



Desenvolvimento de analisador de gases e ruído em tempo real de baixo custo para veículos urbanos

Development of a low-cost real-time gas and noise analyzer for urban vehicles.

Anderson Rabaioli¹, Luiz Eduardo Caldas Kramer², Bruno Bellini Medeiros³

RESUMO

O número de veículos cresce com vigor anualmente, desperta o alerta sobre a quantidade de poluição, tanto atmosférica, quanto sonora, emitida por esses veículos. Somado a isso, nota-se também que considerável parcela desses veículos tem mais de 5 anos de uso, e por vezes não passam por manutenções periódicas. Para tanto, o presente trabalho detalha o desenvolvimento de uma ferramenta empregada para elucidar os motoristas sobre a situação de conservação de seus carros, por meio de uma análise de gases e ruído. Tal ferramenta, desenvolvida com preceitos de baixo custo, que opera juntamente a uma interface amigável e intuitiva demonstra para o motorista os resultados da análise de seu veículo de forma rápida, além de destacar modos de condução eficientes e ecológicos. Observou-se durante o desenvolvimento do protótipo, a necessidade de empregar um novo sensor de temperatura a fim de aumentar a precisão da coleta de dados. Dentre as contribuições do trabalho, nota-se que o protótipo traça métricas acerca dos níveis de emissões de poluentes e ruído de veículos, além de o estudo detalhar a forma de unir e operar o conjunto de sensores para analisar monóxido e dióxido de carbono, em conjunto com análise de ruído de veículos.

PALAVRAS-CHAVE: Analisador de gases; Automóveis; Socioambiental

ABSTRACT

The number of vehicles is growing vigorously every year, raising concerns about the amount of pollution, both atmospheric and noise, emitted by these vehicles. In addition to this, it is also noticeable that a considerable portion of these vehicles is more than 5 years old and often do not undergo regular maintenance. Therefore, this paper details the development of a tool used to inform drivers about the condition of their cars through an analysis of gases and noise. This tool, developed with low-cost principles and operating alongside a user-friendly and intuitive interface, quickly provides the driver with the results of their vehicle's analysis, as well as highlighting efficient and environmentally friendly driving methods. It was observed during the prototype development that there was a need to use a new temperature sensor to increase data collection accuracy. Among the contributions of the work, it is noted that the prototype provides metrics regarding pollutant emissions and noise levels of vehicles, and the study details how to combine and operate the sensor array for analyzing carbon monoxide and dioxide, in addition to vehicle noise analysis.

KEYWORDS: Gas Analyse; Automobiles; Socio-environmental.

1 INTRODUÇÃO

A vida cotidiana contemporânea condiciona a sociedade a cada vez mais fazer uso de veículos automotores, para sua necessária locomoção, ou para oferecer comodidade no deslocamento diário, visto que os centros urbanos também estão crescendo de forma sensível, resultando em um acréscimo no número de veículos nas ruas, totalizando mais de 59 milhões de automóveis em no Brasil. (IBGE, 2021)

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: andersonrabaioli@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8226927473424794.

² Estudante de Engenharia de Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: luizeduardokramer@gmail.com. ID Lattes: 6978956452735875.

³ Docente no Departamento de Engenharia Mecânica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: brunomedeiros@utfpr.edu.br. ID Lattes: 6045536501621727.



Sabendo disso, esse fenômeno revela uma face dessa situação que é pouco explorada, sendo ela o estado de conservação dessa numerosa frota de veículos, impactando diretamente em questões ambientais e sociais (DE CARVALHO, 2011), de acordo com Barbosa (2017) em um artigo para a revista Exame, somente na cidade de São Paulo 76% dos gases de efeito estufa, são oriundos de veículos urbanos. Assim sendo, o presente trabalho visa detalhar a concepção de um dispositivo de baixo custo, e de fácil operação, que permite analisar parâmetros ligados a combustão de veículos automotores. Desse modo, tal dispositivo possibilita uma análise sobre as características dos gases do escapamento de veículos, com a finalidade de informar aos motoristas as quantidades gases poluentes que seu veículo está emitindo, bem como analisar a quantidade de ruído emitida (ZHENG; LEUNG, 2002).

2 OBJETIVO

Desenvolver um protótipo de analisador de gases de escapamento (Co₂ e Co) e ruídos de baixo custo, com interface gráfica informativa em tempo real para veículos urbanos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DE COMPONENTES E OPERAÇÃO

A escolha dos sensores e microcontrolador utilizados no projeto tiveram a premissa de manter um baixo custo do projeto, ao passo que atendessem os requisitos de estabilidade de leitura e comunicação.

Para tanto, a fim de analisar o monóxido de carbono (CO), optou-se o sensor tipo MQ-02, podendo detectar de 200 a 10000 ppm de CO na amostra de gás colhida. Vale ressaltar que, grandes quantidades relativas de monóxido de carbono são captadas pelo sensor devido a queima incompleta do combustível, a qual libera grandes quantidades de monóxido de carbono. (SUPRIYONO et.al. 2020)

Além disso, o sensor MQ-07, que também detecta CO, é empregado para análise de hidrocarbonetos. O princípio de medição é similar ao sensor MQ-02, porém resultando na leitura de compostos diferentes. Desse modo, considerando dois espectros de análise distintos, e aplicando os dois sensores em conjunto, é possível obter uma maior confiabilidade na leitura dos gases. (SUPRIYONO et.al. 2020)

A fim de obter uma análise abrangente, optou-se por inserir um sensor de ruído, para que seja possível medir não só a poluição ambiental, mas também a poluição sonora emitida pelos veículos. O sensor escolhido foi o KY-037. Foi empregado o sensor de temperatura DHT-22 conforme a Figura 2, para possibilitar cruzar os dados de temperatura

e umidade, em consonância às curvas de leitura oferecidas pelo fabricante dos sensores (PIRES, 2020).

Os sensores de gás MQ-01 e MQ-02 atuam de forma semelhante, compostos pelo material sensível SnO_2 em que quanto mais limpo o ar menor é a condutividade do sensor, assim apresentando uma tensão baixa para o microcontrolador e quanto maior a concentração de gás combustível a condutividade se torna maior. Portanto a calibração dos sensores é feita capturando os valores máximos (alta concentração de gases) e mínimos (baixa concentração de gases) para fins comparativos, essas coletas devem ser em um ambiente com temperatura e umidade controlada conforme a recomendação encontrada na folha de dados dos sensores (ZHENGZHOU, 2015).

O dispositivo do projeto foi prototipado em placa de ensaio a fim de estabelecer a conexão dos sensores com o microcontrolador, conforme a figura 3, e sua comunicação com os sensores é estabelecida via sinal analógico. O sistema permite o uso de qualquer unidade de carregamento portátil com porta USB para alimentação de energia. O microcontrolador utilizado é a placa de desenvolvimento ESP32, que possui comunicação *bluetooth* e *wi-fi* embarcados.

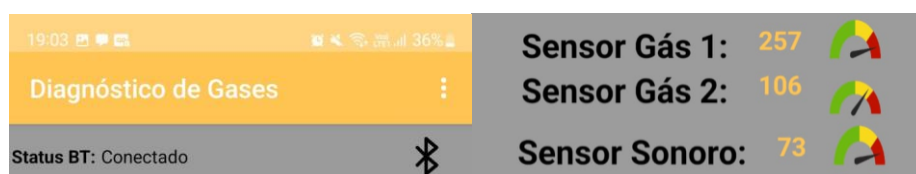
3.2 APLICATIVO DE INTERFACE

Após a obtenção dos dados, é preciso compilar e apresentá-los de forma clara. Para tal, desenvolveu-se uma interface via aplicativo mobile, onde recebe os dados e os apresenta em gráficos intuitivos. Os gráficos na interface mostram os dados de leitura de forma imediata, com faixas indicativas e regiões coloridas, para que motoristas de diferentes faixas etárias possam compreender os dados de forma fácil.

O processo de validação da comunicação foi aprovado inicialmente, porém houve a necessidade de padronizar as leituras por temperatura, dadas as curvas de precisão dos sensores. Para tanto foi anexado um novo sensor de temperatura (Figura 2), que tem como função delimitar uma faixa de temperatura para que o registro da concentração de gases seja liberado.

A interface, demonstrada na Figura 1 foi retirada do aplicativo, o qual foi desenvolvido utilizando a plataforma gratuita Kodular, o aplicativo comunica-se com o microcontrolador através de comunicação *wi-fi*. Todo o processamento dos dados é realizado via aplicativo.

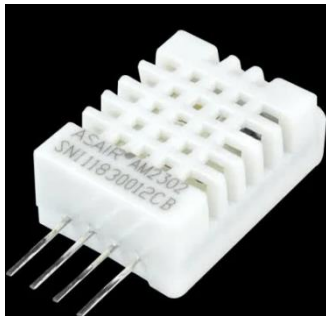
Figura 1 – Leitura de gás no aplicativo



Fonte: Autoria própria (2022)

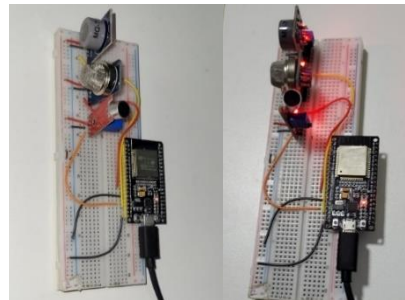
O viés de extensão do trabalho surge na possibilidade de analisar os gases de combustão dos veículos da cidade de Pato Branco. Para traçar métricas acerca do estado de conservação dos veículos, no âmbito de combustão e emissão de ruído, além de parametrizar os níveis de emissões dos veículos da cidade.

Figura 2 – Sensor de temperatura



Fonte: Robocore (2019)

Figura 3 – Protótipo de análise de gases.



Fonte: Autoria própria (2022)

3.3 O PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Para uma leitura correta é necessário colocar os sensores calibrados, imersos no gás de escapamento, e aguardar que os dados sejam gerados. Através das especificações técnicas dos sensores de gás, ambos não se comportam bem com fluxo de gases em velocidade, por isso no ato da análise, é necessário coletar uma amostra dos gases e mantê-la estática para que uma medição com precisão razoável seja obtida. (ZHENGZHOU, 2015)

Segundo Supriyono (2020), o tempo de imersão no gás, de acordo com as curvas de sensibilidade do fabricante, deve estar compreendido entre 15 e 40 segundos, padronizado para cada análise como recomenda. A temperatura influencia no resultado da análise, desse modo no manual do fabricante consta uma curva em que o ponto de leitura otimizada se situa na faixa de 40 a 50 graus célsius. (ZHENGZHOU, 2015)

Para viabilizar o procedimento de análise, foi necessária a elaboração de um recipiente que embarca o sistema, juntamente com a bateria. Tal projeto foi modelado no software Solidworks, impresso em 3D, utilizando o PLA como material. (SYSTEMES, 2020)

Tal recipiente conta com duas válvulas independentes, do tipo borboleta, que servem para controlar o fluxo de gases em leitura. Além disso, vale ressaltar que o material utilizado para a impressão, é ecologicamente correto, além de ser biodegradável. (MATWEB, 2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os resultados obtidos, é válido ressaltar a montagem da placa com os sensores, e verificação da operacionalização do dispositivo, que foi gradualmente aprimorada até chegar na versão atual. Além disso, foi aprimorada também a comunicação entre os sensores e o aplicativo, o qual antes atuava somente por *bluetooth* e agora possui



também a comunicação *wi-fi*, juntamente com a formatação da interface e inserção de dados com o pacote informativo de modos de condução eficiente. Em suma, nota-se que a operacionalização do aplicativo, bem como sua comunicação com o sistema de análise foi executada.

Somado a isso, observou-se a necessidade de inserir também um sensor de temperatura para aumentar a precisão das leituras de gases, tal sensor foi inserido juntamente na placa, e verificou-se a operacionalização do conjunto.

O protótipo físico está em fase final de desenvolvimento, visto que foram encontrados percalços de comunicação entre os sensores. Fato já solucionado e testado. Sobretudo, o modelo em 3D do sistema está plenamente desenvolvido, restando apenas os testes em campo, para validar completamente sistema de análise de gases. A parametrização e calibração dos sensores será realizada em laboratório, com gases padrão.

5 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi alcançado, visto que foi obtida uma interface/aplicativo operacional, que se comunica com os sensores de forma remota, por conexão *wi-fi*. Além disso, foi materializada a ideia de analisar os gases de veículos urbanos de forma gratuita, como exposto acima nos dois resultados da análise piloto. Assim, pondo em prática essas ideias, surgem resultados muito positivos no que tange o impacto socioambiental.

Em anexo ao exposto, a partir do sistema desenvolvido e operacionalizado, geram-se interações positivas no trânsito através do evento de pit-stop citado acima que, por ser pouco habitual, ocasiona um efeito de conscientização bem amplo nos motoristas, uma vez que o sistema desenvolvido permite uma abordagem com alto grau de interatividade e de instrução a respeito das ações que podem ser tomadas para uma direção cada vez menos impactante ao meio ambiente.

Além disso, o presente projeto influencia de forma indireta a redução dos custos de diagnóstico em oficinas mecânicas, considerando que a obtenção dos dados de emissão de gases, após a análise com o dispositivo, pode evidenciar problemas clássicos de combustão nos automóveis.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela disponibilidade e pela estrutura para fomento de projetos de extensão como esse. Além disso, agradecemos também a Fundação Araucária por investir na ciência e motivar os estudantes a permanecerem na produção científica. Também, agradecemos ao nosso Orientador, Professor Dr. Bruno Bellini Medeiros, pela disponibilidade e cordialidade no processo de desenvolvimento do presente trabalho.



Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Vanessa. **Carros representam 72,6% da emissão de gases efeito estufa em SP**. 2017. Disponível em: <https://exame.com/brasil/carros-representam-726-da-emissao-de-gases-efeito-estufa-em-sp/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

DE CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Texto para Discussão, 2011. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/91332/1/664398472.pdf> Acesso em: 19/09/2023

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Frota de veículos no Brasil**, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120> , Acesso em: 04/09/2022

MATWEB, Material Propriety Data. **Overview of materials for Polylactic Acid (PLA) Biopolymer**. Disponível em: <https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=ab96a4c0655c4018a8785ac4031b9278&ckck=1> Acesso em: 10/09/2023

PIRES, Murilo Oliveira; PIRES, Fábio Gomes; CÁSSIO, Jerônimo. **SISTEMA PARA MEDIÇÃO DE GÁS METANO EM REATOR BIOLÓGICO**. Mostra Anual de Robótica, Araraquara, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/586fe79921193a7f5467894627b11d77.pdf> Acesso em: 04/07/2023

SYSTEMES, Dassault. **Solidworks**. 2020. Dessault Systemes: Vélizy-Villacoublay, France, 2011. Disponível em: <https://www.solidworks.com/pt-br>, Acesso em: 18/07/2022

SUPRIYONO, H, S Anton, U Fadlilah, e K Harismah. “Portable Machine with Android Application Display for Measuring CO and HC of Vehicle Exhaust Gas”. **Journal of Physics: Conference Series 1524**, nº 1, 2020, Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1524/1/012110>. Acesso em: 05/08/2022

ZHENG, G. T.; LEUNG, A. Y. T.. Internal Combustion Engine Noise Analysis With Time-Frequency Distribution. **Journal Of Engineering For Gas Turbines And Power**, [S.L.], v. 124, n. 3, p. 645-649, 19 jun. 2002. ASME International. <http://dx.doi.org/10.1115/1.1455639>.

ZHENGZHOU W. E. T. **Flammable gas sensor**, manual, model:Mq-2, 2015. Acesso em: 10/09/2022, Disponível em: [https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Semiconductor%20Gas%20Sensor/MQ-2%20\(Ver1.4\)%20-%20Manual.pdf](https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Semiconductor%20Gas%20Sensor/MQ-2%20(Ver1.4)%20-%20Manual.pdf)