



MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DE ERECHIM – RS POR MEIO DE AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA E PASSIVA

WILLIAM M. KUBIAKI LEVANDOSKI ^{1,2}, HEVELIN PAGLIARINI ^{2,3}, JOICE BATISTA REIS ^{2,3}, EDUARDO PAVAN KORF ^{2,4}

1 Introdução

Emissões atmosféricas oriundas de veículos automotores e da queima de combustíveis fósseis em processos industriais, geram poluentes gasosos, particulados e voláteis, tais como gases/vapores do tipo: hidrocarbonetos voláteis (COV_S), óxidos de nitrogênio (NO_X), óxidos de enxofre (SO_X), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), materiais particulados (MP) e vapores ácidos (GUERRA; MIRANDA, 2011; IDREES; ZHENG, 2020). Esses poluentes podem ser danosos à saúde humana, causando efeitos agudos e crônicos, além de causarem impactos ambientais locais e globais, tais como efeito estufa, inversão térmica, formação de névoas de poluentes secundários (SMOG) e chuvas ácidas (GUERRA, MIRANDA, 2011)

Neste sentido, estudos de monitoramento atmosférico estão ocorrendo em diversas localidades do mundo (IDREES; ZHENG, 2020). O município de Erechim localizado no norte gaúcho conta com fontes geradoras de emissões com origens industriais e veiculares, entretanto não possui controle da qualidade do ar. Diante disso, os mecanismos de amostragem automática e passiva se apresentam como alternativas viáveis para acompanhamento dos padrões de emissões na cidade (BUCCO, 2010; OXER, BLEMINGS, 2009). Vantagens como o baixo custo e facilidade de implementação permitem uma amostragem em amplos locais, corroborando para a elaboração de um perfil generalizado da distribuição dos poluentes no município (BUCCO, 2010; IDREES; ZHENG, 2020).

2 Objetivos

Avaliar e monitorar a qualidade do ar de Erechim – RS por meio de amostragem passiva e automática para diferentes gases atmosféricos, observando-se a influência de variáveis

1 Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Erechim, **Bolsista**, contato: williankubi@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Resíduos, Geotecnia Ambiental e Poluição Atmosférica.

3 Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Erechim

4 Doutor em Engenharia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) e curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Erechim, **Orientador**.



meteorológicas.

3 Metodologia

O presente estudo se realizou na cidade de Erechim - RS. O monitoramento com o uso de amostradores passivos foi realizado em 3 pontos estratégicos definidos ao longo da área central e da área industrial, sendo eles: (P1) Av. Maurício Cardoso, (P2) Distrito Industrial, (P3) BR-153, com a inclusão do ponto (P4) Sede Corpo de Bombeiros em maio de 2020, o qual foi incluso a implantação de amostragem automática. A montagem dos amostradores passivos foi realizada conforme Bucco (2010), sendo para NO_2 composta de solução absorvedora característica e filtro de celulose (Whatman 40) e para O_3 com solução absorvedora e filtro de fibra de vidro (GF 50/A).

Os amostradores passivos eram instalados há 2 m do chão e permanecem no local por 5 dias, uma vez ao mês entre julho de 2019 a janeiro de 2020, os meses de fevereiro, março e abril não tiveram monitoramento devido à restrição de atividades durante a pandemia do COVID-19 e entre os meses de maio à julho de 2020 adotou-se o monitoramento duas vezes ao mês. Após o período de exposição os mesmos eram retirados e encaminhados ao laboratório para análise, seguindo os métodos: a) NO_2 - método por Griess-Saltzman (SALTZMAN, 1954) modificado; b) O_3 - método recomendado por Bucco (2010). A concentração dos poluentes foi realizada por meio da equação a qual provém da integração da lei de difusão de Fick e possibilita determinar a concentração média diária dos gases, durante um período de exposição, utilizando coeficientes de difusividade (BUCCO, 2010). Os dados meteorológicos foram provenientes da estação automática de Erechim, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

No ponto P4 foi instalada uma placa Arduino junto aos sensores passivos para monitoramento automático dos poluentes CO , NO_2 , NH_3 , CH_4 e O_3 . A placa foi fixada em ponto estratégico definido juntamente à sede do corpo de bombeiros, permanecendo no local durante 5 dias e após este período era realizada a transferência dos dados do cartão de memória para posterior análise. Para a confecção do amostrador automático foi utilizada uma placa de Arduino® Uno R, com instalação e programação de sensor para medição de temperatura e umidade (UC-121), sensor para medição de raios UV (CJM CU), sensor de medição de gases de CO , NH_3 e NO_2 (CJM CU-6814) e sensor de gás O_3 (Mq-131). A programação utilizada no amostrador foi elaborada no software Arduino®, linguagem de programação padrão, em C/C++, tendo como base projetos já desenvolvidos (OXER, BLEMININGS, 2009).

4 Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a concentração média por amostragem passiva de julho/2019 a

julho/2020 para os gases O_3 e NO_2 . O mês de dezembro/2019 obteve as maiores concentrações de NO_2 no período de amostragem, $3,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no ponto da Av. Maurício Cardoso. Já para O_3 pode se observar baixas concentrações em setembro/2019 e janeiro/2020, períodos aos quais teve a ocorrência de alta precipitação, interferindo de forma efetiva devido aos mecanismos de *washout* e *rainout* (GUERRA, MIRANDA, 2011).

Figura 1. Concentração de NO_2 e O_3 entre os meses de julho de 2019 a janeiro de 2020. Fonte: Autores.

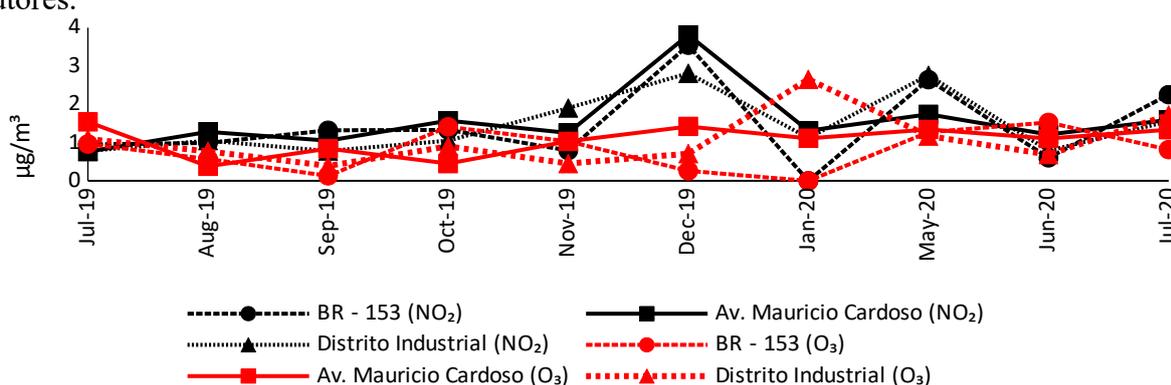
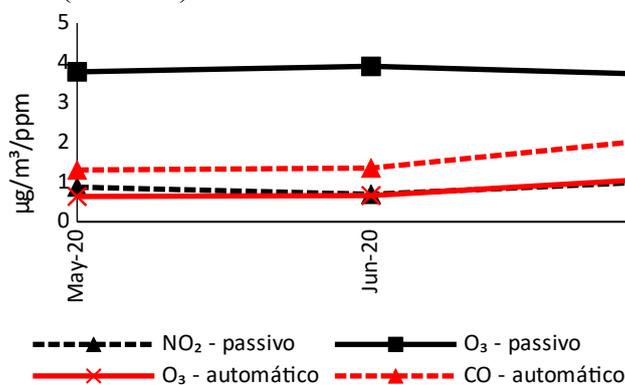


Figura 2. Amostragem realizada na Sede do Corpo de Bombeiros com amostrador passivo (NO_2 e O_3) e amostrador automático (CO e O_3). Fonte: Autores.



A figura 2 relaciona e apresenta a comparação dos dados coletados a partir da amostragem automática e da amostragem passiva na Sede do Corpo de Bombeiros do município de Erechim – RS entre os meses de maio/2020 e julho/2020. O mês de junho/2020 apresentou a maior disparidade de concentrações de O_3 entre os amostradores passivo e automático, $3,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Idrees e Zheng (2020), relatam dificuldades no fornecimento de precisão de dados em sensores de baixo custo, mas ainda assim, são capazes de apresentar uma faixa de detecção razoável, porém não são capazes de contestar a precisão alcançada pelas estações de monitoramento convencionais. Já para a análise de CO , não houve comparação com o amostrador automático, mas verifica-se, a partir do amostrador automático, um aumento na concentração no mês julho/2020, apresentando 2,09 partes por milhão (ppm) de CO . As concentrações apresentadas pelos dois



métodos de amostragem, para os gases de O_3 , NO_2 e CO , estão abaixo dos padrões da resolução 491 do CONAMA (2018), a qual fixa a máxima média móvel obtida no dia de concentração de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para O_3 , média horária para de NO_2 de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a máxima média móvel obtida no dia de 9 ppm de CO .

5 Conclusão

A partir deste estudo foi possível quantificar as concentrações de NO_2 e O_3 em quatro pontos por amostragem passiva e as concentrações de O_3 e CO por amostragem automática em um ponto do município de Erechim – RS. Verificou-se uma proximidade da medição de O_3 entre os dois amostradores. Os resultados obtidos para os poluentes citados ficaram abaixo do recomendado pela legislação vigente em todo o período monitorado. Sugere-se análises mais detalhadas e continuidade nas comparações de amostragem passiva e automática, afim de criar um banco de dados e validar os dados de amostragem coletados pelos dois métodos.

Referências

BUCCO, M. V. S. **Construção e testes de validação de amostradores passivos para dióxido de nitrogênio e ozônio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial/Meio Ambiente Urbano e Industrial), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GUERRA, F. P., MIRANDA, R. M. Influência da meteorologia na concentração do poluente atmosférico $PM_{2,5}$ na RMRJ e na RMSP. In: **II Congresso brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina**, 2011.

IDREES, Z.; ZHENG, L. Low cost air pollution monitoring systems: A review of protocols and enabling technologies. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 17, n. December 2019, p. 100123, 2020. XOXER, J.; BLEMININGS, H. **Practical Arduino - Cool Projects for Open Source Hardware**. 1a Edição. Apress. New York. 2009.

SALTZMAN, B. E. Colorimetric microdetermination of nitrogen dioxide in the atmosphere. **Analytical Chemistry**, v. 26, n. 12, p. 1949-1955, 1954.

Palavras-chave: Amostradores, Emissões Atmosféricas, Analisadores automáticos, Arduino, Amostragem Passiva.

Financiamento

FAPERGS.