

Eixo Temático ET 06-005 - Poluição Ambiental

## **MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES AUTOMOTIVOS FECHADOS NA REGIÃO DO GRANDE RECIFE**

Rogério Arruda de Moura<sup>1</sup>, Luiz Filipe Alves Cordeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docente e Coordenador do Curso de Elétrica do Instituto Federal de Pernambuco-IFPE e Mestrando em Tecnologia Ambiental-ITEP. E-mail: rogerio.arrudamoura@gmail.com.

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia e Pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Docente do Mestrado em Tecnologia Ambiental-ITEP. E-mail: filipecordeiro@gmail.com (autor para correspondência).

### **RESUMO**

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de monitoramento da concentração de CO<sub>2</sub> para ambientes automotivos baseada na plataforma Arduino para Sistemas Embarcados. O trabalho baseia-se em uma tendência de preocupação, nos grandes centros urbanos, com a qualidade do ar relativo ao conforto em ambientes automotivos climatizados. Estes ambientes podem apresentar concentrações de CO<sub>2</sub> ínfimas, mas que são prejudiciais à saúde das pessoas, especialmente se ocorrerem de forma diária e continuada. Considera-se ainda que no Brasil, muitos Veículos não possuem um sistema de monitorização dos níveis de dióxido de carbono, o que pode possibilitar a ocorrência de doenças graves aos condutores. Desta forma, espera-se que os resultados deste trabalho venham a contribuir com a qualidade de vida dos usuários e condutores de veículos automotores no Brasil.

**Palavras-chave:** Arduino; Dióxido de carbono; Qualidade do ar.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente existe uma crescente preocupação com os aspectos de qualidade de vida e bem-estar nos ambientes de trabalho, lazer e familiar. Aspectos tais como conforto térmico, poluição sonora e qualidade do ar estão cada vez mais em pauta como forma de proporcionar melhor sensação de bem-estar e produtividade nestes ambientes (BENEDITO, 2015).

Particularmente na questão da qualidade do ar existe um agravante, que consiste essencialmente em sua dificuldade de percepção quando em níveis ínfimos, mais que podem trazer prejuízos na saúde e bem-estar das pessoas (FERNANDES, 2015).

Tome-se, por exemplo, a questão do monitoramento de níveis de CO<sub>2</sub> em ambientes fechados e climatizados, que ocorrem frequentemente em prédios e construções (MARTINS, 2017). O excesso de gás carbônico é facilmente verificado em ambientes fechados sujeitos a climatização, o que pode acarretar a chamada “Síndrome do Edifício Doente (Sick Building Syndrome - SBS), que se relaciona com os sintomas sentidos pelos colaboradores quando não existe o devido projeto de ventilação e arejamento nestas construções (LBN, 2019).

O exemplo acima pode ser facilmente transportado para outra situação corriqueira nas grandes cidades no que se refere a presença de condutores e passageiros em um ambiente automotivo fechado. Nestas condições e dependendo da localização geográfica do automóvel por exemplo, pode-se perceber o risco de concentração de CO<sub>2</sub> perigosos a saúde. Isto particularmente se agrava quando considera-se o problema de congestionamento das principais vias rodoviárias, bem como o tempo de permanência no ambiente automotivo fechado e climatizado.

Os automóveis particulares, em sua grande maioria, possuem um sistema de climatização que pode causar o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> no interior dos veículos. Somando a isto a alta concentração de veículos em área urbana, pode-se ter uma contribuição

significativa para o aumento de níveis de CO<sub>2</sub> tanto no ambiente externo quanto interno aos veículos.

Os automóveis, em sua grande maioria, não vêm de fábrica com um sistema automatizado de monitoração do nível de qualidade do ar, deixando os condutores e passageiros expostos a níveis desconhecidos do referido gás, o que pode causar uma baixa na qualidade de vida dessas pessoas pela possibilidade de aspirarem altas taxas de dióxido de carbono.

Desta forma, existe uma lacuna no estudo estatístico da influência da concentração de CO<sub>2</sub> em ambientes automotivos fechados e climatizados, bem como com relação a sua vulnerabilidade à qualidade do ar externo nas grandes vias e regiões de alta densidade urbana.

Este estudo estatístico pode ser implementado com a ajuda de um sistema computacional dedicado (Sistema Embarcado) associado a uma instrumentação que monitore a qualidade do ar e sua concentração de CO<sub>2</sub>, em diversas áreas de uma região metropolitana com a do Recife, monitorando inclusive os níveis do CO<sub>2</sub> dentro do ambiente confinado dos veículos circulantes nestas regiões.

Atualmente existem diversas plataformas computacionais que podem ser utilizadas para implementação de um Sistema Embarcado para esta finalidade, tais como o Arduíno (GANSSLE, 2008). Particularmente, a plataforma Arduíno vem sendo uma das mais utilizadas nos meios acadêmicos, devido ao seu baixo custo e facilidade de programação, sendo também muito utilizada nos meios de automação de diversos processos industriais e domiciliares. Por apresentar arquitetura de Hardware e Software aberta, com a disponibilização de diversas bibliotecas de interfaceamento e controle de dispositivos e sensores, estas plataformas se tornam atraentes e naturalmente escolhidas para implementação de diversos Sistemas Computacionais dedicados (MONK, 2017).

Desta forma, este trabalho tem por objetivo geral a implementação do sistema de monitoramento da concentração de CO<sub>2</sub>, com estas plataformas, fornecendo aos condutores e passageiros de veículos automotivos uma indicação do nível da concentração do CO<sub>2</sub> aos quais eles estão submetidos. Bem como produzir dados relevantes para o estudo estatístico das regiões mais propensas a gerar baixa qualidade do ar neste tipo de ambiente confinado.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos incluiu a Qualidade do Ar Interior como um dos cinco maiores riscos para a saúde humana, provavelmente devido ao fato de que o ar interno ao ambiente pode estar de duas à cinco vezes mais poluído do que o ar externo (FAKHOURY, 2017).

Os usuários de edificações “seladas” estão sujeitos a ameaça de suas saúdes, tendo em vista a falta de uma política preventiva nos programas de manutenção nos sistemas de refrigeração e ventilação, que são agentes determinante para a ocorrência de poluentes biológicos (microrganismos patogênicos).

Recentemente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) apontou a poluição do ar de interiores como responsável por 2,7% dos casos de doenças respiratórias e alérgicas no mundo, causadas principalmente pela presença de bioaerossóis no ambiente. O ar está carregado por inúmeras partículas em suspensão, compreendendo vírus, bactérias, esporos fúngicos, poeiras orgânicas, componentes da parede celular das bactérias Gram-negativas (endotoxinas) e Gram-positivas (ácido lipoteicoico), pelos de animais, pólen e poeira do acaro doméstico.

A maioria das pessoas por desconhecimento acreditam que o ar que se respira no interior dos edifícios é mais limpo e saudável do que o ar externo. No entanto, é preciso considerar que a contaminação do ar atmosférico não está limitada apenas ao meio exterior, visto que uma quantidade significativa de emissão de contaminantes pode ocorrer em ambientes ocupacionais internos. A Qualidade do Ar Interior está relacionada à contaminação do ar exterior que entra no edifício, da eficiência do sistema de Ventilação e Ar Condicionado (VAC) na remoção de contaminantes do ar, e das próprias atividades realizadas nas áreas internas, e pelas próprias pessoas usuárias do ambiente.

O ar interior dos ambientes fechados pode ser mais poluente do que o ar exterior. Ressalta-se o fenômeno de recirculação de ar é responsável pelo aumento de microrganismos na ordem de 1.000 a 100.000 vezes em relação ao ar externo.

De acordo com padrões da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais da metade dos locais fechados como empresas, escolas, cinemas, residências e até hospitais têm ar de má qualidade (Lima, 2013). Essa baixa qualidade é causada, principalmente, pela má higienização dos aparelhos de ar condicionado e pela falta de controle periódico sobre as possíveis fontes de contaminação.

Fakhourry Nicolas (2017) destaque que o aumento na preocupação com a Qualidade do Ar Interior, não se refere apenas à poluição atmosférica, mas também com:

- os problemas de saúde, como a Síndrome do Edifício Doente, problema este que advém de condições desfavoráveis das construções, como a má ventilação, limpeza e manutenção inadequadas de equipamentos, gerando fatores que afetam a saúde dos usuários do ambiente;
- O desempenho de atividades, o que afeta diretamente na produtividade, como por exemplo, de trabalhadores, sendo que isto está diretamente relacionado com custo. Em um escritório onde existe digitação, por exemplo, onde se deseja uma produção rápida, problemas com Qualidade do Ar Interior podem diminuir o desempenho dos trabalhadores diminuindo o lucro final do empregador;
- O aprendizado de alunos, sendo que problemas de saúde e a diminuição no desempenho dos mesmos influencia diretamente na vida escolar.

Pesquisas que associam a baixa Qualidade do Ar Interior aos problemas de saúde e o desempenho no trabalho reduzido, mostram o papel fundamental que o ambiente interior exerce no desempenho do trabalhador. As boas condições físicas do ambiente e a adequada ventilação do ar exterior podem melhorar os resultados obtidos pelos trabalhadores.

Os ambientes com sistemas artificiais de climatização possuem uma infinidade de componentes químicos (substâncias tóxicas, carcinogênicas, radioativas) e biológicos (microrganismos patogênicos) derivados de várias fontes, e que, dependendo das condições físicas como umidade do ar, temperatura do ar e ventilação do ambiente, eles podem interagir entre si.

Além da deficiência ou falta de ventilação (entrada de ar externo, condicionamento e mistura do ar por todo o edifício e exaustão), a má higienização dos aparelhos de ar condicionado também contribui para o aumento dos problemas de Qualidade do ar interior.

Portanto, é extremamente importante se buscar a Qualidade do Ar Interior realizando a verificação das condições de ventilação das edificações, com a devida filtragem, e implantar sistemas de tratamento de ar com configurações energeticamente eficientes para a retirada de poluentes.

A principal motivação deste trabalho é desenvolver um sistema de monitoramento da concentração de CO<sub>2</sub> com a plataforma de Arduino de baixo custo para ambientes automotivos climatizados.

A questão observada é que os automóveis não possuem um sistema de monitorização dos níveis de dióxido de carbono.

Sendo assim, não há como os condutores e passageiros serem informados dos riscos de intoxicação pelo dióxido de carbono a que estão sendo submetidos, a todo tempo, ao permanecerem confinados no veículo, durante um deslocamento.

## METODOLOGIA

Sendo o Arduino uma ferramenta de baixo custo e de ampla utilização no mercado, o uso desta plataforma poderá indicar os níveis de CO<sub>2</sub> no ambiente automotivo. Desta forma, alguns tipos de sensores de dióxido de carbono utilizados em conjunto com o Arduino pode aferir sua precisão e eficácia.

Posteriormente, utilizando um software de simulação do Arduino para executar tarefas de aquisição e conversão dos dados obtidos e em seguida utilizar o uso da plataforma real para medição de CO<sub>2</sub>.

Finalmente, com o sistema funcionando, é feita a etapa de aquisição dos dados e tratamento estatístico através do mapeamento das regiões metropolitanas a serem estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se que o monitoramento da qualidade do ar para os usuários automotivos, pode ser realizado, conforme a Figura 1.

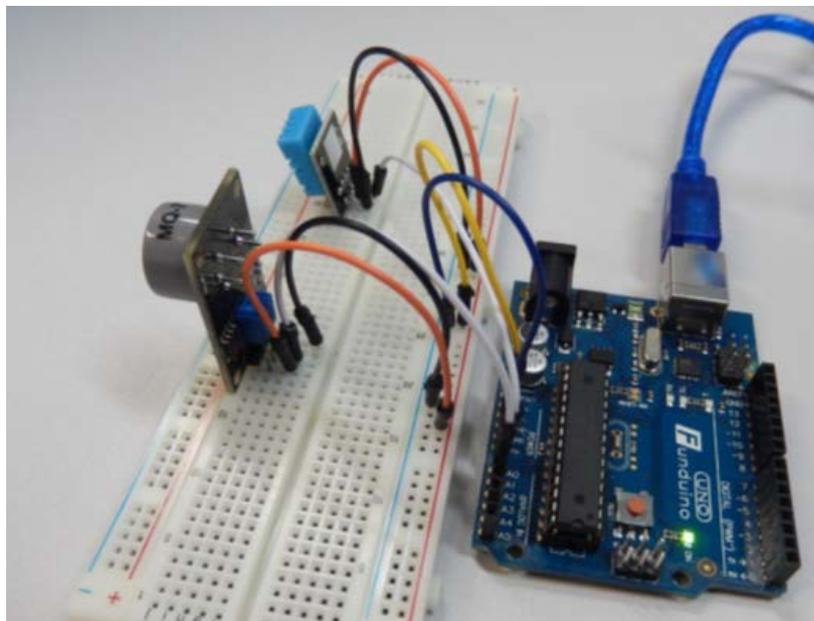


Figura 1. Montagem para monitoramento através de Arduíno

Ressalta-se observar também quais regiões estão mais propensas a contribuir de maneira negativa para concentração de CO<sub>2</sub> em níveis nocivos aos condutores e passageiros, contribuindo para uma melhoria na qualidade de vida dos usuários automotivos em ambientes confinados com soluções técnicas de baixo custo.

## REFERÊNCIAS

ARDUÍNO. Disponível em [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) – Acesso em 10/11/2019.

BENEDITO, F. H. A. et al. **Sensor de qualidade do ar em ambientes internos por nível de Co<sub>2</sub>**. 2015.

FAKHOURY, N.A. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais**. 2017. Dissertação mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

FERNANDES, Samuel. **Sistema de monitorização e de controle de qualidade do ar interior: construção, validação e aplicação.** 2015. Tese de Doutorado.

GANSSELE, J. et al. **Embedded Systems.** World Class Designs - 2008 Elsevier Inc.

LBN Análises. **O impacto do Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) em locais com ar condicionado -** Disponível em: <<https://www.ibnanalises.com.br/blog/co2-ar-condicionado/>>. Acesso em: 09 nov. 2019.

LIMA DE PAULA, J. F. **Aeromicrobiota do ambiente cirúrgico: princípios e peculiaridades da climatização artificial.** 2003. 111f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem Fundamental) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

MARTINS, P. M. S. **Monitoração ambiental em espaços fechados.** 2017. Tese de Doutorado.

MONK, S. **Programação com Arduino: começando com Sketches, 2017.**