

Análise da qualidade do ar interno em veículo de passeio: um estudo de caso

As mudanças climáticas são um problema global, cujos maiores impactos só poderão ser vistos a longo prazo envolvendo, em escala global, interações entre processos naturais, sociais, econômicos e políticos. Sendo assim, a sociedade precisa estar ciente do alto grau de poluição atmosférica existente, bem como das muitas medidas que podem ser aplicadas para tentar combatê-la e reduzi-la. Sabemos que o oxigênio presente no ar, ao ser inspirado, é absorvido na corrente sanguínea e o dióxido de carbono (CO₂) é expirado para a atmosfera. Com base nisso, este estudo teve como objetivo a demonstração da necessidade de se observar as altas taxas de concentração geradas de CO₂, no ambiente interno de veículos automotores, e suas consequências em relação à saúde dos condutores, quando expostos a estas taxas por um tempo elevado, bem como o entendimento dos usuários desses veículos sobre essas consequências, através de uma pesquisa de campo abrangendo várias perguntas para compor um série de resultados, que corroboraram com o objetivo da pesquisa. Dentre os pontos observados na pesquisa, o mais importante foi a falta de percepção, pelos usuários entrevistados, sobre os danos que a exposição a taxas de CO₂ acima do permitido pelos órgãos reguladores da saúde (1000ppm), poderiam causar à sua saúde e a de quem estiver com eles nos seus veículos durante o seu tempo de percurso diário. Não obstante, o estudo tenha apontado para essa falta de informação com relação aos danos do CO₂ à saúde, pôde-se observar que, a partir das respostas à perguntas referentes a esta questão, houve uma notória intenção em se ter um dispositivo que alertasse os usuários dos veículos, através de um sinal sonoro, sobre a elevação dos níveis de concentração de CO₂, para que possam tomar as providências necessárias para mitigar ou neutralizar o evento, como a recirculação do sistema de ar e/ou a abertura das janelas do veículo para troca de ar interna do veículo. Isso deixou claro a relevância do estudo em questão, a partir da percepção dos usuários entrevistados, quanto a questão de como mitigar esses danos, que a adoção desse tipo de dispositivo sonoro pode ajudar a reduzir em muito o aumento de doenças causadas pela exposição elevada do CO₂ em ambientes fechados, em especial os veículos automotores.

Palavras-chave: Dióxido de carbono; Mudanças climáticas; Poluição atmosférica.

Analysis of indoor air quality in a passenger vehicle: a case study

Climate change is a global problem, whose greatest impacts can only be seen in the long term, involving, on a global scale, interactions between natural, social, economic and political processes. Therefore, society needs to be aware of the high degree of existing air pollution, as well as the many measures that can be applied to try to combat and reduce it. We know that the oxygen present in the air, when inspired, is absorbed into the bloodstream and carbon dioxide (CO₂) is exhaled into the atmosphere. Based on this, this study aimed to demonstrate the need to observe the high concentration rates of CO₂ generated in the internal environment of motor vehicles, and its consequences in relation to the health of drivers, when exposed to these rates for a while high, as well as the understanding of users of these vehicles about these consequences, through field research covering several questions to compose a series of results, which corroborated the research objective. Among the points observed in the survey, the most important was the lack of perception, by the users interviewed, about the damage that exposure to CO₂ rates above those allowed by health regulatory bodies (1000ppm) could cause to their health and to whoever is with them in their vehicles during their daily commute time. However, the study has pointed to this lack of information regarding CO₂ damage to health, it could be observed that, from the answers to questions regarding this issue, there was a notorious intention to have a device to alert the vehicle users, through an audible signal, about the increase in CO₂ concentration levels, so that they can take the necessary measures to mitigate or neutralize the event, such as recirculating the air system and/or opening the vehicle windows to change the vehicle's internal air. This made clear the relevance of the study in question, based on the perception of the interviewed users regarding the issue of how to mitigate these damages, that the adoption of this type of sound device can help to greatly reduce the increase in diseases caused by high exposure to CO₂ in closed environments, in particular motor vehicles.

Keywords: Carbon dioxide; Climate changes; Atmospheric pollution.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **10/07/2022**

Approved: **27/10/2022**

Rogério Arruda de Moura

Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0074896225780002>
rogerioarruda@recife.ifpe.edu.br

Filipe Cordeiro

Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
filipecordeiro@gmail.com

Aldo Torres Sales 

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9563136339839657>
<https://orcid.org/0000-0003-2585-3221>
aldo@zootecnista.com.br

Fernando Ferreira de Carvalho

fernandocarvalho@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2674-6492.2022.002.0004

Referencing this:

MOURA, R. A.; CORDEIRO, F.; SALES, A. T.; CARVALHO, F. F.. Análise da qualidade do ar interno em veículo de passeio: um estudo de caso.

Environmental Scientiae, v.4, n.2, p.24-40, 2022. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6492.2022.002.0004>

INTRODUÇÃO

A mudança climática é um problema global, cujos maiores impactos só poderão ser vistos a longo prazo e envolverá interações entre processos naturais, sociais, econômicos e políticos em escala global. Agir de forma proativa contra isso é crucial para preparar o futuro da humanidade.

A poluição atmosférica nos centros urbanos se tornou um grave problema de saúde, sendo responsável pela origem e agravamento de doenças pulmonares e cardíacas. Sendo a poluição a causadora de mais de oito milhões de óbitos prematuramente; tornando-a um dos maiores riscos à saúde mundial, superando os riscos produzidos pela dependência pelo cigarro e pelo HIV¹.

As mortes por poluição estão rotineiramente ligadas a doenças cardíacas, derrames ou doenças pulmonares obstrutivas crônicas. Também estão associadas ao câncer de pulmão e infecções respiratórias agudas. Além do mais, é estimado o acontecimento de mudanças climáticas nocivas; estima-se que as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) aumentem 50%, principalmente por conta do crescimento em 70% nas emissões de CO₂ relacionadas à geração de energia².

A sociedade deve estar ciente do alto grau de poluição atmosférica existente, bem como das muitas medidas que podem ser aplicadas para tentar combatê-la e reduzi-la. É um problema que não se pode resolver individualmente, mas precisa de uma implicação comum para sua redução. O que é possível controlar diretamente é a qualidade do ar que se respira em ambientes fechados (PRESTELO, 2017).

Segundo Lima e Silva (2016), o número de fontes poluidoras é amplo, variável e depende de diferentes fatores. Além disso, os níveis de concentração dessas fontes são geralmente baixos, embora prolongados no tempo, a menos que haja uma fonte clara e importante de contaminação. E ainda, porque existem poucos métodos analíticos para estimar a qualidade do ar interno, além de valores-limite para a concentração de poluentes e informações sobre o grau de exposição e seus efeitos na saúde.

Para Quadros (2008), a qualidade de vida no todo é altamente refletida pela qualidade do ar que se respira. Existem muitos contaminantes do ar e eles podem ser diferenciados quanto à sua natureza, com classificação química, física, biológica ou, ainda, não-biológica.

Os aspectos do ar interno são dependentes da qualidade do ar externo. No entanto, também, podem ser influenciados por ações ocorridas dentro das edificações, como por exemplo, fumantes, a cozimento de alimentos, o aquecimento de ar e água, a mobília e entre outros (CORÁ et al., 2020).

A baixa qualidade do ar interno tem um efeito maior em crianças e adultos, bem como em pessoas com problemas respiratórios ou cardíacos, e gestantes, tornando-se um elemento-chave cujo monitoramento e controle são essenciais, uma vez que concentrações de poluentes no ar interno é geralmente da mesma magnitude que o encontrado no ar externo. Nesse contexto, pode-se incluir os automóveis fechados (LIMA et al., 2016).

Os fatores físicos que influenciam o conforto respiratório estão relacionados principalmente à umidade relativa, velocidade média do ar circulante, temperatura e ruído. Além do mais, há poluentes

¹ <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/poluicao-do-ar-mata-mais-que-hiv-e-cigarro-diz-estudo/97546>

² <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/quatro-graficos-explicam-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>

químicos, sendo os mais citados, o dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, compostos orgânicos voláteis, partículas suspensas, ozônio, radônio etc. e variados outros agentes patógenos (SCHIRMER et al., 2011).

O mercado de trabalho a cada dia mais vasto, possibilita um número mais elevado de indivíduos que executam seus trabalhos em locais fechados, desde empresas, escritórios, hospitais, *home office*, veículos, nos grandes centros comerciais até o atendimento ao público. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS), a maioria desses ambientes fechados apresentam um ar de baixa qualidade. E esse ar de má qualidade, é devido, da higienização inadequada dos ar-condicionados e pelo escasso controle das possíveis fontes de contaminação (BELO, 2011).

A falta de atenção aos sistemas de climatização resulta na baixa qualidade do ar de interiores (QAI), a qual é de suma relevância na segurança da saúde dos indivíduos que ali circulam, além do desempenho adequado de suas atividades (MINATTI, 2016).

Atualmente existe uma crescente preocupação com os aspectos na 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 (QUADROS, 2008).

As doenças oriundas do ar interno nocivo se destacam pelos principais motivos de licença trabalhista, nos Estados Unidos e na Europa. A OMS descreveu diversos fatores de risco a doenças e afirmou que a poluição do ar interno é o 8º fator de risco mais relevante, tendo 2,7% do conjunto de casos de doenças em todo o mundo³. 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 et al., 2017).

Tome-se, por exemplo, a questão do monitoramento de níveis de CO₂ em ambientes fechados e climatizados, que ocorrem frequentemente em prédios e construções (MARTINS, 2017). O excesso de gás carbônico é analisado de modo fácil em ambientes fechados que tem acesso 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 construções⁴.

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 CO₂ perigosos a saúde. Isto particularmente se agrava quando se considera o problema de congestionamento das principais vias rodoviárias, bem como o tempo de permanência no ambiente automotivo climatizado (BARRETO et al., 2015).

Os automóveis particulares, em sua grande maioria, possuem um sistema de climatização que pode

³ www.who.int/indoorair/en/

⁴ <https://www.ibnanalises.com.br/blog/co2-ar-condicionado/>

causar o aumento da concentração de CO₂ 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 Dióxido de Carbono (CO₂) tanto no ambiente externo quanto interno aos veículos.

Os veículos automotores, 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 (CO₂) (WANZELER et al., 2016).

Existe uma lacuna no estudo estatístico da influência da concentração de CO₂ em ambientes automotivos climatizados, bem como com relação a sua vulnerabilidade à qualidade do ar externo nas grandes vias e regiões de alta densidade urbana.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo geral a implantação do sistema de monitoramento da concentração de CO₂, com uma plataforma a fim de fornecer aos condutores e passageiros de veículos automotivos uma indicação do nível da concentração do CO₂ 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.

A parte prática deste trabalho será demonstrada a partir de um estudo de caso, onde se fará uso de um equipamento de baixo custo baseado na plataforma Arduino com sensores captadores de Dióxido de Carbono, temperatura e umidade. Conforme se verá, o Arduino é de fácil aprendizado, a partir da compreensão de princípios fundamentais de eletrônica e programação. Trata-se de uma estrutura de código aberto que permite prototipagem rápida e barata. Consiste em uma plataforma de hardware desenvolvida no *Interaction Design Institute*. A expressão “Arduino”, deriva do nome de um bar em Ivrea (que por sua vez lembra o nome de Arduino d'Ivrea, primeiro rei da Itália em 1002) frequentado por alguns dos fundadores do projeto (SARTORI et al., 2015).

REVISÃO TEÓRICA

Poluição do ar Interno

Segundo Brito et al. (2019), um dos maiores problemas de Saúde Pública é a poluição do ar que afeta a saúde não só dos seres humanos, mas a de outros animais e das plantas. Alves⁵ compreende que as concentrações de Dióxido de Carbono superaram o valor de 375 ppm em 2015, aumentando consideravelmente a temperatura média do planeta Terra; baseado nas medições da NOAA.

A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos inclui 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).

De acordo com Gonzalez⁶, “o nível de dióxido de carbono (CO₂) em ambientes internos pode ser altamente prejudicial à saúde das pessoas, devido a sua relação com outros contaminantes e por fazer parte

⁵ <https://www.ecodebate.com.br/2017/05/22/terra-com-pressao-alta-e-hipertermia-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>

⁶ www.g1.globo.com/natureza/blog/nova-etica-social/post/poluicao-do-ar-mata-7-milhoes-por-ano-maioria-em-paises-pobres-diz-oms.html

da taxa de ventilação externa”.

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 determinantes 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 ácaro doméstico.

A maioria das pessoas por desconhecimento acreditam que o ar que se respira dentro dos edifícios é mais limpo, conseqüentemente, mais saudável do que o ar externo. Entretanto, é necessário levar em consideração que a contaminação do ar atmosférico não se limita ao ambiente exterior, pois uma quantidade expressiva de emissão de contaminantes pode ocorrer em ambientes internos. A Qualidade do Ar Interior (QAI) está associada 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 locais fechados pode, em determinados casos, ser mais poluente do que o ar exterior. Destaca-se o fenômeno de recirculação de ar que é causador do aumento de microrganismos na ordem de 1.000 a 100.000 vezes no que se refere ao ar externo.

Estudo relacionam a baixa qualidade do ar interior aos danos à 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 escassa ou má de ventilação, a baixa qualidade da higienização dos ar-condicionados também colaboram para o crescimento dos danos a 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.

O Ar na Região Metropolitana do Recife – RMR

A Região Metropolitana do Recife (RMR) (Figura 1) perfaz uma área de aproximadamente 2.800 km², o que equivale a 2,82% do Estado de Pernambuco. Embora totalizando um pequeno percentual do Estado, a

população que a região abriga, 3,69 milhões de habitantes, corresponde a aproximadamente 40% do total do Estado, segundo censo do IBGE de 2010. Esta Região compreende 14 municípios: Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Igarassu, Abreu e Lima, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho, São Lourenço da Mata, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Moreno, Itapissuma e Recife.



Figura 1: Mapa da Região Metropolitana do Recife. **Fonte:** Santos (2016).

Apesar da poluição do ar ser uma ocorrência diária na área metropolitana do Recife, pelo simples fato desta ser uma metrópole, a circunstância de viver sob um “céu nublado” é um fenômeno relativamente recente.

A deterioração do ar no Recife teve início, a partir do final dos anos 1960 até a metade dos 70, como resultado do desenvolvimento da cidade, nos campos econômico e industrial. A transformação que a modernidade começava a causar na cidade também gerou a exacerbação de múltiplos desequilíbrios de natureza econômica, urbana, energética, social e ambiental. Entre eles, destaca-se um rápido crescimento populacional, que causou uma expansão urbana importante (NASCIMENTO, 2015).

Entre as maiores capitais do Brasil, a região metropolitana da Cidade do Recife, como qualquer metrópole, também mostra uma ampla variedade de substâncias poluentes: partículas totais em suspensão, chumbo, monóxido de carbono, óxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, ozônio entre outros tipos de poluentes, conforme se verá mais adiante (BRANCO, 2015).

Os problemas da qualidade do ar sempre provocaram a reação da opinião pública e fortes demandas sociais. Responder a eles significa enfrentar um dos maiores desafios desta cidade de dimensões e complexidades extremas.

Conforme Cavalcante⁷, atualmente se pode perceber que no Recife, a poluição do ar foi reduzida, em razão da pandemia que tem resultado em repetidas quarentenas, evitando assim o trânsito de carros, e outras fontes de poluentes do ar, como a própria movimentação das pessoas na cidade; mas nem sempre foi assim.

Com a industrialização dos estados, a partir do ano 1970, como na maioria dos estados do Brasil de então, também ocorreu no Recife um processo acelerado de desenvolvimento industrial e redução das desigualdades entre o campo e a cidade, o que levou ao estabelecimento de uma legislação ambiental, como

⁷ <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/04/estudos-mostram-reducao-da-poluicao-do-ar-em-pe-durante-a-quarentena.html>

parte do processo de institucionalização para a proteção do meio ambiente e conservação dos recursos naturais em 1971, com a lei 10.384 de 1º de setembro (SESMIL, 2016).

Sobre a poluição do ar, foi realizado um estudo em Recife a partir do final dos anos 90 para determinar os níveis de poluição do ar a partir da emissão de poluentes por parte dos veículos, como o Óxido de Nitrogênio (NOx), Hidrocarbonetos (HC), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂) e material particulado (MP10), em algumas rotas de trânsito, segundo suas características específicas e altas concentrações de poluentes foram encontradas em todas as avenidas estudadas, a tal ponto que a previsão foi de que, entre os anos de 2010-2020, a tendência é de que as concentrações aumentassem no período (SILVA et al., 2015).

Além disso, nos últimos anos o número de veículos automotivos na região Metropolitana do Recife (RMR) cresceu consideravelmente, segundo levantamento do DENATRAN, sendo atrelado a esse aumento da frota o incremento também das emissões de elementos associados ao tráfego de veículos na atmosfera urbana. Com base nesta problemática o presente projeto de pesquisa realizou a avaliação das concentrações dos elementos químicos Al, Ba, Ca, Cd, Cl, Fe, K, Mg, Mn, P, Pb, Sb, Sr, Th, V e Zn na atmosfera urbana da Região Metropolitana do Recife utilizando dois organismos biomonitoradores, a Bromeliaceae *Tillandsia recurvata* (RADDI) F. e o líquen *Cladonia verticillaris* L. transplantados em locais com diferentes intensidades de tráfego veicular (SANTOS, 2016).



Figura 2: Recife durante a pandemia, com redução de poluentes.

Os poluentes podem ser transportados a longa distância e produzir seus efeitos adversos em áreas distantes de onde a emissão ocorreu. As emissões de dióxido de enxofre e a subsequente formação de ácido sulfúrico também podem ser responsáveis pelo ataque sofrido a longas distâncias (BRANCO et al., 2015).

Conforme Isbaex (2018), desde o final da década de 1940, o aumento do consumo de carvão e petróleo levou a quantidades crescentes de Dióxido de Carbono. O efeito estufa resultante, que permite a entrada de energia solar, mas reduz a emissão de raios infravermelhos no espaço sideral, gera uma tendência de aquecimento que afeta o clima global e pode levar ao derretimento parcial das calotas polares. É concebível, pois, que um aumento na cobertura de nuvens ou a absorção de Dióxido de Carbono pelos oceanos possam conter o efeito estufa antes que a fase de degelo polar seja atingida. No entanto, relatórios publicados nos Estados Unidos na década de 1980 indicam que o efeito estufa é um fato, e que as nações do mundo devem tomar medidas imediatas para resolvê-lo (LEITE, 2015).

O estudo concluiu que entre os principais poluentes com capacidade de afetar a saúde dos indivíduos

estão aqueles que provêm de emissões primárias ou alterações atmosféricas. Os veículos a motor são a fonte mais importante de alguns desses poluentes, em particular o monóxido de carbono, mas também os óxidos de nitrogênio, os hidrocarbonetos, o ozônio e outros oxidantes fotoquímicos, chumbo e, em menor grau, o total de partículas suspensas de dióxido de carbono, enxofre e compostos orgânicos voláteis (SILVA et al., 2015).

Assim se pode afirmar que o aumento da urbanização, o congestionamento veicular e os altos custos dos meios de controle tornaram a poluição do ar urbano no Recife, um problema crucial. Também se pode perceber, a partir do que foi encontrado na literatura, que os poluentes e seus derivados podem produzir efeitos adversos à saúde, interagir e alterar as moléculas essenciais para os processos bioquímicos e fisiológicos do corpo humano.

Dióxido de carbono (CO₂)

A partir da área interna, é muito importante se adquirir a consciência de que os elementos poluentes que existem no ambiente exterior, não permanecem apenas na área de fora dos ambientes fechados, muito ao contrário, por serem em sua maioria, gases e/ou partículas microscópicas suspensas no ar, a tendência natural é que o próprio vento o leve para dentro dos ambientes fechados, isto é, dentro de casas, escritórios, edifícios, empresas, e qualquer outro espaço fechado por onde as pessoas podem se mover. O dióxido de carbono, por exemplo, é um desses gases que podem estar tanto na área externa quando nos ambientes fechados, e circula entre as pessoas e ambientes de modo deliberado (WANZELER et al., 201).

O dióxido de carbono é parte da composição do ar, que se origina naturalmente em diferentes processos, como atividade vulcânica, incêndios florestais e evaporação da água do mar, mas, acima de tudo, é liberado pela respiração de organismos vivos (BELTRAN et al., 2017).

Nobre (2015) afirma que esse gás, é incolor em sua constituição e inodoro, ou seja, não é perceptível nem aos olhos, nem ao olfato; mas é mais denso que o ar e ligeiramente solúvel na água onde forma ácido carbônico, não é inflamável, é produzido por um processo de combustão completa de combustíveis fósseis e por processos metabólicos. A concentração de dióxido de carbono aumentou cerca de 30% desde a revolução industrial. Nas áreas urbanas, é gerado em todos os processos em que ocorre a combustão de substâncias contendo carbono, emitido para a atmosfera através de chaminés de indústrias e veículos à motor.

Possui vários usos, incluindo: resfriamento de líquidos, combate a incêndio e como gás conservante. A principal preocupação ambiental com dióxido de carbono é o papel que esse composto desempenha como gás de efeito estufa que influencia as mudanças climáticas (HERZOG, 2018).

No que se refere aos danos causados, o CO₂ em concentrações muito altas leva a asfixia devido ao deslocamento de oxigênio. A exposição excessiva (concentração acima de 30.000 ppm) pode afetar o cérebro e causar dor de cabeça, baixa concentração e tontura, além de problemas respiratórios. Entretanto, em concentrações geralmente encontradas tanto no ambiente externo (300 a 400 ppm) quanto no interior (de 600 ppm a valores acima de 2000 ppm), não é tóxico e, em vez de ser considerado poluente, visto como um

indicador da qualidade do ar, pois é a principal fonte de emissão em ambientes fechados são as próprias pessoas, desde que nenhum dispositivo de combustão tenha sido instalado (HERZOG, 2018).



Figura 3: Dióxido de carbono gerado por veículos.

Sua concentração está diretamente relacionada ao índice de ventilação do ambiente em que está presente. Quando os níveis de CO₂ excedem 800 a 1.200 ppm em ambientes fechados, muitas pessoas começam a sentir desconforto, dores de cabeça, cansaço e problemas respiratórios, dependendo da concentração e da duração da exposição (BORDIGNON, 2016).

Os efeitos mais sérios ocorrem a partir de 5.000 ppm, onde desbotamentos podem até ocorrer, embora esses níveis geralmente não sejam alcançados em edifícios em condições normais, eles são típicos de ambientes fechados e confinados (BORDIGNON, 2016).

A Importância da Qualidade do Ar Interno (QAI)

Muitas pessoas não sabem que o ar interno é em média 2 a 5 vezes mais poluído que o ar externo. Além disso, se gasta mais de 90% do tempo em ambientes fechados, no trabalho ou em casa. Claramente, a exposição a poluentes ambientais não ocorre somente nas ruas, mas em ambientes fechados (KLAASSEN et al., 2015).

Conforme Cunha (2017), estima-se que as pessoas sofrem 72% da exposição a produtos químicos quando estão em ambientes fechados, o que paradoxalmente significa que, quando pensam que estão seguras em casa ou no escritório, é quando realmente estão expostas a maior risco. Curiosamente, a qualidade do ar interno é um problema que tem uma solução mais fácil, mais viável e mais barata do que resolver a tremenda situação da qualidade do ar externo que a maioria das grandes cidades do mundo sofrem.

No decorrer da década de 70 do século passado, e principalmente devido ao aumento dos preços da energia, os edifícios ficaram à prova d'água, melhor isolados, com a ideia de preservar melhor a energia. Isso afetou tanto edifícios residenciais quanto comerciais e administrativos. Ao mesmo tempo, a origem sintética de móveis, tapetes, revestimentos de interiores, tintas era cada vez mais frequente, sem levar em conta que emitiam muitos compostos para o interior. O efeito inesperado é que esse aumento na estanqueidade dos edifícios trouxe menos ventilação, ao mesmo tempo em que houve uma maior concentração de poluentes tanto em ambientes internos quanto em ambientes externos. Tais ações, levam uma deterioração da habitabilidade dos edifícios (LUNARDI et al., 2017).

O resultado, conhecido por todos, é que os prédios se tornaram uma armadilha para a saúde e o conforto de seus ocupantes. Sem exagerar, o aumento exponencial de doenças respiratórias experimentadas na sociedade ocidental não pode ser explicado sem que a qualidade do ar interior esteja no topo da lista de causas. Sendo assim, refletindo muitas pessoas afetadas, a conscientização pública sobre esses problemas aumentou, cunhando ou se tornando termos mais familiares, como a síndrome do prédio doente, sensibilidade química múltipla, Legionella, 2,5 partículas, VOC etc. Tudo isso foi acompanhado por um maior conhecimento sobre os efeitos da poluição em saúde: exposição curta ou longa e estabelecimento da relação causa-efeito de porque os edifícios podem ser prejudiciais à saúde (DILGUERIAN, 2015).

De todas as alternativas acima, as alterações subsequentes, tanto legislativas quanto no campo da indústria da construção, caíram. Como resultado do acesso ao conhecimento mencionado, começaram a ser estabelecidos valores-limite para a existência de poluentes no interior de edifícios. Estabeleceu-se que a exposição ao risco ocupacional de contaminantes não se limita apenas a ambientes industriais ou similares, mas também ocorre em ambientes fechados (LUNARDI et al., 2017).

A qualidade do ar interno ainda é um desafio. Portanto, as oportunidades para melhorar a saúde, o conforto, a qualidade de vida e a produtividade do trabalho também são imensas. Ao mesmo tempo, o fornecimento de serviços e produtos em relação à sustentabilidade e eficiência energética ligados à construção é, sem dúvida, uma fonte de investimento e, portanto, um gerador de empregos e valores para a sociedade em geral.

Compreendendo-se, que em ambientes internos, as pessoas são expostas a um vasto quantitativo de poluentes de inúmeras fontes e que merece, portanto, monitoramento e tratamento, tanto quanto nos ambientes externos.

Parâmetros para Medir a Qualidade do Ar Interno

Segundo Moreira et al. (2019), como regra geral, para medir a qualidade do ar interno, devem ser analisados os seguintes parâmetros: Níveis de formaldeído, conhecidos como compostos orgânicos voláteis (COV). E especificamente para seu amplo uso na indústria, é possivelmente o composto químico orgânico com a maior produção do mundo. É altamente inflamável e altamente volátil (CARSLAW et al., 2019); Níveis de material particulado, material particulado é a mistura de partículas líquidas e sólidas, de substâncias orgânicas e inorgânicas que estão em suspensão no ar. Sua composição é muito variada: de sulfatos, nitratos, amônia etc. e eles produzem reações químicas no ar (PEREIRA et al., 2015); Níveis de CO₂ ou dióxido de carbono: é um gás incolor e inodoro que faz parte da natureza e não é realmente tóxico, mas produz deslocamento de oxigênio e, em altas concentrações de mais de 30.000 ppm, pode causar asfixia (BELTRAN et al., 2017); Níveis de NO₂ ou dióxido de nitrogênio: é um composto químico gasoso, tóxico e irritante. Ocorre em incêndios florestais ou erupções vulcânicas, embora também naturalmente devido à decomposição de nitratos orgânicos. A exposição contínua ao NO₂ está relacionada a várias doenças do trato respiratório (FILHO, 2016); Níveis de SO₂ ou dióxido de enxofre, é um gás incolor e irritante com um odor pungente. A principal fonte de emissão de dióxido de enxofre é a combustão de derivados de petróleo e a

queima de carvão em usinas de energia e aquecimento central (LAGEMANN, 2016).

Além disso, a partir da tecnologia é possível se adquirir dispositivos que permitem medir e controlar a qualidade do ar interno através de diferentes tipos de sensores, sondas de qualidade do ar e controles inteligentes. Alguns dos sensores mais usados para avaliar a qualidade do ar interno são: Sensores de CO₂, usados para medir gás dióxido de carbono em partes por milhão (ppm). Os mais comuns são os sensores infravermelhos de CO₂ que baseiam sua operação no princípio de absorção de energia de compostos em um determinado comprimento de onda (KOELLN, 2017); Sensores de concentração de COV, compostos orgânicos voláteis (COV) são produtos químicos que contêm carbono, são encontrados na maioria dos elementos vivos e são facilmente convertidos em vapores ou gases. Esses tipos de sensores convertem a leitura feita em equivalentes em partes por milhão (ppm), seguindo uma referência semelhante aos sensores de CO₂. (PIRES, 2018); Sensores PM 2.5: avaliam partículas finas em suspensão. Este tipo de partículas que podem ter uma origem muito diversa pode causar problemas respiratórios e até doenças cardiovasculares. Para a medição deste parâmetro, normalmente são utilizados sensores do tipo laser (GUZMÁN et al, 2017); Sensores de umidade: também chamados termo-higrômetros. Eles medem a temperatura e a umidade relativa em um determinado ambiente. Seu uso é muito difundido, dada a incidência de umidade na qualidade do ar interno. (GUEDES et al., 2017).

Todos esses dispositivos, usados individualmente ou em conjunto, permitirão otimizar a ventilação, a fim de garantir um ambiente interno mais limpo e saudável. O custo desses sensores nem sempre são acessíveis para uso doméstico, portanto, eles se resumem ao uso corporativo, ou seja, pessoas jurídicas que, no desejo independente e manifesto de melhorar a qualidade do ar que se respira nos departamentos internos, investem recursos para a instalação, manutenção e manipulação desses sensores (MOREIRA et al., 2019).

As pessoas físicas, que querem obter o benefício de um ar interno de qualidade devem realizar a monitoramento por si mesmas. Neste trabalho de pesquisa será feita a montagem de um protótipo que pode ser utilizado localmente, de baixíssimo custo por meio da plataforma Arduino com a implantação de sensores adequados.

METODOLOGIA

Visando validar um protótipo eletrônico de pequeno porte (placa Arduino) configurada para receber a conexão de sensores ambientais, este trabalho foi pautado em uma pesquisa de campo exploratória, quantitativa e qualitativa, onde, com base nos resultados, foram executadas as seguintes etapas para desenvolvimento do experimento: Identificação das grandezas ambientais e aquisição dos sensores de baixo custo correspondentes; Construção dos protótipos de sensoriamento (placas Arduino, sensores e programas de computador, para captação, coleta e armazenagem de dados ambientais); Realização de experimentos de campo para efetuar as capturas de dados ambientais, e verificação de correlações entre as variáveis capturadas com base nas medidas descritivas (desvio padrão, média, valores máximos e mínimos).

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido parte no Laboratório do Instituto de Tecnologia de Pernambuco – IFPE, onde foram realizadas a montagem do protótipo e parte em campo, realizada em percursos predeterminados, dentro da Região Metropolitana do Recife (Figura 4).

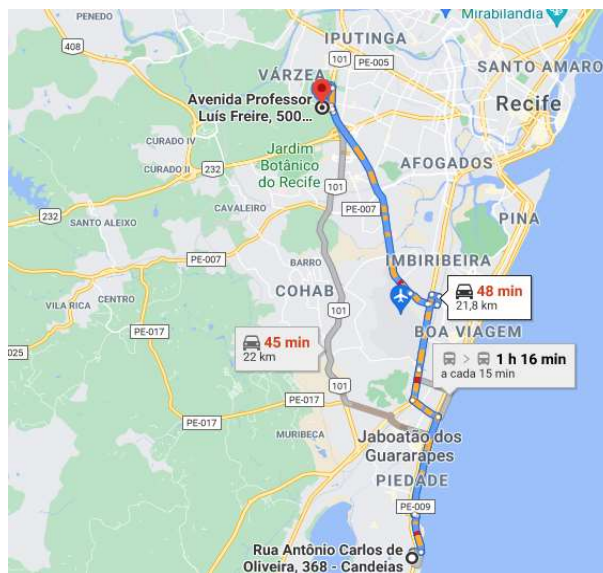


Figura 4: Percurso de medição.

Foram realizadas medições nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2021, destacando-se que não houve chuvas neste período de medição e o trajeto realizado neste estudo incorporou um cenário envolvendo os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Recife, tendo como base de referência para os testes as seguintes premissas: Quilometragem do Percurso: 25 km; Tempo de percurso: de 45 a 60 min, em média (variável conforme o horário de pico); Tráfego: Trânsito intenso; Horário: Manhã (entre 07:15 e 08:45); Percurso: Candeias – Av Recife – IFPE; Número de ocupantes: 1 pessoa. A Figura 10 apresenta os componentes básicos do protótipo utilizado.

A figura 6a e 6b apresenta o esquema básico do circuito. A figura 7 apresenta o dispositivo montado e pronto para os testes de campo. Os dados coletados pelo protótipo foram obtidos a partir das medições realizadas pelos sensores em dias e horários determinados e armazenados em uma base, para posterior tabulação e análise, com o auxílio do Microsoft Excel.



Figura 5: Componentes básicos do protótipo.

O funcionamento do protótipo ocorre quando o módulo sensor detecta a emissão do gás CO₂ gerado a partir de processos respiratórios dos ocupantes de veículos automotores e outras fontes (ambiente

externo). O protótipo (dispositivo móvel) foi instalado na parte central do automóvel, a uma altura de 50cm (cinquenta centímetros) do banco traseiro.

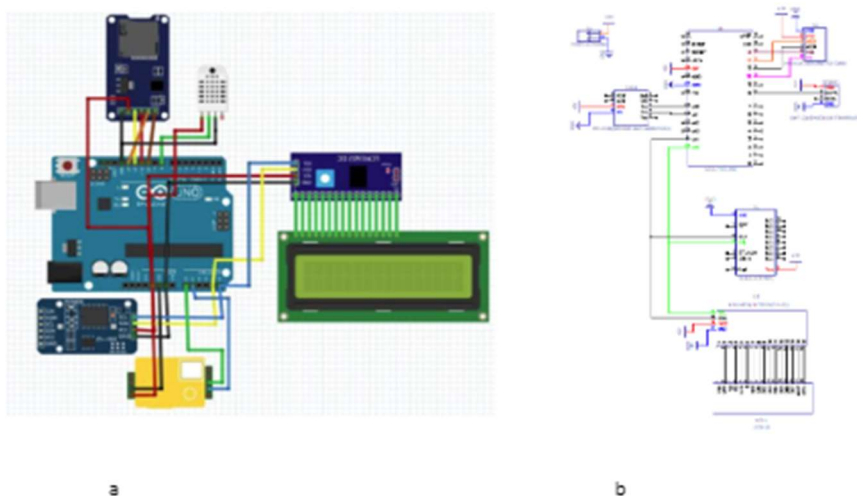


Figura 6 a e b: desenho básico do esquema



Figura 7: Dispositivo montado no veículo

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos referentes ao desenvolvimento e testes, foram realizados com a plataforma de prototipagem eletrônica de pequeno porte e baixo custo para captura de dados ambientais considerando dados de qualidade do ar. A análise foi feita a partir das médias dos intervalos contidos nos cenários pré-estabelecidos e os dados foram tabulados com o auxílio do Microsoft Excel.

Conhecimento das pessoas acerca dos danos causados pelo Dióxido de Carbono

O Dióxido de Carbono (CO_2) consiste em um gás que pode ser liberado por diversos organismos no processo da respiração, como nos seres humanos, sendo nocivo à saúde e ao meio ambiente, quando liberado em excesso.

Teste de campo e análise dos trajetos

Foram realizados três testes de campo com 25 km de trajeto e duração, em média, de 55 minutos de tempo para analisar as condições da concentração do CO_2 , sendo: uma com o ar-condicionado do veículo com renovação de ar (figura 8) e uma com o ar-condicionado do veículo sem renovação de ar (figura 9) e uma última com as janelas do veículo abertas. Contudo este último teve suas análises descartadas por se entender que as concentrações do CO_2 neste ambiente foram similares aos resultados apresentados com o

ar-condicionado do veículo com renovação.

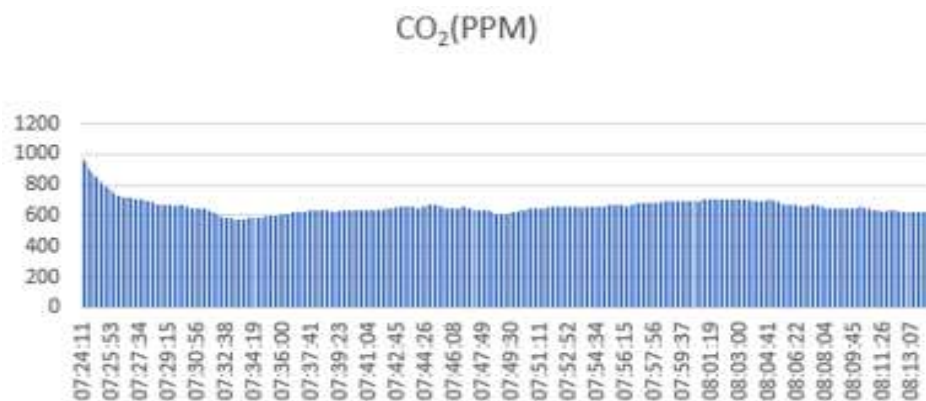


Figura 8: Com renovação de Ar-Recirculador Aberto

Nos testes de campo observou-se que, através das análises realizadas, existem diferenças significativas para essas 2 condições de utilização do ar-condicionado. Como pode-se observar a média geral de concentração do CO₂ em ppm para condução do veículo, realizadas nas 3 datas, com renovação do ar ficou em 695,7433ppm, enquanto a média geral de concentração de CO₂ em ppm para condução do veículo, realizadas nas 3 datas, sem a renovação do ar ficou em média 2986,7043ppm, ou seja, uma diferença de 2290,961 ppm entre as duas condições de condução. É importante ainda frisar que atingiu pico de 4000 ppm.

Tomando como base a Resolução nº 9/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2003), que estabelece que a concentração máxima permitida de concentração de CO₂ em ambiente interno é de 1000ppm, os testes apontaram que, na condução do veículo sem o sistema de renovação do ar ligado, os limites de concentração de CO₂ podem chegar a mais de 100% do permitido pelos órgãos regulamentadores.

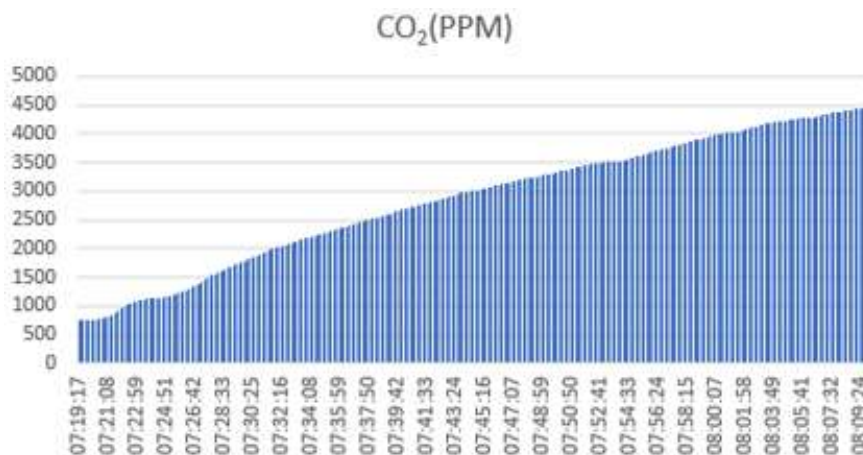


Figura 9: Sem renovação de Ar-Recirculador Fechado

Isto deve servir de alerta para os condutores de veículos que devem atentar sempre para condição em que estão conduzindo seus veículos, pois podem causar sérios danos à sua saúde e demais passageiros, em função do tempo de exposição.

Não obstante e mesmo descartado os resultados dos testes na condução do veículo com as janelas abertas, esta condição é a mais favorável para manter o menor nível médio de CO₂ no interior do veículo e consequentemente para quem está dentro dele. Contudo, em virtude das condições regionais de

temperaturas e de segurança pessoal, esta condição de condução não é recomendada.

Entretanto, deve-se ficar atento em relação as opções da utilização do re-circulador do ar fechado e aberto, pois a recirculação do ar interrompe a troca de ar com o ambiente externo, onde os passageiros passam a respirar apenas o oxigênio do interior do carro e expelindo o CO₂. Os gases distribuídos no interior do carro, voltam para o corpo e podem provocar diversos problemas de saúde, inclusive a fadiga ou sono.

Com relação a umidade, nas condições observadas, verificou-se que todas estão dentro das condições adequadas para a saúde do indivíduo, o que tornou irrelevante realizar estudos mais apurados sobre esta questão, mesmo em testes de condução do veículo em diferentes horários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que o ar é uma mistura gasosa fundamental para a vida do ser humano devido ao processo que ocorre no interior das células do corpo onde os alimentos são processados e transformados em energia, pela mudança que ocorre quando o oxigênio presente no ar é inspirado. O oxigênio presente no ar, ao ser inspirado, é absorvido na corrente sanguínea e o dióxido de carbono (CO₂) é expirado para a atmosfera.

A cada ano as concentrações de CO₂ na atmosfera é elevada pelas emissões de diversos agentes geradores. Este estudo teve como objetivo a demonstração da necessidade de se observar as altas taxas de concentração geradas de CO₂, no ambiente interno dos veículos automotores, e suas consequências em relação à saúde dos condutores, quando expostos a estas taxas por um tempo elevado.

Outro ponto importante apontado neste trabalho foram os níveis de percepção dos entrevistados, os quais na sua maioria, apesar de atentar para requisitos de manutenção como renovação do sistema de ar-condicionado e higienização do mesmo, não tinham o conhecimento dos danos que a exposição a taxas de CO₂ acima do permitido pelo órgão regulador (ANVISA) (1000ppm), poderiam causar à sua saúde e a de quem estiver com eles nos veículos durante o seu tempo de percurso diário.

Não obstante, o estudo tenha apontado para essa falta de informação com relação aos danos do CO₂ à saúde, pode-se observar que, a partir das respostas à perguntas referentes a esta questão, houve uma notória intenção em se ter um dispositivo que alertasse os condutores dos veículos, através de um sinal sonoro, sobre a elevação dos níveis de concentração de CO₂, para que possam tomar as providências necessárias para mitigar ou neutralizar o evento, como a recirculação do sistema de ar e/ou a abertura das janelas do veículo para troca de ar interna no veículo.

Isso deixou claro a relevância do estudo em questão, bem como a importância da adoção de dispositivos sonoros indicativos de excesso de CO₂ nos veículos automotivos, com o objetivo de evitar danos à saúde.

Sendo assim, a adoção desse tipo de sistema sonoro pode ajudar a reduzir em muito o aumento de doenças causadas pela exposição elevada do CO₂ em ambientes fechados, em especial os veículos automotivos.

REFERÊNCIAS

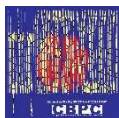
- BARRETO, S. M.; GIATTI, L.; CAMPOS, M. O.; ANDREAZZI, M. A.; MALTA, D. C.. Experimentação e uso atual de cigarro e outros produtos do tabaco entre escolares nas capitais brasileiras. *Rev. bras. epidemiol.* São Paulo, v.17, n.1, 2015.
- BELO, P. I. D.; TOFOLI, R.. **Quantificação dos níveis de partículas finas (MP2,5) no município de Vitória.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.
- BELTRAN, G. B.; SAKIYAMA, R. Z.; YAMAGUCHI, N. U.. Desenvolvimento de uma plataforma sem fio, para monitoramento dos níveis de CO₂ na atmosfera. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10. *Anais.* São Paulo, 2017.
- BORDIGNON, L.. **Efeitos do aumento da concentração de CO₂ atmosférico e da elevação da temperatura em plantas e suas interações biológicas.** Tese (Doutorado em Ecologia, conservação e manejo da vida silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- BRANCO, G. M.; WALSH, M. P.. **Controle da poluição dos veículos a Diesel: uma estratégia para o progresso no Brasil.** 3 ed. Rio de Janeiro: Fundação Hewlett, 2015.
- BRANCO, S. M.. **Poluição do ar.** 2 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2015.
- CORÁ, B.; LEIRIÃO, L. F.; MIRAGLIA, S. G. K.. Impacto da poluição do ar na saúde pública em municípios com elevada industrialização no estado de São Paulo. *RBCAM*, v.55, n.2, 2020.
- CUNHA, N. A.. **Acidentes de trabalho com exposição a material biológico: análise epidemiológica e percepção das vítimas, em Uberlândia-MG.** Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- DILGUERIAN, M. G.. **Síndrome do edifício doente.** 4 ed. Rio de Janeiro: Letras jurídicas, 2015.
- FAKHOURY, N. A.. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica de Energia e Fluidos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- FERNANDES, S.; IGREJAS, G.; FELICIANO, M.. Monitorização e controle de qualidade do ar interior em gabinetes de edifícios escolares. *Revista de Ciências Agrárias*, v.40, p.361-370, 2017.
- HERZOG, H. J.. **Carbon capture.** São Paulo: Mit press, 2018.
- ISBAEX, C.. **Influência da densidade do carvão vegetal na produção de ferro gusa.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- KLAASSEN, C. D.; WATKINS, J. B.. **Fundamentos em toxicologia de Casarett e Doull.** 4 ed. Rio de Janeiro: AMGH, 2015.
- LEITE, J. C.. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. *Sci. stud.* São Paulo, v.13, n.3, 2015.
- LIMA, A. L. R.; SILVA, V. L.. Dispositivo para monitoramento da qualidade do ar proveniente da emissão de monóxido de carbono (CO) por veículos automotores. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.3, n.6, p. 95-305, 2016.
- LUNARDI, M.; BONOTTO, D. M.. **As águas termais de Caldas Novas (GO), Brasil: Características químicas, físico-químicas e de radioatividade devido ao radônio e isótopos de urânio.** Porto alegre: Novas edições acadêmicas, 2017.
- MARTINS, P. M. S.. **Monitoração ambiental em espaços fechados.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2017.
- MOREIRA, J. R. S.; HERNANDEZ, A. H.. **Fundamentos e aplicações da psicrometria.** Rio de Janeiro: Blucher, 2019.
- NASCIMENTO, L. M. D.. **Inventário dos feitos modernizantes na cidade do Recife (1969-1975).** Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- NOBRE, C. A.. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas.** 4 ed. São José dos Campos: Rede Clima/INPE, 2015.
- PRESTELO, L. T.. **Avaliação do conforto ambiental em salas de aula com climatização artificial na cidade de Recife.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2017.
- QUADROS, M. E.. Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares. *Revista Tecnologia*, v.30, n.1, p.38-52, 2016.
- SANTOS, V. P.; MEDEIROS, A. P. P.; LIMA, T. A. C.; NASCIMENTO, L. F. C.. Poluentes atmosféricos associados ao peso insuficiente ao nascimento. *Rev Bras Epidemiol*, v.19, n.1, p.89-99, 2016.
- SARTORI, G.; MOLINA, L. A.; LIMA, W. C. G.. **Desenvolvimento de um sistema microcontrolado de baixo custo utilizando smartphone para aplicações de automação residencial.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Energia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- SCHIRMER, W. N.; PIAN, L. B.; SZYMANSKI, M. S. E.; GAUER, M. A.. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.16, n.8, p.3583-3590, 2011.
- SESMIL, E. L. F.. **Horta doméstica sustentável: planejamento e manejo orgânico.** Rio de Janeiro: Kul, 2016.
- SILVA, A. V. N.; SOUZA, W. M.; PEREIRA, S. V.. Emissão de gases poluentes por veículos automotivos em Recife-PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8, n.2, p.243-257, 2015.

WANZELER, T.; FÜLBER, H.; MERLIN, B.. Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de internet das coisas (IoT). In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES, 34. Anais. Santarém, 2016.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157703248243589121/>