local da queimada ao da coleta de dados, e pela dispersão rápida do gás NOx, com baixos valores máximos. Para o espalhamento, é provável que o material particulado encontrado na atmosfera de Rio Claro não esteja relacionado a queimada, dessa forma é notado um alto valor de

Espalhamento, que não é encontrado no NO<sub>x</sub>, de forma que essa hipótese não pode ser confirmada.

No dia 23/8, foram encontrados os maiores valores de concentrações máximas de NO<sub>x</sub> e espalhamento, 60 ppb e 1223,3 Mm<sup>-1</sup>. Possivelmente isto ocorreu porque o local da queima estava próximo ao local onde se encontravam os analisadores.

#### 4 CONCLUSÃO

A análise das concentrações de NO<sub>x</sub> e do espalhamento mostra que as duas variáveis apresentam picos durante o período de estudo, tanto na média diária das concentrações, quanto a concentração máxima diária. Em alguns casos, o pico de espalhamento ocorre simultaneamente ao pico de concentração de NO<sub>x</sub>, como no dia 04/07. Nos dias com esse comportamento possivelmente ocorreu uma queimada próxima a região onde estavam instalados os equipamentos, pois a pluma alcançou ambos os sensores de medição.

Nos dias 16/07 e 23/08 houve picos de concentração de NO<sub>x</sub>, porém o espalhamento não apresentou grande variação. Isto pode ser indicativo de que o foco da queimada estivesse longe dos equipamentos que fizeram as medidas, resultando em uma concentração de NO<sub>x</sub> alta sem haver a presença de material particulado. Isto ocorre devido ao fato de que o material particulado é depositado mais próximo a fonte emissora se comparado aos gases emitidos, como NO<sub>x</sub>.

Com isso conclui-se que as concentrações de NO<sub>x</sub> não são representativas se analisadas isoladamente para identificar dias em que ocorreram queimadas na região avaliada.

Para dar continuidade a essa pesquisa serão avaliados posteriormente outros gases medidos durante a campanha de coleta de dados em Rio Claro-SP.

#### 5 REFERÊNCIAS

FREITAS, Saulo R.; LONGO, Karla M.; SILVA DIAS, M. A. F.; SILVA DIAS, P. L. **“Emissões de queimadas em ecossistema da América do Sul”**, Estudos Avançados (53), 167-185, 2005

MARIANO, Glauber Lopes. **“EFEITOS DAS QUEIMADAS NA ATMOSFERA DO ESTADO DE SÃO PAULO - ANÁLISE DE FONTES PRÓXIMAS E DISTANTES ATRAVÉS DE LIDAR”**. 2010. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 30 de Março de 2010.

Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 17 Ago. 2011.

PILACHEVSKY, Tatiana.; PINTO, Sergio dos Anjos Ferreira.; **“Avaliação da distribuição da cultura de cana-de-açúcar no município de Rio Claro (SP) por meio de geotecnologias” Anais em XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0623**