

ISSN 2236-0476

USO DE AMOSTRADORES PASSIVOS PARA AVALIAR A QUALIDADE DO AR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

Ezequiele Backes¹, Aline Cattaneo², Juliano Gheno³, Daniela Montanari Migliavacca Osorio⁴ e Ledyane Dalgallo Rocha⁵

1 – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, ezequielebackes@hotmail.com; 2 – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, alinecattaneo@hotmail.com; 3 – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, jgheno@hotmail.com; 4 – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, danielaosorio@feevale.br; 5 Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, ledyane@gmail.com

Introdução

O rápido crescimento da urbanização e o desenvolvimento acelerado da industrialização contribuem para que as emissões antrópicas favoreçam significativamente para o aumento da poluição atmosférica. Essas emissões podem ser identificadas pela alta concentração urbana e industrial ocasionando a poluição dos recursos ambientais (MIGLIAVACCA, 2009).

A principal fonte emissora do dióxido de enxofre (SO₂) na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis como carvão, óleo combustível e óleo diesel. Estudos apontam que concentrações de SO₂ acima do padrão da qualidade do ar agravam doenças respiratórias e contribuem para seu desenvolvimento. Além de prejudicar as plantas e a saúde dos seres humanos, o SO₂, juntamente com óxidos de nitrogênio, é um dos principais causadores da chuva ácida, fenômeno que pode ocasionar danos em construções e estruturas, além de ser prejudicial à saúde humana e causar grandes impactos no meio ambiente (CASTRO, 2003; ANDRADE, 2008).

Uma forma de avaliar os riscos ecológicos para a enxofre na atmosfera foi estudado por Rodrigues (2009), que através da taxa de sulfatação classificou o teor de poluição referente à taxa de sulfatação (SO₃) classificando da seguinte forma: risco baixo se refere aos valores menores que 0,016 mgSO₃ dm⁻² dia⁻¹; o risco médio compreende os valores entre 0,016 e 0,047 mgSO₃ dm⁻² dia⁻¹; e os valores de alto risco são acima de 0,047 mgSO₃ dm⁻² dia⁻¹.

O principal objetivo deste estudo é avaliar a taxa de sulfatação presente na atmosfera através da utilização de amostradores passivos, uma técnica que não utiliza energia elétrica, é menos complexa para avaliar a qualidade do ar e possui um desenvolvimento de metodologia de baixo custo. Esta avaliação ocorre em locais urbanos e rurais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS.

Materiais e Métodos

ISSN 2236-0476

Área de Estudo: compreende os municípios de Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Ivoti, localizados na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), e os municípios de Caraá, Taquara e Campo Bom, situados na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. A RMPA corresponde a 1,5% da área total do Estado, possuindo cerca de 1.200.000 habitantes, uma densidade populacional de 300 hab./km² e possui o mais importante eixo rodoviário do estado, representado pela BR 116. Esta rodovia, terceira rodovia federal com mais fluxo de veículos do Brasil, recebendo uma média mensal de 1,8 milhões de veículos, conforme levantamento realizado pela Polícia Rodoviária Federal. Além do impacto das emissões veiculares na área de estudo existem muitas empresas com maior e menor potencial poluidor, como empresas petroquímicas, cimenteiras, bebidas, metalúrgica e alimentícia, todas de grande porte, e que estão instaladas nas proximidades da BR 116. A Tabela 1 apresentando os locais de monitoramento para a taxa de sulfatação na área de estudo. Os locais de amostragens foram divididos em: urbano (área de influência da BR 116 e fontes industriais) e rural (considerada área sem influência urbana e industrial).

Tabela 1. Pontos de coleta para taxa de sulfatação – área urbana e rural – Bacia do Rio dos Sinos.

Área	Município	Localização	Coordenadas Geográficas	Observações
Urbana (BR 116)	Canoas	Avenida Inconfidência	29°55'39.4" S 51°10'38.7" W	Alto fluxo veicular; ponto de lentidão de trânsito.
		REFAP	29°52'11.5" S 51°10'47.8" W	Proximidade com empresa Petroquímica; Vegetação próxima.
	Esteio	Votorantin	29°50'21.4" S 51°10'32.9" W	Proximidade com empresa Cimenteira.
	Sapucaia	Ambev	29°48'56.6" S 51°10'09.0" W	Proximidade com sinaleira na via; Proximidade de Metalúrgica.
	São Leopoldo	Viaduto Unisinos	29°47'20.9" S 51°09'48.5" W	Alto fluxo veicular.
		Bairro Campina	29°44'41.6" S 51°09'05.0" W	Alto fluxo veicular; Parada de ônibus no local.
		Sharlau	29°43'49.7" S 51°08'56.5" W	Alto fluxo veicular. Sinaleira próxima na via; Parada de ônibus no local.
	Novo Hamburgo	RS 239	29°43'49.7" S 51°08'56.7" W	Alto fluxo veicular.
	Ivoti	Ivoti	29°37'29.2" S 51°09'08.7" W	Fluxo normal de veículos; Vegetação próxima.
Rural	Campo Bom	Trecho inferior da bacia do Rio dos Sinos	29°40'54" S 51°03'35" W	Vegetação próxima; Baixo fluxo veicular.
	Taquara	Trecho médio da bacia do Rio dos Sinos	29°40'46,8" S 50°45'57,0" W	Vegetação próxima; Animais próximos.
	Caraá	Trecho superior da bacia do Rio dos Sinos	29°42'25,0" S 50°17'27,8" W	Vegetação próxima Baixo fluxo veicular.

ISSN 2236-0476

Coleta e Análise: Para avaliar a taxa de sulfatação presente na atmosfera, realizaram-se coletas no entorno da BR 116, em na área rural de Caraá, Campo Bom e Taquara. Foram realizadas 5 coletas, no período de agosto a dezembro de 2012, com exposição entre 27 e 44 dias.

A técnica da coleta do SO₂ atmosférico é realizada através de pequenas placas cilíndricas passivas de polietileno (placa de Petri), em que numa das extremidades é inserido um filtro de fibra de vidro com diâmetro de 47 mm, o qual é protegido por uma tela para impedir a sua eventual queda e a outra extremidade permanece aberta à atmosfera para a coleta do SO₂. Os filtros utilizados são microfiltros de fibra de vidro, marca Micropore, impregnados com solução de carbonato de potássio 30% (K₂CO₃), os quais permanecem 24 horas em estufa a temperatura de 60°C. Após este período são colocadas em campo para exposição, cujo período de exposição é em torno de 30 a 45 dias.

Após a retirada em campo das amostras, as mesmas são analisadas no Laboratório da Central Analítica da Universidade Feevale. O filtro é retirado da placa de Petri e preparado para análise. As leituras das soluções, preparadas a partir dos filtros expostos, são realizadas em espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV-1650, em 500nm contra uma solução de branco. Uma curva de calibração com padrão de sulfato de sódio anidro (0,01 a 5,00 mg L⁻¹) é utilizada para relacionar a massa de sulfato com a absorbância.

Resultados e Discussões

As condições meteorológicas são informações úteis para que se faça uma boa interpretação do monitoramento da qualidade do ar, pois elas nos auxiliam na interpretação de dados sobre a dispersão dos poluentes de uma determinada região. Para esta pesquisa foram utilizados os parâmetros meteorológicos de precipitação, umidade relativa e temperatura do ar. Os dados foram obtidos junto a Estação do INMET, 8º Distrito de Meteorologia. O banco de dados consultado foi de 15/08/2012 a 18/11/2012, com intervalo de tempo de 60 minutos. A partir desses dados foram organizados valores médios, mínimo e máximo para temperatura, umidade relativa valor médio e a precipitação atmosférica o valor acumulado para os períodos de exposição da taxa de sulfatação.

A Tabela 1 apresenta os dados meteorológicos do período estudado, observa-se que a maior taxa de precipitação foi no período de agosto e dezembro de 2012. Quanto à umidade relativa os meses de outubro e novembro apresentaram os menores valores, correspondentes aos meses com menor volume de precipitação. As temperaturas média e máxima apresentaram-se constantes durante o período avaliado, porém a temperatura mínima foi menor nos meses de agosto e setembro/2012 (inverno).

ISSN 2236-0476

Tabela 1: Dados meteorológicos do período estudado – Agosto-Dezembro/2012.

Mês	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação acumulada (mm)	Umidade Relativa do Ar (%)
Ago/12	21,4	34,0	8,8	324	80
Set/12	20,3	36,0	7,7	81	70
Out/12	25,9	36,7	15	54	59
Nov/12	24,8	36,9	13,7	71	66
Dez/12	24,1	39,0	15,9	234	72

Fonte: INMET, 8º Distrito de Meteorologia.

A Figura 1 apresenta a taxa de sulfatação dos pontos estudados no período de agosto a dezembro de 2012. Durante o desenvolvimento deste trabalho verificou-se a presença de SO₂ atmosférico nos pontos estudados. A maior taxa de sulfatação foi observada no mês de outubro de 2012. O ponto que apresentou o valor mais elevado da taxa de sulfatação (0,125 mgSO₃ dm⁻² dia⁻¹) foi na Avenida Inconfidência na cidade de Canoas, identificando assim, a relação das fontes móveis com as emissões de poluentes atmosféricos, de acordo com as características do local indicadas na Tabela 1. E ainda, de acordo com a Figura 1, percebe-se que os menores valores da taxa de sulfatação foram os pontos de Caraá, Taquara e Campo Bom, isto porque são locais com vegetação e pouco trânsito de veículos, considerados pontos *background* da presença de emissões veiculares e industriais.

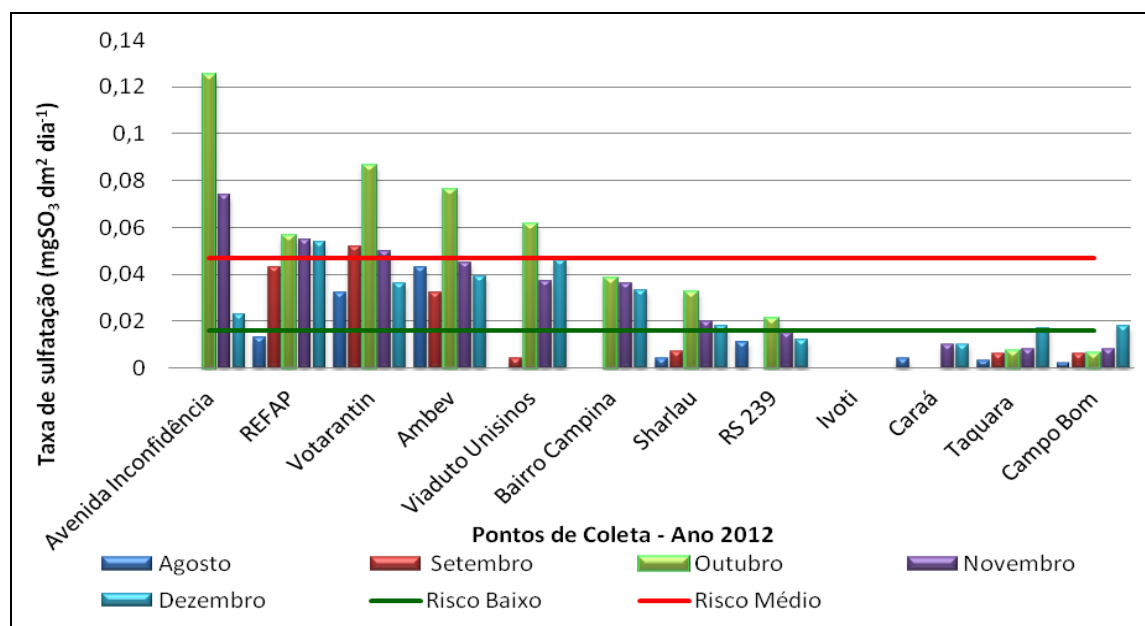


Figura 1: Taxa de sulfatação na Bacia do Rio dos Sinos – Agosto-Dezembro/2012.

ISSN 2236-0476

Nos pontos da BR 116 o período de outubro de 2012 foi o que apresentou os maiores valores da taxa de sulfatação. Comparando estes resultados com as condições meteorológicas, apresentados na Tabela 1 observa-se que neste mesmo período a umidade e a precipitação acumulada apresentaram os menores valores (54 mm e 59 % de umidade). O mês de agosto/2012 como apresentou a maior taxa de precipitação, e conseqüentemente a maior umidade relativa, os valores médios encontrados da taxa de sulfatação apresentaram-se abaixo do risco baixo ($0,016 \text{ mgSO}_3 \text{ dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), conforme Rodrigues (2009).

Para avaliar a relação dos dados meteorológicos com a taxa de sulfatação foi aplicada a correlação de Pearson, através do programa *SPSS for Windows V. 17.0*. A matriz de correlação pode ser observada na Tabela 2, onde é possível verificar uma correlação positiva entre a taxa de sulfatação e a temperatura mínima (0,924), porém uma correlação inversa com a umidade relativa do ar (-0,882). Estes dados apontam que a taxa de sulfatação está diretamente relacionada às condições meteorológica, onde a primavera/verão atuam como condições que favorecem uma maior acumulo de SO_2 na atmosfera perante o inverno/outono. Isto está diretamente relacionado às condições climáticas que favorecem a dispersão e/ou remoção dos poluentes na atmosfera, como baixa umidade e elevada temperatura e maior quantidade de precipitação (MIRANDA, 2002).

Tabela 2: Matrix de Correlação de Pearson aplicada aos dados de taxa de sulfatação e dados meteorológicos – agosto-dezembro/2012 – Bacia dos Sinos - RS

	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Precipitação Acumulada	Umidade Relativa	Taxa de Sulfatação
Temperatura Média	1,000					
Temperatura Máxima	0,557	1,000				
Temperatura Mínima	0,924	0,789	1,000			
Precipitação Acumulada	-0,380	-0,281	-0,202	1,000		
Umidade Relativa	Taxa de Sulfatação	-0,419	-0,552	0,885	1,000	
Taxa de Sulfatação	0,949	0,492	0,822	-0,575	-0,882	1,000

Valores em negrito correlação a nível de significância de 0,05

Conclusão

A determinação da taxa de sulfatação através do uso de amostrador passivo mostrou-se válida quanto à possibilidade de aplicação em novos pontos de monitoramento, o que pode auxiliar na avaliação de pontos suspeitos de poluição, em outras cidades e locais afastados. Logo, este tipo de amostrador foi eficiente na obtenção de resultados confiáveis.

Concluiu-se também que a meteorologia pode favorecer ou não a dispersão dos poluentes, e estes, por sua vez, podem ocasionar modificações climáticas tais como chuva

ISSN 2236-0476

ácida, efeito estufa, entre outras. Conclui-se, por fim, que há relação das fontes móveis com as emissões de poluentes atmosféricos, pois o ponto que apresentou valor mais elevado da taxa de sulfatação ($0,125 \text{ mgSO}_3\text{dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) foi o da Avenida Inconfidência, cujo local possui um fluxo intenso de veículos diariamente, inclusive com engarrafamentos e muita lentidão no local.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Feevale pelo aporte financeiro, ao CNPq e FAPERGS pelo auxílio com as bolsas de iniciação científicas.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, Maria de Fátima. **Poluição atmosférica**. Disponível em: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/legalcode_>. Acesso em 10 de janeiro de 2012

CASTRO, Hermano Albuquerque; GOUVEIA, Nelson; CEJUDO, José A. Escamilla. **Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 6, n° 2, p. 135-149, 2003.

MIGLIAVACCA, Daniela Montanari. **Estudo do processo de remoção de poluentes atmosféricos e utilização de bioindicadores na região metropolitana de Porto Alegre RS**. Tese de doutorado - Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2009. 182 p.

MIRANDA, Pedro. **Meteorologia e Ambiente**. Universidade Aberta, 1ª Edição. São Paulo, 2002.

RODRIGUES, Magali da Silva. **Modelo para análise de risco ecológico associado a emissões atmosféricas em ambientes industriais**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 123 pg.