

## ANÁLISE COMPORTAMENTAL ENTRE DOIS SENSORES DE MATERIAL PARTICULADO

IGOR A. STEFAN (IFPB, João Pessoa), PAULO I. L. FERREIRA (IFPB, João Pessoa), THYAGO L. V. LIMA (IFPB, Itabaiana)

**E-mails:** igor.stefan@academico.ifpb.edu.br, paulo.ferreira@ifpb.edu.br, thyago.lima@ifpb.edu.br

**Área de conhecimento: (Tabela CNPq):** 3.04.00.00-7 Engenharia Elétrica.

**Palavras-Chave:** qualidade do ar; arduino; concentração; medição; poluentes.

### 1 Introdução

Existem dois tipos de material particulado (MP) definidos e regulamentados: MP10 e MP2,5 (PM10 e PM2,5 em inglês). Sendo o mais perigoso, o segundo, definido como: “partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5  $\mu\text{m}$ ” (CONAMA, 2018). Para o MP10 o diâmetro aerodinâmico equivalente de corte é de 10  $\mu\text{m}$  (CONAMA, 2018).

De acordo com os especialistas em qualidade do ar, Douglas Brugge e Kevin James Lane (2018), são aproximadamente 4,1 milhões de mortes anuais causadas por MP. Só nos Estados Unidos, as mortes em 2015, atingiram 88 mil – superando doenças como diabetes, influenza, doença renal e suicídio (BRUGGE; LANE, 2018). O MP é um dos principais causadores de problemas de saúde em seres humanos, podendo comprometer o sistema respiratório e em alguns casos, o sistema cardiovascular (HAMANAKA; MUTLU, 2018). Além disso, interfere na visibilidade e na formação de nuvens devido às suas propriedades de condensação da água (BRITO *et al.*, 2018). Ele é emitido por fontes primárias (atividades humanas ou naturais) ou formado de maneira secundária na atmosfera (reações com outros componentes atmosféricos) (MOZETO, 2001).

Portanto, realizar a medição e monitoramento do MP, seja em ambientes abertos ou fechados, é muito importante. Para isso, são usados sensores. Neste trabalho foi realizado um estudo comparativo entre dois sensores de MP de baixo custo (PMS7003 e SDS011), com o objetivo de obter informações sobre a sensibilidade e estabilidade da resposta desses sensores ao longo do tempo. Os resultados foram comparados com as medições de um medidor comercial. As conclusões obtidas podem ser utilizadas para orientar na escolha de um dos sensores para algum protótipo em desenvolvimento, além de diminuir o custo.

### 2 Materiais e Métodos

No desenvolvimento deste trabalho foram usados dois sensores de MP: o PMS7003, fabricado pela *Plantower* cuja faixa de medição é 0 - 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para ambos os tipos de MP e; o SDS011, fabricado pela *Nova Fitness Corporation, Ltd.* cuja faixa de medição é 0 - 999  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para ambos os tipos de MP (NOVA FITNESS, 2015; PLANTOWER, 2016). Ambos são alimentados com 5V DC.

Para analisar o desempenho dos sensores de MP, realizou-se 3 experimentos de 7 dias de duração, em ambiente fechado, com capturas de leituras ininterruptas. As leituras das concentrações foram obtidas a cada 30 segundos. Em um intervalo de 30 minutos, foi calculada a média das medições. Também foi calculada a média em 24 horas de medição. Todos os dados foram armazenados e utilizados para análise gráfica posterior. Os valores medidos foram constantemente comparados com os valores lidos por um equipamento comercial (*Dienmern Air Quality Monitor*, modelo DM502), cuja leitura de MP é realizada por meio de laser na faixa de 0-999  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (DIENMERN, 2018).

O ambiente de teste está localizado na Rua Adalgisa L. de Menezes, no bairro Bancários, em João Pessoa - PB. É um quarto de apartamento, situado no segundo andar. Os sensores foram dispostos sobre uma mesa, próxima à janela, para maior interação com o ambiente externo. As fontes de MP eram as emissões vindas da rua. Na Figura 1 é ilustrado como os sensores foram dispostos durante o período do experimento e suas identificações.



Figura 1: Disposição dos sensores durante o experimento.

### 3 Resultados e Discussão

Os resultados apresentados são referentes à terceira realização do experimento. Ele traduz de forma mais clara o comportamento dos sensores. As duas anteriores apresentaram resultados semelhantes. Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os gráficos dos valores médios de MP2,5 e MP10, obtidos a cada 30 minutos e, nas Figuras 4 e 5 suas médias diárias, para ambos os sensores.



Figura 2: Média das leituras a cada 30 minutos, para o sensor SDS011.

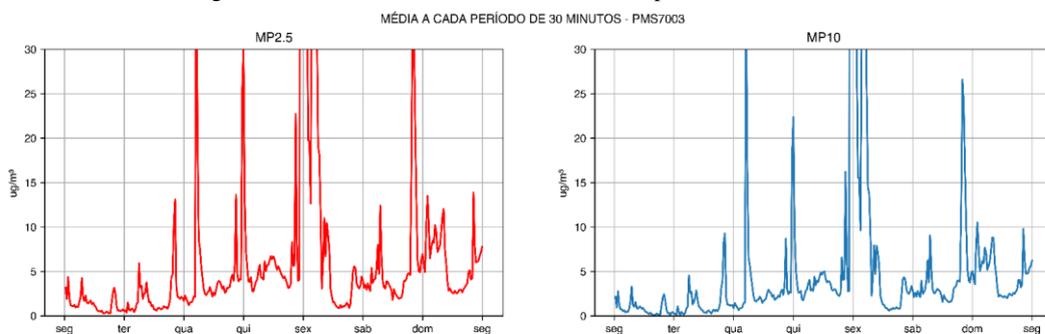


Figura 3: Média das leituras a cada 30 minutos, para o sensor PMS7003.

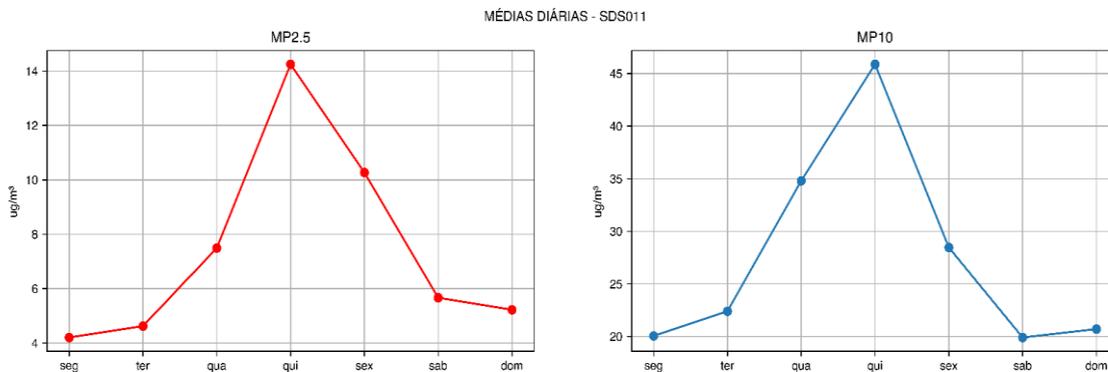


Figura 4: Médias diárias coletadas para o sensor SDS011.

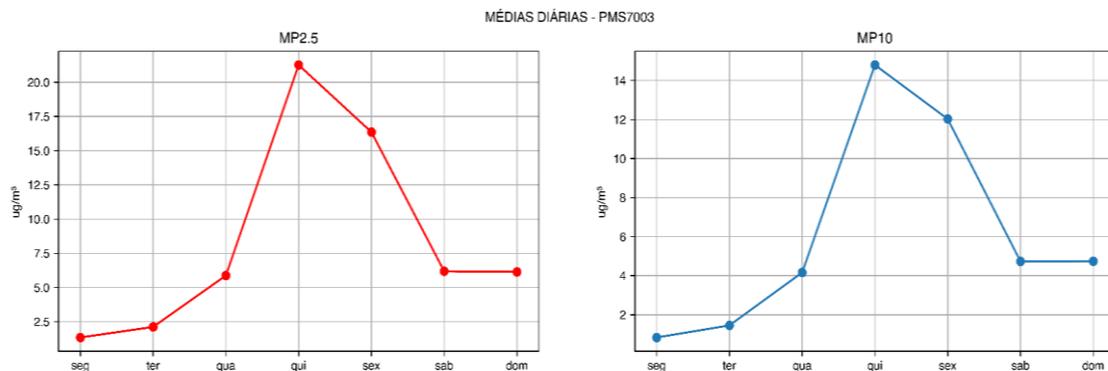


Figura 5: Médias diárias coletadas para o sensor PMS7003.



O comportamento nos gráficos das Figuras 2 e 3, cujos valores são maiores no início do dia e menores ao final, é explicado pelo estado da janela presente no apartamento. Durante o dia ela era aberta, o que permitiu maior quantidade de MP no cômodo. Já à noite ela era fechada, reduzindo o fluxo de MP e maior estabilidade nas medidas.

Os sensores apresentaram alguns espúrios durante as medições em tempo real, ou seja, picos de concentração que podem ser observados nas Figuras 2 e 3. Sendo mais comum no sensor PMS7003 do que no sensor SDS011. Esse comportamento não foi observado no medidor comercial.

O SDS011 possui maior sensibilidade às alterações de concentração no ambiente de medição. Fato que pode ser confirmado ao observar o gráfico da Figura 2, comparativamente com o comportamento do PMS7003, presente na Figura 3. Enquanto o SDS011 possui um comportamento mais definido (durante o dia houve um aumento da concentração e durante a noite uma diminuição), o PMS7003 não apresenta esse comportamento claramente. Ao invés disso, nota-se que esse sensor tende a manter as medidas em sequência mais próximas, e quando há variação, é gradual.

Outra situação que corrobora a favor dessa conclusão é observada nos gráficos das Figuras 4 e 5, para o material particulado MP10, em que o pico de concentração ocorreu no quarto dia. O SDS011 apresentou valores em torno de  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; enquanto que o PMS7003, em torno de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Além disso, a diferença nos valores de concentração, tanto nos três primeiros dias, quanto nos três últimos, é maior para o SDS011 em comparação ao PMS7003.

Em relação ao MP<sub>2,5</sub>, notou-se uma maior sensibilidade no sensor PMS7003 do que no SDS011 a partir do quarto dia. A interpretação obtida, considerando os gráficos das Figuras 4 e 5, foi de que com o passar do tempo, mantendo o sensor PMS7003 ligado, ou seja, conectado a fonte, girando o ventilador interno dele e coletando os dados, ele sofreu um melhora na sensibilidade às variações da concentração de MP<sub>2,5</sub>. Por exemplo, ao observar o gráfico da Figura 5, as variações nas médias dos três primeiros dias são menores do que a variação nas médias dos três últimos.

Apesar do PMS7003 ter apresentado aumento da sensibilidade com o tempo e mais espúrios, as variações observadas se compensaram (em dado momento o valor aumentava bastante, em outro diminuía bastante), tornando o valor médio próximo ao que é medido no medidor comercial. Enquanto isso, para o SDS011, não foi notada variação na sensibilidade, pois desde o começo do experimento ele apresentou alta sensibilidade, maior que a do PMS7003.

#### 4. Considerações Finais

A conclusão obtida pela análise dos gráficos é de que, em relação ao MP<sub>2,5</sub>, há uma pequena divergência entre os valores medidos pelo PMS7003 e o SDS011, o que indica que ambos podem ser usados para a leitura deste MP. Em relação ao MP10, há uma diferença significativa entre os valores medidos pelo PMS7003 e os medidos pelo SDS011. Sendo que o SDS011 apresentou maior sensibilidade a esse MP. Indicando ser mais recomendável para medição de MP10.

Os sensores apresentaram comportamentos semelhantes durante a semana de teste. Em relação ao desempenho, ambos não apresentaram problemas e se mantiveram em funcionamento durante todo o período de testes, em todas as execuções.

As análises gráficas e comportamentais dos sensores mostraram que é necessária a presença de algum método de processamento de sinais para eliminação dos espúrios, ou de tratamento estatístico dos dados adquiridos, a fim de estabilizar as medidas.

#### Referências

- BRITO, G. F. D. S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. D. O Impacto do Material Particulado na Qualidade do Ar. Revista Virtual de Química, Brasília, v. 10, n. 5, p. 20, 30 Outubro 2018. ISSN 1984-6835.
- BRUGGE, D.; LANE, K. J. Fine particle air pollution is a public health emergency hiding in plain sight. The Conversation, 15 de Novembro de 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/Fineparticleairpollution>>. Acesso em: 19 de Abril de 2019.
- CONAMA. RESOLUÇÃO N. 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018. Ministério do meio ambiente, 19 Novembro de 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/conama491>>. Acesso em: 19 de Abril de 2020.
- DIENMERN. Air monitor high Accurate measure PM 2.5 PM1.0 HCHO TVOC with TEMP HUM Color LCD screen display 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/dienmernmedidor>>. Acesso em: 14 de Out. de 2021.
- HAMANAKA, R. B.; MUTLU, G. M. Particulate Matter Air Pollution: Effects on the Cardiovascular System. Frontiers in Endocrinology, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/EffectsontheCardiovascular>>. Acesso em: 19 de Dezembro de 2020.
- MOZETO, A. A. Química Atmosférica: A Química sobre nossas Cabeças. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. Especial, p. 41-49, Maio 2001.
- NOVA FITNESS. Product model: SDS011 Version: V1.3. Laser PM2.5 Sensor specification, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3IAQgO0>>. Acesso em: 01 de Julho de 2020.
- PLANTOWER, Digital universal particle concentration sensor. PMS7003 series data manual, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3s8ZJxD>>. Acesso em: 01 de Julho de 2020.
- REDAÇÃO GALILEU. Partículas finas de poluição são as novas inimigas da nossa saúde. Galileu. Revista Galileu, 2018. Disponível em: <<https://glo.bo/3xvZRYs>>. Acesso em: 01 de Junho de 2020.