

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

Aline Cattaneo (*), Daniela Montanari Migliavacca Osório, Ezequiele Backes, Juliano Gheno

* Universidade Feevale; e-mail: alinecattaneo@hotmail.com

RESUMO

O dióxido de enxofre (SO₂) na atmosfera, quando acima do padrão da qualidade do ar, é associado a doenças respiratórias, prejudicando a saúde dos seres humanos e também das plantas, além de ser um dos principais causadores da chuva ácida. Sua principal fonte emissora na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis como carvão, óleo combustível e óleo diesel. Este estudo tem por objetivo avaliar a taxa de sulfatação (SO₃) presente na atmosfera, através de amostradores passivos, na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. Esta avaliação ocorreu no período de agosto de 2012 a maio de 2013, sendo a área de estudo dividida em zona rural, representada pelos municípios de Caraá, Campo Bom e Taquara, e em zona urbana, que corresponde os municípios de Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo. A metodologia abrange a coleta do SO₂ através do amostrador passivo, o qual é constituído de pequenas placas cilíndricas de polietileno (placas de Petri), em que numa das extremidades é inserido um filtro de fibra de vidro com diâmetro de 47 mm após terem sido impregnados com solução de carbonato de potássio 30% permanecendo por 24 horas em estufa a 60°C. A exposição das placas ocorre entre 30 e 45 dias e 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 absorvância. Durante o desenvolvimento deste trabalho verificou-se a presença de SO₂ atmosférico nos pontos estudados, sendo obtida uma concentração média de 0,040 mgSO₃dm⁻²dia⁻¹ na área urbana e 0,010 mgSO₃dm⁻²dia⁻¹ na área rural, com valores mínimos de 0,01 mgSO₃dm⁻²dia⁻¹ e máximos de 0,141 mgSO₃dm⁻²dia⁻¹. A partir desses resultados pode-se concluir que há relação das fontes móveis com as emissões de poluentes atmosféricos, tendo em vista que o ponto que apresentou o valor mais elevado da taxa de sulfatação (0,141 mgSO₃dm⁻²dia⁻¹) foi o da Avenida Inconfidência, cujo local possui um fluxo intenso de veículos diariamente, inclusive com lentidão no trânsito.

PALAVRAS-CHAVE: Amostrador Passivo, Emissão Veicular, Qualidade do Ar, Taxa de Sulfatação.

INTRODUÇÃO

A atmosfera é responsável por manter um equilíbrio de todo o sistema terrestre. Sua estabilidade é de extrema importância para a vida do planeta, pois é ela que regula o clima e protege a superfície terrestre dos raios ultravioletas provenientes do sol. No decorrer do tempo, as atividades humanas e o desenvolvimento acelerado da industrialização têm provocado um aumento nas emissões de poluentes, causando um efeito prejudicial na composição do ar atmosférico. Essas emissões podem ser identificadas pela alta concentração urbana e industrial ocasionando a poluição dos recursos ambientais (GHENO, 2012).

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. A taxa de sulfatação também pode prejudicar as plantas, e o SO₂, juntamente com óxidos de nitrogênio, é um dos principais causadores da chuva ácida, fenômeno que pode ocasionar danos em construções e estruturas e prejudicar a saúde humana, além de 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 classificou o teor de poluição referente à taxa de sulfatação (SO₃) 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.

As condições meteorológicas também influenciam diretamente na quantidade de poluentes presentes no ar, os períodos com baixa umidade do ar e pouco vento dificultam a dispersão e levam a um aumento da concentração de alguns poluentes, entre eles, o dióxido de enxofre (MIRANDA, 2002).

Desta forma, este trabalho apresenta uma avaliação da qualidade do ar em relação ao SO₂ presente na atmosfera, tendo como principais objetivos obter a taxa de sulfatação presente na atmosfera, através de amostradores passivos, na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos e avaliar o impacto das emissões veiculares na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPPA). Para a realização deste estudo foi utilizado amostradores passivos, devida a fácil instalação dos mesmos, e ser uma técnica que não utiliza energia elétrica e possui custo baixo.

ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho possui como área de estudo a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, estimada em 4 mil km², possuindo cerca de 2.059.473 habitantes (IBGE, 2010). A bacia pode ser dividida em duas zonas, sendo elas a zona urbana, compreendendo os municípios de Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo e a zona rural, a qual abrange os municípios de Campo Bom, Taquara e Caraá. Cada município possui um ou mais pontos de coleta de poluentes, os mesmos estão caracterizados na Tabela 1, juntamente com as suas respectivas coordenadas geográficas.

Tabela 1. Pontos de coleta para taxa de sulfatação – área urbana e rural – Bacia do Rio dos Sinos.
Fonte: GHENO, 2012

| Zona | Município | Localização | Coordenadas Geográficas | Observações |
|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|---|
| Urbana (BR 116) | Canoas | Avenida Inconfidência | 29°55'39.4" Sul 51°10'38.7" Oeste | Alto fluxo veicular. Ponto de lentidão de trânsito. |
| | | REFAP | 29°52'11.5" Sul 51°10'47.8" Oeste | Proximidade com empresa Petroquímica; Vegetação próxima. |
| | Esteio | Votorantin | 29°50'21.4" Sul 51°10'32.9" Oeste | Proximidade com empresa Cimenteira. |
| | Sapucaia do Sul | Ambev | 29°48'56.6" Sul 51°10'09.0" Oeste | Proximidade com sinaleira na via; Proximidade de Metalúrgica. |
| | São Leopoldo | Viaduto Unisinos | 29°47'20.9" Sul 51°09'48.5" Oeste | Alto fluxo veicular. |
| | | Bairro Campina | 29°44'41.6" Sul 51°09'05.0" Oeste | Alto fluxo veicular. Parada de ônibus no local. |
| | São Leopoldo | Sharlau | 29°43'49.7" Sul 51°08'56.5" Oeste | Alto fluxo veicular. Sinaleira próxima na via; Parada de ônibus no local. |
| | Novo Hamburgo | RS 239 | 29°43'49.7" Sul 51°08'56.7" Oeste | Alto fluxo veicular. |
| | Rural | Campo Bom | Trecho inferior da bacia | 29°40'54'' S 51°3'35'' W |
| Taquara | | Trecho médio da bacia | 29°40'46,8" S 50°45'57,0" W | Vegetação próxima; Animais próximos. |
| Caraá | | Trecho superior da bacia | 29°42'25,0" S 50°17'27,8" W | Vegetação próxima Baixo fluxo veicular. |

METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consiste na preparação do material (filtros que serão expostos), na exposição, na coleta e na análise do mesmo. A partir das análises pode-se chegar aos resultados esperados. A preparação do material é

realizada a partir da inserção de um filtro com diâmetro de 47mm, impregnado com solução de carbonato de potássio 30% (K_2CO_3) em pequenas placas cilíndricas passivas de polietileno (placa de Petri), as quais permanecem 24 horas em estufa a 60°C. Os filtros utilizados são microfiltros de fibra de vidro GF-3, marca Macherey-Nagel. Após a estufa, as placas são devidamente identificadas e então expostas nos pontos de coleta. Na exposição, a placa é fixada em um suporte de polietileno (PVC) com uma extremidade aberta à atmosfera e voltada para baixo para a coleta do SO_2 . O filtro é protegido por uma tela para impedir a sua eventual queda. A coleta é realizada em torno de 30 a 45 dias após a exposição das placas. Foram realizadas dez coletas em 11 pontos diferentes, no período de Agosto/2012 à Maio/2013.

Quanto às análises, elas são realizadas no Laboratório da Central Analítica da Universidade Feevale. O filtro é retirado da placa de Petri com o auxílio de uma pinça e colocado em um béquer de 100 mL. Após adiciona-se, 10 mL de HCl 0,434N a cada béquer e aquece-se em chapa de aquecimento à 60°C por 15 minutos para que ocorra a remoção do CO_2 . Após o aquecimento é realizada a filtração, em papel filtro Whatman 42, para balões volumétricos de 25 mL. As leituras das soluções 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 mgL⁻¹) é utilizada para relacionar a massa de sulfato com a absorbância.

DADOS METEOROLÓGICOS

As condições meteorológicas são informações úteis para que se faça uma boa interpretação do monitoramento da qualidade do ar, tendo em vista que as mesmas auxiliam na interpretação de dados sobre a dispersão dos poluentes de uma determinada região. Para o presente estudo foram utilizados os parâmetros meteorológicos de precipitação, umidade relativa e temperatura do ar.

Os dados meteorológicos para os pontos da BR foram obtidos junto a Estação do Inmet, 8º Distrito de Meteorologia, com intervalo de 60 minutos, e para os pontos de Campo Bom, Taquara e Caraá foi utilizada a Estação Meteorológica da Universidade Feevale, com intervalo de 05 minutos. O banco de dados consultado foi de 15/08/2012 a 22/05/2013. 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 2 apresenta os dados meteorológicos do período estudado.

Tabela 2. Dados meteorológicos do período estudado – Agosto/2012 a Maio/2013.
Fonte: INMET, 8º Distrito de Meteorologia/ Estação Meteorológica da Universidade Feevale

| 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 |
| Jan/13 | 23,8 | 24,5 | 23,3 | 98 | 68 |
| Fev/13 | 24,4 | 25 | 23,8 | 142 | 73 |
| Mar/13 | 21,3 | 21,9 | 20,9 | 62 | 75 |
| Abr/13 | 20,3 | 20,9 | 19,8 | 106 | 74 |
| Mai/13 | 16,5 | 17 | 16 | 64 | 78 |

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da taxa de sulfatação são obtidos através do valor médio da taxa de sulfatação resultante das duas placas existentes em cada ponto de amostragem. O teor da taxa de sulfatação é expresso em $mgSO_3\ dm^{-2}\ dia^{-1}$ e obtidos a partir de planilhas eletrônicas (formato excel).

A Figura 1 mostra os resultados da taxa de sulfatação obtidos no período estudado. A maior taxa de sulfatação foi observada no mês de março de 2013, no ponto da Avenida Inconfidência, apresentando valor de 0,141

$\text{mgSO}_3 \text{ dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, localizada 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* em relação a presença de emissões veiculares e industriais.

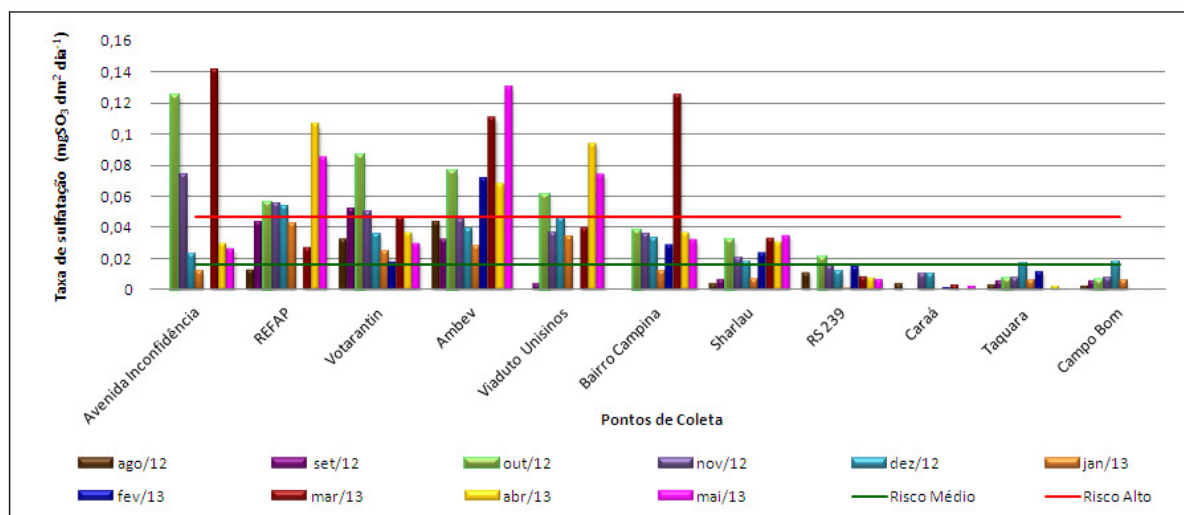


Figura 1: Taxa de sulfatação na Bacia do Rio dos Sinos – Agosto/2012 a Maio/2013. Fonte: Autor do Trabalho.

A partir desses resultados também pode-se perceber que nos pontos da BR 116 os períodos de outubro de 2012, março e maio de 2013 foram os que apresentaram os maiores valores da taxa de sulfatação, nos pontos da Avenida Inconfidência, AMBEV e no bairro Campina.

Comparando estes resultados com as condições meteorológicas, apresentadas na Tabela 2 observa-se que neste mesmo período a precipitação acumulada apresentou os menores valores (54 mm, 62 mm e 64 mm). Como o mês de agosto/2012 apresentou a maior taxa de precipitação, e consequentemente a maior umidade relativa, os valores médios encontrados da taxa de sulfatação apresentaram-se abaixo do risco baixo ($0,016 \text{ mgSO}_3 \text{ dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), em relação a classificação proposta por Rodrigues (2009).

A Figura 2 apresenta uma relação entre as estações do ano e a taxa de sulfatação. Como pode ser observada, no período de inverno (agosto a setembro), a taxa de sulfatação se mostrou mais baixa devido à precipitação neste intervalo ter sido elevada. Já no período de verão e outono, que corresponde aos períodos secos, a taxa de sulfatação teve um aumento.

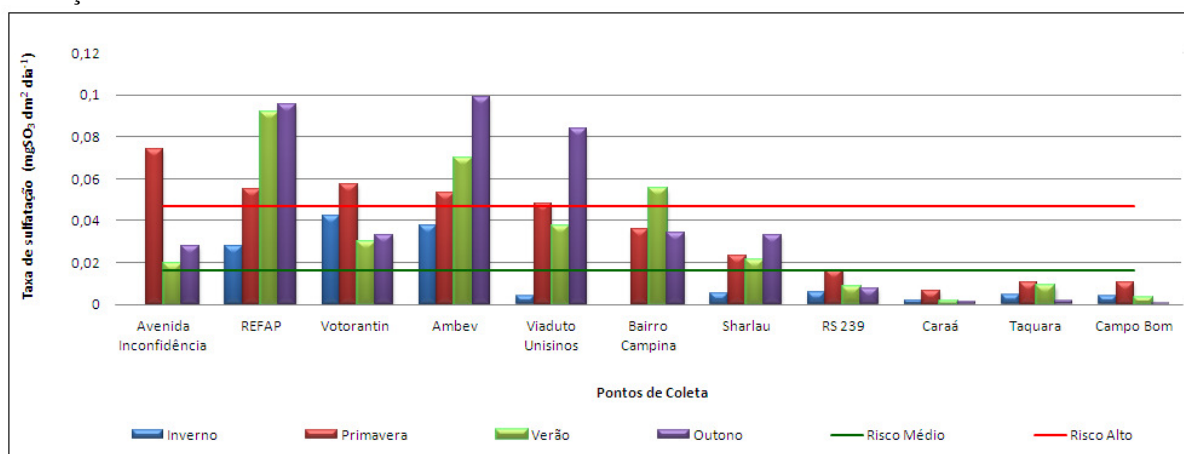


Figura 2 Taxa de sulfatação com as estações do ano - Agosto/2012 a Maio/2013. Fonte: Autor do Trabalho

CONCLUSÃO

A determinação da taxa de sulfatação através do uso de amostrador passivo mostrou-se válida quanto a 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 as condições meteorológicas pode favorecer ou não a dispersão dos poluentes, e estes, por sua vez, podem ocasionar impactos na qualidade do ar, tais como chuva ácida, entre outras. Concluiu-se, por fim, que há relação das fontes móveis com as emissões de poluentes atmosféricos, tendo em vista que o ponto que apresentou valor mais elevado da taxa de sulfatação ($0,141 \text{ mgSO}_3\text{dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) foi o da Avenida Inconfidência, cujo local possui um fluxo intenso de veículos diariamente, inclusive com engarrafamentos e muita lentidão no local.

REFERÊNCIAS

1. Andrade, Maria de Fátima. *Poluição Atmosférica*. Disponível em: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/legalcode_. Data: 10 de janeiro de 2012.
2. 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.
3. Gueno, Juliano. *Avaliação da taxa de sulfatação e material particulado na br116 na região metropolitana de porto alegre (rs)*. Trabalho de graduação. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2009. 73 pg.
4. Miranda, Pedro. *Meteorologia e ambiente*. Universidade Aberta, 1ª edição. São Paulo, 2002.