

PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM CENTROS URBANOS: Avaliação e Promoção do Conhecimento em Crianças Residentes na Região Metropolitana da Grande Vitória (Espírito Santo)

Erica Coelho Pagel¹
Juciléia Sian das Neves²

RESUMO

Muitos estudos têm mostrado os impactos negativos da poluição atmosférica no agravamento de doenças, mas poucos têm mostrado que o envolvimento e a percepção deste público desempenham um papel educativo significante na redução da exposição aos contaminantes aéreos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a percepção da qualidade do ar, de crianças residentes na Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV – por meio da criação de um jogo de tabuleiro, bem como disseminar o conhecimento sobre o assunto. A RMGV foi escolhida pelo alto índice de reclamação da população da poeira depositada em suas residências, representando uma problemática nas zonas urbanas atuais. Os resultados mostraram que embora a maior parte das crianças classifica a qualidade do ar como “boa” e “regular”, foram encontradas na Escola 1 concentrações médias de material particulado acima dos limites recomendados pela Organização Mundial da Saúde. Os questionários revelaram que a fonte veicular é a mais reconhecida pelas crianças; por outro lado, a sessão de design possibilitou a ampliação das respostas, abarcando desde o cotidiano a questões do imaginário infantil. Tem-se que a expansão do conteúdo e reflexão de temáticas ambientais são de significativa importância na construção dos futuros cidadãos e da consciência ecológica.

Palavras-chave: percepção infantil; qualidade do ar; áreas urbanas; jogo de tabuleiro.

**PERCEPTION OF AIR QUALITY IN URBAN CENTERS: EVALUATION AND PROMOTION OF KNOWLEDGE
IN CHILDREN LIVING IN THE METROPOLITAN REGION OF VITÓRIA (ESPÍRITO SANTO)**

ABSTRACT

Many studies have shown the negative impacts of air pollution on the aggravation of diseases, but few have shown that the involvement and awareness of this public has a significant educational role in reducing exposure to airborne contaminants. The objective of this work was to evaluate the perception of air quality of children residing in the Metropolitan Region of Greater Vitória – RMGV – through the creation of a board game, as well as to disseminate knowledge on the subject. The RMGV was chosen due to the high rate of complaints from the population regarding the dust deposited in their homes, representing a problem in today's urban areas. The results showed that although most of the children classified the air quality as “good” and “regular”, mean concentrations of particulate matter were found in School 1 above the limits recommended by the World Health Organization. The questionnaires revealed that the vehicular source is the most recognized by the children, on the other hand, the design session allowed the expansion of the answers, covering from everyday life to questions of the children's imagination. It is clear that the expansion of content and reflection on environmental themes are of significant importance in the construction of future citizens and ecological awareness.

Keywords: child perception; air quality; urban areas; board game.

Submetido em: 15/7/2023

Aceito em: 7/12/2023

Publicado em: 16/04/2024

¹ Universidade Vila Velha. Vila Velha/ES, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-4484-1963>

² Universidade Vila Velha. Vila Velha/ES, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-3920-0937>

INTRODUÇÃO

A poluição do ar é um importante fator de risco nos centros metropolitanos desde meados do século 20, devido à acelerada urbanização que intensificou os níveis de poluentes (WHO, 2023a). Esta poluição é caracterizada por uma mistura de gases e partículas, que pode ser de origem natural ou antropogênica, afetando tanto o ambiente externo quanto o interior das edificações (Seinfeld; Pandis, 2016). Possui como principais impactos negativos os efeitos adversos à saúde da população, além do agravamento nas mudanças climáticas do planeta (IPCC, 2022).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde mais de 90% do público infantil do mundo reside em áreas com níveis de poluição do ar acima das diretrizes estabelecidas (WHO, 2013b). Trata-se de um risco invisível, que afeta principalmente a saúde das crianças, vulneráveis devido à imaturidade do seu sistema imunológico e pulmões, baixo peso corporal e alta taxa de inalação em comparação com os adultos (Aithal *et al.*, 2023). A poluição do ar é constantemente associada ao desenvolvimento de doenças crônicas, principalmente respiratórias, e o agravamento da asma infantil (Mazenq *et al.*, 2017). Wallace *et al.*, (2006) destacam que as crianças residentes em áreas metropolitanas estão expostas a taxas quatro vezes maiores do que preconizam as diretrizes da OMS.

No meio científico, a maior parte das pesquisas de qualidade do ar envolvendo crianças concentrarem-se em países desenvolvidos e tratam de forma passiva a questão, limitando-se à avaliação da concentração de contaminantes no espaço que esse público frequenta e da percepção por meio de questionários padronizados (Neves, 2023). Em sua maioria, não focam na reflexão e disseminação do assunto a essa população, mas de usá-la apenas como amostra quantitativa em busca de seus resultados. Acredita-se que aí se perde a oportunidade de colocar em prática o aumento da conscientização de todos em relação a esse problema ambiental (Neves, 2023). Liao *et al.* (2015) enfatizaram em seu trabalho a necessidade de se melhorar o conhecimento das principais fontes de contaminação do ar, como estratégia de educação, visando a uma maior eficácia do controle da poluição pelas gerações futuras.

Le *et al.*, (2021) afirmaram ser pioneiros no desenvolvimento e validação de questionários que exploraram as crenças e atitudes de crianças sobre a poluição atmosférica. A predominância é do envolvimento de alunos do Ensino Fundamental – geralmente a partir dos sete anos – que se dá pela maior independência em ler e responder as questões. De fato, em trabalhos como de Liao *et al.* (2015), Bu *et al.* (2016); Lin *et al.* (2016), que investigaram o público infantil abaixo de sete anos com a metodologia dos questionários, foram os pais ou responsáveis que responderam às perguntas, o que faz pensar se realmente as respostas refletem o pensamento das crianças.

Entre os trabalhos que tiveram experiências exitosas explorando o imaginário infantil e disseminando o conhecimento sobre a problemática da qualidade do ar com este público, tem-se Kim, Senick e Mainelis (2019) e Varaden *et al.* (2021).

Kim, Senick e Mainelis (2019) avaliaram a percepção de 19 crianças de baixa renda, entre 7 e 12 anos, e seus acompanhantes, utilizando diferentes metodologias, sobre a qualidade do ar interno de suas residências, na cidade de Elizabeth, Nova

Jersey, Estados Unidos. Foram realizadas sessões de apresentação de *slides*, discussão da temática, atividades de perguntas e respostas utilizando o recurso da escrita e de desenhos. A diversidade de métodos ampliou a possibilidade de respostas, principalmente dos pequenos. Os resultados mostraram que a qualidade do ar é percebida e avaliada primariamente por respostas sensoriais de percepção de conforto térmico, olfativo ou visual, sendo ainda pouco relacionada de fato a fontes de poluição do ar interno. Os autores também afirmam que instigar o conhecimento pela temática incentiva a busca pela melhoria da qualidade do ar, principalmente pela população de baixa renda, muitas vezes negligenciada desse conhecimento.

Outro fator importante nas pesquisas é a falta do encorajamento a atitudes visando a reduzir a exposição humana aos poluentes. O estudo de Varadene *et al.* (2021) diferencia-se neste aspecto, pois além da análise da percepção de 258 crianças entre 7 e 11 anos em cinco escolas de Londres, sobre a poluição atmosférica na cidade, abrangeu sessões de explanação sobre a temática da poluição do ar, além de incluir os participantes no monitoramento dos contaminantes por meio do uso de sensores de baixo custo, fixados em suas mochilas por uma semana. O estudo intitulado “*I am an air quality scientist*” – tradução nossa “Eu sou um cientista da qualidade do ar” – mostrou que o uso da ciência cidadã, a qual busca a participação da sociedade na pesquisa científica, fez com que as crianças fossem ativamente envolvidas no processo, estimulando a adesão do público infantil ao protocolo do estudo, além de encorajar a adoção de comportamentos positivos na redução da exposição.

Partindo do entendimento de que há uma lacuna de pesquisas que envolvam ações práticas de ampliação do conhecimento da população acerca das características, fontes e estratégias de mitigação da poluição atmosférica, coloca-se as seguintes questões: Qual o entendimento das crianças diante de uma temática ambiental presente no cotidiano do local em que residem? Será que as crianças percebem a problemática da poluição atmosférica e são capazes de delinear visões futuras para sua mitigação?

Este trabalho objetivou avaliar a percepção da qualidade do ar, sob a ótica infantil, na Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV – bem como colaborar com a disseminação do conhecimento dessa temática, por meio da aplicação de diferentes metodologias de ensino-aprendizagem, entre elas a criação de um jogo de tabuleiro voltado para crianças a partir de 8 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa incluiu os seguintes procedimentos metodológicos: a) seleção do local de estudo, b) criação de um jogo de tabuleiro, c) *workshop* de avaliação da percepção da poluição do ar e d) monitoramento da poluição atmosférica nos locais de estudo.

Local e população de estudo

A Região Metropolitana da Grande Vitória, formada por sete municípios – Vitória, Vila Velha, Cariacica, Serra, Viana, Guarapari e Fundão – conta com 1.969.174 habitantes, nos quais reside 48% da população do Estado, constituindo um dos principais polos de desenvolvimento urbano e industrial do Espírito Santo (IBGE, 2022). Esta região registra

reclamações frequentes da população ao órgão de proteção ambiental, referente à poeira sedimentada em suas residências (A Gazeta, 2023).

A problemática da qualidade do ar é um foco presente no dia a dia da população capixaba. Entre as principais fontes de poluição do ar na RMGV, as indústrias minero-side-rúrgicas, veículos, portos e aeroportos e a suspensão de partículas sobre as vias de tráfego e a construção civil são de importante contribuição para os níveis atuais de poluição (Santos *et al.*, 2017). O material particulado pode ser classificado em material particulado total (MPT), material particulado com diâmetro menor que 10 µm (MP_{10} , Partículas Inaláveis) e material particulado com diâmetro menor que 2,5 µm ($MP_{2,5}$, Partículas Respiráveis). Além desses, tem-se presente na região o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_X), monóxido de carbono (CO), entre outros poluentes (IEMA, 2023a).

Para realização desta pesquisa selecionou-se duas escolas públicas municipais de Ensino Fundamental I (Figura 1), localizadas na RMGV. O estudo proposto é quali-quantitativo, transversal, em que a amostra avaliada é composta por crianças, com idade entre 8 e 12 anos, estudantes dos 3º e 4º anos.

Figura 1 – Escolas selecionadas para a realização do estudo. (a) Localização da RMGV no Estado do Espírito Santo, (b) localização das duas escolas de estudo e do Parque Industrial na RMGV, (c) Vista de uma das salas de aula da Escola 1 e d) Vista da fachada da Escola 2



Fonte: (a) Adaptado de (IBGE, 2022), (b) Adaptado de Google maps, (c) e (d) As autoras.

A Escola 1 localiza-se em Serra – cidade de maior população da RMGV, com 546.405 habitantes. Foi construída em 1986, possuindo 17 salas de aula e dois pavimentos, com aproximadamente 800 alunos. A Escola 2 localiza-se na capital – Vitória – que conta com uma população de 331.785 habitantes. Começou suas atividades em 2008, quando a prefeitura adquiriu o imóvel de três pavimentos, com 10 salas de aula, possuindo aproximadamente 398 alunos.

Ambas as escolas localizam-se em zonas urbanas, próximas de diversas fontes de poluição atmosférica, tais como vias com diferentes fluxos de veículos, obras de construção civil e fazem divisa com o setor industrial. Segundo o Relatório Estadual da Qualidade do Ar de 2022 (Iema, 2023b), a Estação de Monitoramento de Carapina, na cidade de Serra, onde se localiza a Escola 1, captou em seus registros influências do complexo industrial localizado na Ponta de Tubarão na RMGV, principalmente em determinadas condições do vento. Da mesma forma, a Estação de Monitoramento de Jardim Camburi, na cidade de Vitória, onde se localiza a Escola 2, registrou o impacto das emissões industriais da Ponta de Tubarão e ainda a influência das fontes móveis veiculares em suas proximidades (Iema, 2023b).

Jogo de tabuleiro

Com o propósito de auxiliar na avaliação da percepção da qualidade do ar, além da disseminação deste conteúdo de forma lúdica e divertida entre os estudantes das escolas selecionadas, optou-se pela criação de um jogo de tabuleiro, voltado para crianças acima de 8 anos de idade, o qual denominou-se “jogo de tabuleiro Educa-Ar”.

Bittencourt e Scatolin (2023) mostram a crescente preocupação dos professores na adoção de práticas inovadoras no Ensino Fundamental. Schuster; Schlemmer (2023) discutem sobre a importância do denominado Projeto de Apredizagem Gamificado, em que *games* são decisivas ferramentas para a construção de situações de aprendizagem e práticas pedagógicas que se apropriam da cidade, como espaço para promover a educação cidadã.

Inicialmente foram realizadas algumas pesquisas sobre o *layout*, a forma e o conteúdo que seria abordado pelo instrumento sugerido. Em seguida a proposta do jogo foi submetida para avaliação por um grupo de especialistas nas áreas de educação e qualidade do ar com o intuito de validar e aprimorar a proposta pedagógica.

Cada especialista recebeu por *e-mail* um arquivo digital do projeto do jogo e quatro perguntas pertinentes à avaliação do conteúdo, estética, aplicabilidade e avaliação geral. A proposta pedagógica foi julgada por 15 profissionais, dos quais 3 da área da qualidade do ar e 12 da área da educação. Após receber a avaliação e sugestões dos grupos de especialistas houve uma revisão geral do material, chegando à versão final do jogo composta por um tabuleiro, 24 cartas, 6 pinos e um dado (Figura 2).

Figura 2 – Criação de material didático instrucional voltado para o ensino da qualidade do ar.
 (a) layout do tabuleiro do jogo Educa-Ar e (b) etapas do processo de confecção que envolveram corte das placas em cortadora *laser*, impressão do tabuleiro do jogo e das cartas em papel adesivo, finalizando com a montagem das peças



Fonte: As autoras.

As cartas foram divididas em grupos de quatro cores abordando os seguintes conjuntos de conteúdos: 8 cartas sobre conceitos gerais sobre a poluição atmosférica, 4 cartas sobre fontes de poluição do ar, 12 sobre curiosidades e dicas para qualidade do ar. Importante destacar o pioneirismo da proposta, uma vez que se tem inúmeros jogos voltados para educação ambiental, mas nenhum dirigido especificamente para a temática em questão.

Workshop da poluição do ar

Após a confecção do jogo de tabuleiro entrou-se em contato com as escolas selecionadas para apresentação prévia à direção das atividades pretendidas, seleção das turmas participantes e agendamento da quantidade de aulas necessárias para realização das atividades. O *workshop* incluiu diferentes ações realizadas dentro de cada escola: aula expositiva, prática com o jogo de tabuleiro, aplicação de questionários, sessão de *design* e debates (Figura 3).

Figura 3 – Imagens de um dos *workshops* realizados com as crianças do Ensino Fundamental da Escola 1: (a) aula expositiva sobre a qualidade do ar apresentada no auditório da Escola pelos pesquisadores a um grupo de estudantes do 3º ano, (b) crianças jogando, em grupos, o jogo de tabuleiro Educa - Ar



Fonte: As autoras.

A aula expositiva foi aplicada em 1 aula de 50 minutos e foram abordados os conceitos gerais de poluição do ar, principais fontes de poluição e estratégias de controle, por meio da projeção de *slides*, seguida por debates. O questionário foi composto de perguntas gerais sobre o respondente (faixa etária, sexo, ano escolar) e perguntas sobre a percepção da poluição atmosférica na sua casa, escola e bairro. As questões e as escalas de respostas seguiram recomendações da ISO 28802:2012 (EN ISO, 2012), além da adaptação de metodologias já aplicadas na literatura (Korsavi; Montazami; Mumovic, 2020; Le *et al.*, 2021; Liao *et al.*, 2015). Inicialmente foram dadas as devidas orientações e solicitado o preenchimento do questionário por cada aluno.

Em um segundo momento, com objetivo de avaliar mais livremente qual a percepção e o entendimento da qualidade do ar do ponto de vista infantil, foi realizada uma sessão de *design* em cada escola para responder três perguntas em formato livre, por meio de desenhos. As perguntas foram: “Como você acha que é um lugar com qualidade do ar ruim?”; em seguida: “Como manter o ar limpo e saudável na sua cidade?”; e para finalizar “Como você imagina sua cidade em 2040?”. Essas perguntas foram abordadas no intuito de as crianças poderem expressar sua criatividade em relação à poluição do ar, os efeitos causados e as alternativas que podem ser utilizadas para solucionar esse impasse.

Tanto os questionários padronizados quanto as perguntas para desenho livre foram previamente impressos e apresentados à equipe pedagógica da escola selecionada, juntamente com as datas previstas do *workshop* e a sessão de apresentação e interação do projeto. A aplicação dos questionários e os desenhos de avaliação da percepção da qualidade do ar tiveram duração de 3 aulas de 50 minutos no total.

O trabalho foi aprovado no Comitê de Ética em Seres Humanos sob protocolo nº 57101922.5.0000.5064, via plataforma Brasil. Todos os estudantes dos 3º e 4º anos foram convidados a participar, o termo de assentimento para assinatura dos alunos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis foram enviados na mochila da criança, com uma semana de antecedência da data agendada para início das atividades.

Monitoramento da poluição atmosférica

Para caracterização da exposição típica das crianças à poluição do ar na escola, foi feito um monitoramento contínuo por 24h, durante cinco dias letivos, simultaneamente às atividades dos *workshops* com os estudantes, utilizando um contador de partícula a laser automático ECOPM-V1 da marca EcoSoft, que mede minuto a minuto as concentrações de PTS, MP₁₀, MP_{2,5} e MP₁ (Partículas Totais em Suspensão, material particulado com diâmetro menor que 10 µm, material particulado com diâmetro menor que 2,5 µm e material particulado com diâmetro menor que 1 µm), os parâmetros ambientais temperatura do ar e umidade relativa do ar. O contador foi colocado a uma altura de 1,50 m em uma sala de aula do 3º ano de cada escola, de segunda à sexta-feira, entre os dias 24/10/2022 e 28/10/2022 na Escola 1 e entre os dias 13/3/2023 e 17/3/2023 na Escola 2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Percepção da qualidade do ar: questionários

De forma a avaliar o impacto da ferramenta didática criada na assimilação do conteúdo, optou-se por não aplicar o jogo com todas as crianças do *workshop*. Sendo assim, em ambas as escolas teve alunos que participaram do *workshop* e jogaram, e alunos que participaram do *workshop* e não jogaram o jogo de tabuleiro.

Na Escola 1 os questionários foram respondidos por 60 alunos. Dos participantes 23,64% (n=26) participaram do jogo e 30,9% (n=34) não participaram do jogo, dos quais 38,34% (n=23) meninos e 61,66% (n=37) meninas. Os resultados sobre a avaliação da percepção da qualidade do ar revelaram que a maioria dos alunos citou três fontes de poluição como principais: veículos (n=33 na residência, n=19 na escola e n=33 no bairro), mau cheiro/odores (n=24 na residência, n=15 na escola e n=26 no bairro) e suspensão do solo (n=20 na residência, n=12 na escola e n=21 no bairro).

A RMGV é uma região urbana altamente industrializada e em processo de expansão, com a qualidade do ar sendo afetada pela emissão de poluentes provenientes de diversas fontes, tais como veículos automotores, grandes empreendimentos industriais, do setor de logística (complexo portuário e aeroporto) entre outras (Iema, 2023b). Visto isso, pode-se notar que os alunos do Ensino Fundamental de ambas as

escolas, ao registrarem predominantemente a principal fonte a veicular, mostram que já conseguem compreender, independentemente da explanação prévia sobre a temática, como os veículos automotores são fortes influenciadores da piora na qualidade do ar e consequentemente na saúde humana.

O bairro da Escola 1 apresenta altos índices de mau cheiro/odores devido a lixões a céu aberto localizados pelo bairro e a suspensão do solo pela falta de pavimentação em diversas ruas, inclusive nas proximidades da escola. Isso pode ter refletido na percepção apontada pelas respostas dos alunos.

Outro ponto interessante a se notar é que, embora tenha havido um reconhecimento da presença de importantes fontes de poluição, verifica-se que grande parte dos alunos classifica como “boa” a qualidade do ar em seu bairro, na sua residência e em sua escola. Ressalta-se o fato de 20% dos estudantes relatarem que nenhum poluente afeta a escola, ou seja, atenta-se que a poluição aérea é de fato um “inimigo silencioso”, “invisível” (Kim; Senick; Mainelis, 2019), e que a disseminação do seu conhecimento é de suma importância para que as crianças possam entender seus efeitos adversos à saúde e as possíveis ações para sua redução.

Um estudo realizado na cidade de Delhi, na Índia, mostrou que metade da população está ciente da existência de um índice da qualidade do ar, mas não possui uma compreensão sobre suas reais implicações a saúde humana (Kumaar; Singh; Agarwal, 2023). Outro estudo sobre a percepção da qualidade do ar em Phnom Penh, no Cambodja mostra que a cidade apresenta concentrações de material particulado, frequentemente acima dos níveis recomendados pela OMS, entretanto os resultados dos questionários, respondidos *on line* por moradores da cidade, indicam que estes têm uma opinião neutra sobre a qualidade do ar. Segundo os autores, eles não parecem ter uma atenção cuidadosa de como é de fato a qualidade do ar, o que revela uma diferença significativa entre as percepções das pessoas e a realidade (Hang *et al.*, 2023).

Analizando o nível de incômodo com a poluição atmosférica pelos estudantes que participaram da atividade com o jogo de tabuleiro e por aqueles que não jogaram, observa-se que, em ambos os grupos, a maioria sente-se pouco incomodada com a qualidade do ar na residência ($n=19$ dos que participaram do jogo e $n=24$ dos que não participaram) e na escola ($n=15$ dos que participaram do jogo e $n=30$ dos que não participaram), em contraponto ao bairro ($n=15$ dos que participaram do jogo e $n=15$ dos que não participaram), em que o número de registros dos estudantes que se declararam pouco incomodados foi menor. O maior número de respostas categorizadas como extremamente incomodadas foi registrada em relação ao bairro pelos estudantes.

Pode-se inferir que as crianças, assim como a população em geral, atribuem os problemas de poluição do ar mais ao meio externo, desconhecendo muitas vezes a caracterização da poluição do ar dentro das edificações.

Na Escola 2 um total de 36 estudantes preencheram os questionários em sala de aula, 44,44% ($n=16$) dos quais participaram do jogo e 55,56% ($n=20$) não participaram. Nesta escola optou-se por não aplicar o jogo e nem a aula expositiva a uma turma de alunos, caracterizando um grupo que não teve contato com nenhuma explanação sobre a temática da qualidade do ar antes de se submeter à avaliação da sua percepção.

No bairro as três principais respostas foram o mau cheiro/odores, veículos e construção civil/obras. Na residência, os veículos influenciaram 55,55%, seguido do mau cheiro por 52,78%. Na escola, a suspensão do solo influenciou 33,33% e os veículos e o mau cheiro 30,55%. Observa-se similaridade entre esses resultados e os encontrados na Escola 1, o que de fato reforça que a fonte veicular é a principal reconhecida pelo público em questão.

Destaca-se, entretanto, os registros significativos da percepção do impacto das obras pelas crianças, característico do Bairro de Jardim Camburi, em Vitória, que passa por grande expansão na construção civil desde o final do século passado (Maioli *et al.*, 2018). A percepção da qualidade do ar no bairro é caracterizada como regular por 44,4% dos respondentes, seguida de boa (16,66%), péssima (16,66%) e ruim (13,88%). Em relação à percepção da qualidade do ar na escola, 52,78% responderam como boa e 30,55% como regular. Quanto à avaliação na residência, 41,67% avaliaram como boa e 30,55% como regular.

O problema com a poluição do ar na escola foi relatado por 43,75% como pouco incomodado e 37,50% moderadamente incomodado, observando-se que há ausência de muito e extremamente incomodado. De modo geral, a escola demonstrou ter uma qualidade do ar razoável na opinião dos alunos. Tal resultado pode ter sido influenciado pelo fato de as salas de aula da Escola 2 possibilitarem as trocas de ar com o meio externo, ao contrário da Escola 1, em que as janelas ficavam fechadas devido à utilização do ar-condicionado. Estudos mostram que uma percepção mais positiva da qualidade do ar também é atribuída pela presença da ventilação natural (Pallarés *et al.*, 2019). Importante notar que assim como na Escola 1, os alunos relataram estar mais incomodados com a poluição do ar no ambiente urbano do que no interior das edificações, o que evidencia a necessidade de se trabalhar o conteúdo da poluição do ar dentro das construções, suas fontes específicas e seus impactos à saúde.

Avaliação da Percepção da Qualidade do Ar: sessão de design

A segunda parte do *workshop* foi a sessão de desenhos de avaliação da percepção da qualidade do ar. Observou-se durante o processo de confecção que as crianças se sentiram livres para desenhar e foram muito coesas em suas representações. Foram realizados no total 652 desenhos pelas duas escolas, que foram catalogados em temas para interpretação em relação aos grupos que participaram do jogo de tabuleiro, da aula expositiva, de ambos (jogo e aula expositiva) e aqueles que não tiveram contato com a explanação de conteúdos pelas atividades.

Nota-se que para a primeira pergunta, “Como você acha que é um lugar com qualidade do ar ruim?”, o maior percentual dos desenhos foi de fábricas ($n=167$) tanto para os alunos que tiveram contato com o material instrucional quanto para aqueles em que não se explorou nenhum conteúdo prévio. Em seguida, as ilustrações mais representadas para esta pergunta foram o lixo/lixões ($n=42$), carros ($n=40$), poluição natural ($n=24$), desmatamento ($n=15$), queimadas ($n=2$) (Figura 4).

Tal fato pode ser devido à imagem marcante das chaminés na memória da população quando se fala em poluição do ar, somada à presença delas na paisagem da RMGV, devido à localização do Parque Industrial entre os municípios de Vitória e

Serra. O registro das crianças de muita fumaça saindo pelas chaminés nos desenhos revela claramente a compreensão da poluição atmosférica gerada por elas. Indústrias locais, como a de café, também foram lembradas e nomeadas em um dos desenhos. Estas ilustrações exibem também a compreensão da existência de fontes localizadas em regiões próximas ao bairro onde as crianças vivem, mostrando especialmente como a metodologia de desenhos livres permite a extração dos limites das respostas em comparação com a aplicação de questionários padronizados.

Significativa parte das ilustrações ser de fábricas e carros mostra como os resultados dos questionários, o conhecimento prévio das crianças sobre a temática, em que estas fontes são amplamente conhecidas como responsáveis pela poluição do ar. Alguns carros foram representados juntamente com as palavras “trânsito” e “engarrafamento”, o que deixa claro que os pequenos reconhecem o aumento do número de carros e as repercussões negativas do acúmulo do tráfego veicular nos centros urbanos.

Figura 4 – Esboços em resposta à pergunta: “Como você acha que é um lugar com qualidade do ar ruim?” (a) representando fábricas e indústrias locais com a presença de chaminés e muita fumaça. (b) Carros, presença de lixo e a destruição da natureza também foram registrados pelas crianças como sendo elementos que pioram a qualidade do ar



(a)



(b)

Fonte: As autoras.

Atualmente, devido à intensa discussão mundial, veiculada principalmente pelos meios de comunicação, sobre a contribuição da poluição atmosférica no aumento dos gases de efeito estufa e nas mudanças climáticas, percebe-se um aumento da informação da população sobre a influência das fontes veiculares e industriais na qualidade do ar, o que pode ter influenciado serem estes os elementos mais representados nas respostas das crianças.

Os alunos também representaram o acúmulo de sacos de lixo, registro de mau cheiro e esgoto. O acúmulo de lixo é um elemento que contribui principalmente para o mau odor olfativo. Embora a problemática da qualidade do ar ultrapasse as questões sensoriais, englobando inúmeros potenciais poluentes inodoros, mas com efeitos prejudiciais à saúde humana, outros estudos de percepção da qualidade do ar (Kim; Senick; Mainelis, 2019)

mostram que as pessoas em geral, sem o conhecimento específico e sem uma certa profundidade do assunto, tendem a associar poluição do ar com a presença de odores.

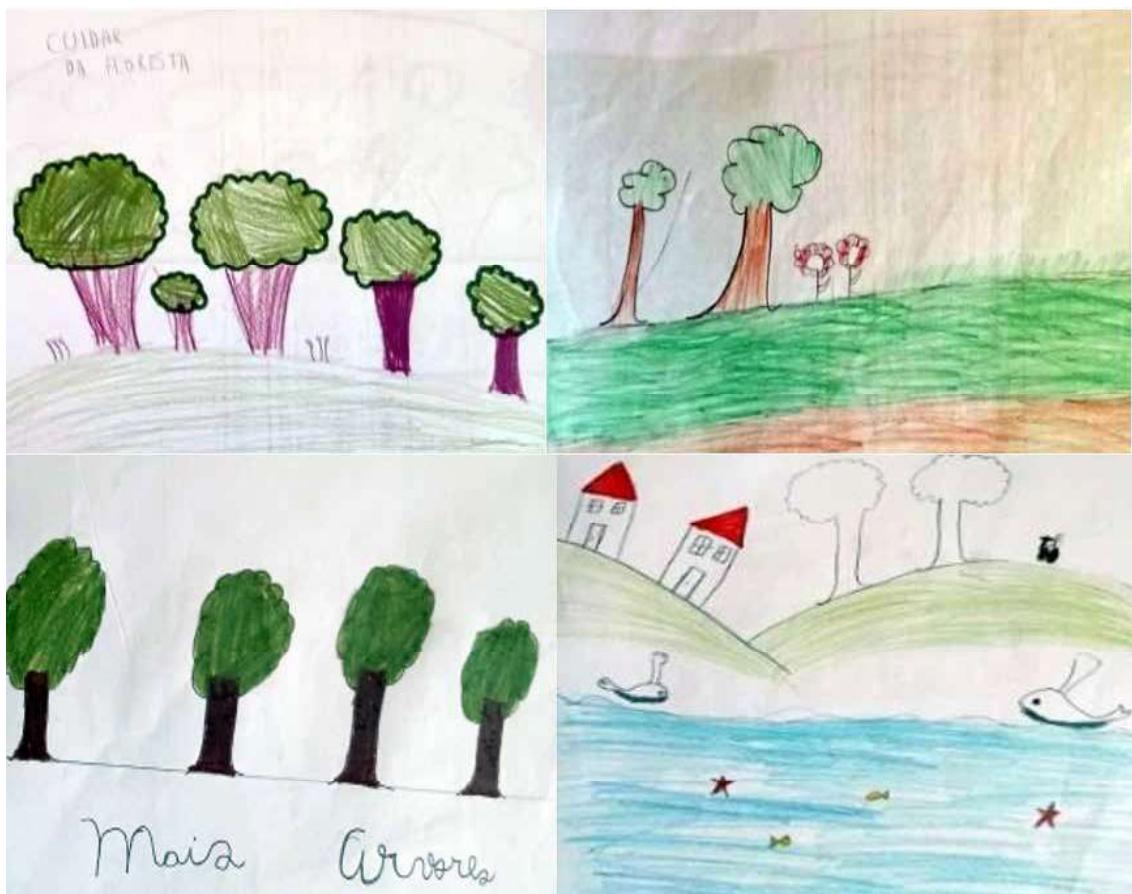
Interessante que um dos desenhos expôs a localização da fábrica ao lado de um prédio residencial, representando o apartamento em chamas. A presença do fogo em alguns desenhos, desmatamento, esboço de árvores sem folhagens ou paisagens inóspitas sem vegetação simbolizam, na visão das crianças, a associação entre a poluição, seja ela de qualquer natureza, com a degradação do meio ambiente.

Já no segundo desenho, em que foi pedido para ilustrar “Como manter o ar limpo e saudável na sua cidade?”, a predominância foi de representações da natureza ($n=168$) e alternativas de mobilidade ($n=30$) (Figura 5).

Os desenhos majoritariamente representando a natureza e o cuidado com ela indicaram que o público infantil não só assimilou claramente a ligação entre uma boa qualidade do ar e a preservação da natureza, como também mostrou bastante entusiasmo nesta ação ao descreverem suas ilustrações. A maior parte dos desenhos representavam árvores, paisagens com muito verde, flores, água limpa e animais. Alguns escreveram ao lado das imagens expressões como “cuidar da floresta” e “mais árvores”, o que fortalece a preocupação, na visão deste público, com a manutenção das áreas arborizadas nas cidades e a importância simbólica do elemento árvore neste cenário.

Rodrigues e Saheb (2018) reforçaram em seu trabalho a relevância da educação ambiental na formação dos seres humanos como cidadãos críticos, reflexivos e questionadores da realidade que os cerca. Desse modo, os autores colocam a importância de iniciar a educação ambiental ainda na Educação Infantil, uma vez que é nessa fase que a criança desenvolve valores que passa a defender e a levar por toda sua trajetória.

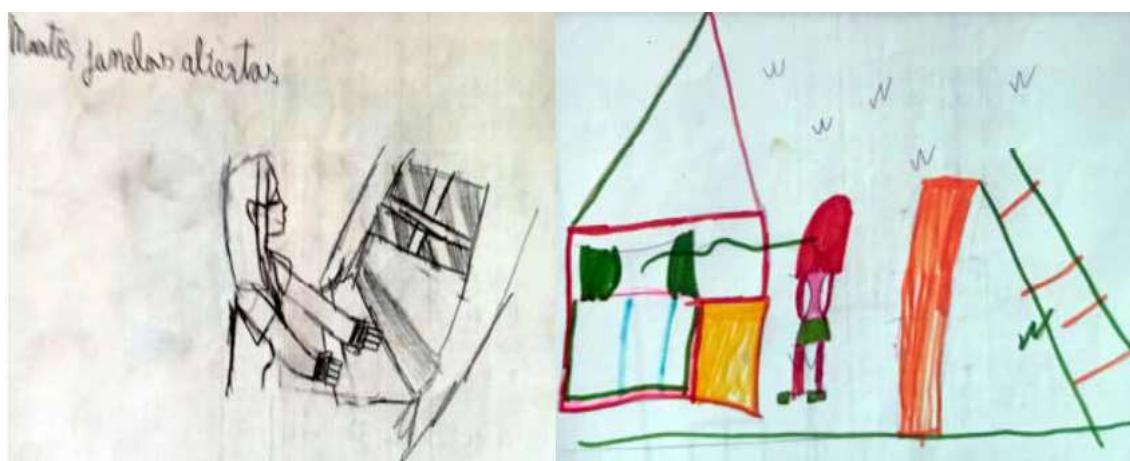
Figura 5 – Esboços em resposta à pergunta: “Como manter o ar limpo e saudável na sua cidade?” (a) representando majoritariamente os cuidados com a natureza, (b) alternativas de mobilidade do cotidiano infantil, tais como o uso de skate, patinete e moto elétrica e (c) ventilação natural nas construções por meio da representação de janelas abertas



(a)



(b)



(c)

Fonte: As autoras.

Na aula expositiva e no jogo de tabuleiro foi debatida a importância do uso de transportes limpos na melhoria da qualidade do ar, dando como exemplo o uso da bicicleta e o andar a pé, entretanto as alternativas de mobilidade desenhadas pelos estudantes foram além destas, ilustrando outros meios de locomoção, tais como *skates*, patinetes e motos elétricas. Estas soluções representadas fazem parte do cotidiano infantil e demonstraram a capacidade das crianças de adaptarem o conteúdo adquirido ao dia a dia que vivenciam.

Interessante reforçar que, mais uma vez, a prática da expressão artística por meio das ilustrações ultrapassou a resposta dos questionários padronizados, fazendo com que as crianças pudessem ampliar sua imaginação e expressão além do interrogado. Kim, Senick e Mainelis (2019) destacam o mérito dessas “representações abstratas” na visualização e exposição das informações pelas pessoas que têm menos conhecimento, sem necessidade de explicações muito profundas.

Reforça-se também a presença de um grupo de imagens ($n= 20$) com soluções de ventilação, representadas por janelas abertas nas construções, desenhadas pelos grupos que tiveram contato com o jogo e/ou a aula expositiva. Um dos desenhos chegou a ter a

frase “manter janelas abertas”. O conteúdo da importância da ventilação natural para a renovação do ar dos espaços internos a edificação, e consequentemente, a manutenção da salubridade destes foi trabalhado pelos pesquisadores com as crianças que tiveram contato com a aula expositiva ou com o jogo de tabuleiro.

Ao contrário disto, no grupo em que não se explorou conteúdos prévios sobre a poluição do ar, não houve expressão da solução de ventilação, em nenhum dos desenhos, como alternativa para a melhoria da qualidade do ar, mostrando a eficácia, na assimilação de novos conhecimentos, proporcionada pelo material instrucional utilizado.

A terceira pergunta, “Como você imagina sua cidade em 2040?”, visava a despertar um possível imaginário para a cidade futura. A maior parte das ilustrações (n=76) corresponderam a imagens que se dividiam em previsões positivas, com a representação de paisagens e vegetação, e previsões negativas, com desenhos que mostravam cidades poluídas, muitos carros, fábricas, presença de lixo nas ruas, paisagens devastadas e a destruição da natureza. Pode-se concluir que na visão das crianças este futuro em relação à solução dos problemas ambientais ainda se mostra incerto.

Figura 6 – Esboços em resposta à pergunta “Como você imagina sua cidade em 2040?:
(a) ilustrações de cenários otimistas, com a presença de paisagens, e cenários pessimistas, representando cenas com poluição, lixo, devastação da natureza e indicação de clima urbano acima de 52 graus; (b) Elementos do imaginário infantil em relação à tecnologia e meios de locomoção futuros já propagandeados pelos meios de comunicação atuais



(a)



(b)

Fonte: As autoras.

Notável o fato de que apenas os alunos que tiveram contato com a temática, por meio do jogo e/ou aula expositiva, tiveram estas representações em relação ao desenvolvimento das cidades. Um dos desenhos representou uma cidade inóspita e constava ao lado “clima 52 graus”, o que demonstrou a assimilação do conhecimento na associação da qualidade do ar e a preocupação com as mudanças climáticas. Não houve registros similares pelas crianças do grupo em que não se explorou nenhum conteúdo previamente, o que reforça a importância de instigar a reflexão de soluções em relação aos problemas ambientais urbanos.

O outro segmento temático das imagens produzidas pelas crianças, incluindo parte do grupo que teve contato com as explanações prévias de conteúdo e a totalidade do grupo que não teve contato nem com a aula expositiva nem com o jogo de tabuleiro, expuseram predominantemente previsões com objetos voadores, robôs e naves espaciais, (n= 66).

Este resultado surpreendeu, pois embora se esperasse uma expressão inovadora das crianças, as respostas representaram mais suposições de avanços nas tecnologias e meios de locomoção, muitos deles já presentes em filmes, desenhos animados e jogos, do que respostas em relação aos cenários urbanos futuros do ponto de vista ambiental. As ilustrações demostram naves espaciais abduzindo animais, carros que voam junto as estrelas, pessoas em skates voadores e robôs. Pode-se compreender que por falta

de embasamento do conteúdo por grande parte do grupo que fez estas ilustrações, somada ao fato de que estes elementos já são fortemente explorados como representações futurísticas em diversos filmes e desenhos animados, estas ilustrações fizeram parte das representações infantis.

Monitoramento do Material Particulado

As concentrações médias de material particulado e dos parâmetros ambientais foram monitoradas por cinco dias da semana (segunda a sexta-feira), nas Escolas 1 e 2 durante as atividades de avaliação da percepção da qualidade do ar (Tabela 1). De forma a caracterizar as condições climáticas externas durante o monitoramento, na Escola 1 registrou-se média da temperatura do ar de 24,5°C, umidade relativa do ar de 74%, dados pluviométricos de 0 mm e velocidade média do vento de 1,5 m/s. Na Escola 2 registrou-se média da temperatura do ar de 25,7°C, umidade relativa do ar de 73%, dados pluviométricos de 0 mm e velocidade média do vento de 1,1 m/s (Inmet, 2023).

As médias de 24 horas encontradas na Escola 1 ($MP_{1} = 3,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MP_{2,5} = 26,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MP_{10} = 153,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MPT = 298,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$) são bem superiores as concentrações médias encontradas na Escola 2 ($MP_{1} = 0,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MP_{2,5} = 3,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MP_{10} = 9,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MPT = 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ultrapassando inclusive os limites de média de curta duração (24h) de $MP_{2,5} = 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $MP_{10} = 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecidos pela OMS (WHO, 2023c).

Um resultado preocupante em se tratando da exposição infantil diariamente a esse poluente. Infere-se que a elevada concentração de material particulado neste ambiente é ocasionada pela influência do ambiente externo, principalmente da intensa atividade veicular e a presença de ruas sem pavimentação. Estudos mostram que os estudantes levam o material particulado ao entrar na escola, principalmente, em seus sapatos (Braniš; Řezáčová; Domasová, 2005). O fato de as janelas das salas permanecerem fechadas durante o horário escolar na Escola 1 devido à utilização frequente do ar-condicionado, em razão do desconforto por calor, contribui provavelmente para a ineficiência na dispersão do poluente e para baixa renovação do ar. Pallarés *et al.* (2019) mostram que o uso da ventilação natural em escolas favorece, em geral, a redução de partículas nos ambientes internos.

Tabela 1 – Média de concentrações de 24 h de material particulado e parâmetros ambientais durante os cinco dias de monitoramento nas Escolas 1 e 2. Observa-se que os valores médios registrados na Escola 1 foram superiores aos da Escola 2, ultrapassando os limites da OMS

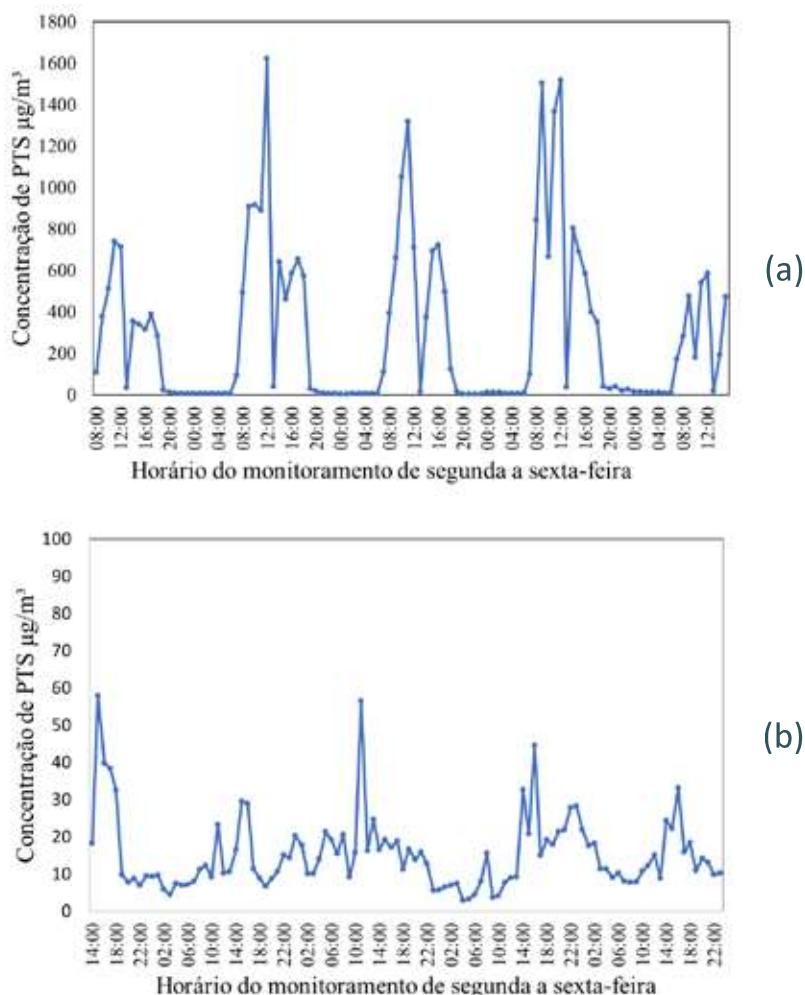
ESCOLA 1	MP1.0	MP 2.5	MP10	PTS	T (°C)	UR %
MÉDIA	3,31	26,79	153,89	298,08	27,14	53,07
MAX	11,2	114,1	807,5	1.621,80	30,8	67
MIN	0,8	2	3,1	3,1	24,9	32,3
DESVIO PADRÃO	2,6	28,68	192,17	392	1,23	8,59
ESCOLA 2	MP1.0	MP 2.5	MP10	PTS	T (°C)	UR %
MÉDIA	0,92	3,98	12,89	20,37	31,45	63,05
MAX	3,69	26,02	156,46	332,44	54,44	65,90
MIN	0,40	1,10	2,20	2,80	29,70	56,50
DESVIO PADRÃO	0,61	3,50	20,61	41,69	3,24	1,82

Fonte: As autoras.

A Figura 7 mostra que os maiores picos de média horária de concentração de material particulado ocorrem entre 8 h e 18 h, quando há a presença de estudantes, que contribuem principalmente para suspensão das partículas do chão por meio das suas movimentações. A concentração média de partículas diminui nos períodos noturnos e no período de almoço (entre 12 e 14 h), quando a presença de estudantes é menor ou nula. Avaliando a Escola 2 percebe-se a mesma tendência, porém pelo fato de nesta escola não haver a necessidade de ar-condicionado, e em consequência as janelas ficarem abertas durante o dia, o poluente que infiltra a edificação também é rapidamente exfiltrado através das constantes trocas de ar com o meio externo.

A Escola 1 apresenta picos de concentração média de Partículas Totais em Suspensão que chegam a até 1600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o que comprova a preocupação com a saúde dos usuários deste espaço, que estão expostos a essa concentração em uma considerável porção do dia. Reforça-se ainda a importância da verificação da qualidade do ar interno das edificações, pois mesmo com concentrações elevadas de material particulado detectadas no interior da escola, significativa parte da população infantil não percebeu a má qualidade do ar, como comprovaram os resultados dos questionários aplicados.

Figura 7 –Concentração média horária de Partículas Totais em Suspensão – PTS – durante o período das atividades realizadas, na a) Escola 1 e b) Escola 2, mostrando os altos valores encontrados deste poluente, principalmente na Escola 1



Fonte: As autoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição atmosférica é um assunto de grande importância para a saúde e qualidade de vida, especialmente para as crianças. Observou-se que a aplicação de multimétodos possibilitou maior argumentação no debate sobre o assunto, reforçando o valor educativo destas metodologias em conjunto, principalmente tratando-se do público infantil, que ainda possui suas formas de comunicação em desenvolvimento.

Percebeu-se que, apesar de as crianças demonstrarem conhecimento de algumas fontes de poluição do ar, usualmente propagadas pelos meios de comunicação – como indústrias e veículos – as atividades propostas impactaram no aprofundamento da temática pelos alunos, estendendo para situações do seu cotidiano e associando a poluição do ar com as preocupações ambientais emergentes. Desta forma, o grupo que teve contato previamente com a explanação do tópico foi capaz de representar conteúdos novos adquiridos sobre o assunto. A temática da poluição ambiental, de forma geral na atualidade, apresenta um panorama de discussão que faz parte das pautas em âmbito mundial, o que desperta maior interesse da população, e entre esta, do público escolar.

A criação e utilização de um jogo de tabuleiro na difusão deste conhecimento, por parte de um grupo de estudantes, mostrou-se uma ferramenta eficaz de ensino/aprendizagem, que além de passar a informação pretendida, proporcionou entusiasmo e motivou os alunos a participarem das atividades propostas da forma que eles mais gostam, brincando. Dessa forma, destaca-se a importância que o jogo de tabuleiro teve nos resultados evidenciados, principalmente pelos desenhos dos estudantes, encadeando a construção de valores e soluções para a mitigação das fontes de poluição atmosférica.

É relevante ressaltar entre as limitações encontradas ao longo desta pesquisa que, embora as crianças das turmas selecionadas quisessem participar das atividades propostas, houve dificuldade na concessão da autorização, por parte dos pais, para que os filhos pudessem participar do trabalho. Alguns perderam o termo para assinatura, outros esqueceram de enviar na mochila e ainda teve os que relataram considerar o trabalho “desnecessário”. Além disso, alguns pais explicitaram não saber ler e escrever, e por isso não autorizaram.

A escola é uma instituição de extrema relevância na sociedade e uma respeitável fonte de pensamentos. Ao trabalhar com assuntos específicos de forma lúdica e didática, divulga conhecimento, envolveativamente as crianças nas questões ambientais e, consequentemente, melhora a qualidade de vida das famílias que residem em seu entorno por meio da mudança de hábitos e comportamentos.

Desta forma, sugere-se que, em trabalhos futuros, novas formas de abordagem às famílias sejam propostas, e um maior número de escolas sejam incorporadas, objetivando ampliar o número de participantes. Orienta-se também que novas metodologias de ensino-aprendizagem possam ser aplicadas na difusão da temática, englobando, por exemplo, ferramentas digitais, adaptadas inclusive a outras faixas etárias. Destaca-se ainda que outros estudos possam explorar possíveis soluções e estratégias para lidar com esse desafio premente, visando potencialmente a influenciar políticas e ações efetivas de mitigação.

Os resultados deste trabalho pretendem contribuir ainda no entendimento e na caracterização de como esse tema é tratado pela sociedade, especialmente por crianças

em idade escolar, trazendo à tona a urgência da discussão e do envolvimento do público infantil mais ativamente nas questões ambientais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com apoio financeiro da Fapes – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo, edital nº12/2022. Agradecimentos especiais ao Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais (ARQAMB), da Universidade Vila Velha, e aos alunos de iniciação científica: Ana Elisa Muniz Reder, Anieli Pessi Schneider e Vitor Cunha Spadetto pela dedicada e carinhosa atuação no projeto.

REFERÊNCIAS

- A GAZETA. Monitoramento da poluição na Grande Vitória não pode ficar no ar. *Opinião da Gazeta*, Vitória, 15 nov. 2023, p. 1. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/editorial/monitoramento-da-poluicao-na-grande-vitoria-nao-pode-ficar-no-ar-1123>
- AITHAL, Sathya Swarup; SACHDEVA, Ishaan; KURMI, Om P. Air quality and respiratory health in children. *Breathe*, v. 19, p. 1-6, 2023.
- BITTENCOURT, Zoraia Aguiar; SCATOLIN, Patrícia. Práticas inovadoras no Ensino Fundamental: Um debate a partir de uma pesquisa de estado do conhecimento. *Revista Contexto & Educação*, v. 38, n. 120, p. e11372, 2023.
- BRANIŠ, Martin; ŘEZÁČOVÁ, Pavla; DOMASOVÁ, Markéta. The effect of outdoor air and indoor human activity on mass concentrations of PM10, PM2.5, and PM1 in a classroom. *Environmental Research*, v. 99, n. 2, p. 143-149, 2005.
- BRANIŠ, Martin; ŠAFRÁNEK, Jiří; HYTYCHOVÁ, Adéla. Exposure of children to airborne particulate matter of different size fractions during indoor physical education at school. *Building and Environment*, v. 44, n. 6, p. 1.246-1.252, 2009.
- BU, Zhongming; WANG, Lifang; WESCHLER, Louise B.; LI, Baizhan; SUNDELL, Jan; ZHANG, Yingping. Associations between perceptions of odors and dryness and children's asthma and allergies: A cross-sectional study of home environment in Baotou. *Building and Environment*, v. 106, p. 167-174, 2016.
- EN ISO. The European Standardization. EN ISO 28802:2012 – Ergonomics of the physical environment – an environmental survey involving. Dublin: National Standards Authority of Ireland, 2012.
- HANG, Leakhena; LORN, Sokles; AUN, Srean; UM, Dalin; TAING, Chanreaksmey. Materials Today : Proceedings Assessment of people' s perception of air quality in Phnom Penh , the capital city of Cambodia. *Materials Today: Proceedings*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.255>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2022*. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 28 mar. 2021.
- IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Qualidade do ar*. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/>. Acesso em: 30 jun. 2023a.
- IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Relatório da qualidade do ar na Grande Vitória 2022*. Cariacica: [S. n.], 2023b. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/qualidadedoar/relatorios>
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Estações automáticas*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- KIM, Sunyoung; SENICK, Jennifer A.; MAINELIS, Gediminas. Sensing the invisible: Understanding the perception of indoor air quality among children in low-income families. *International Journal of Child – Computer Interaction*, v. 19, p. 79-88, 2019.
- KORSAVI, Sepideh Sadat; MONTAZAMI, Azadeh; MUMOVIC, Dejan. Indoor air quality (IAQ) in naturally-ventilated primary schools in the UK: Occupant-related factors. *Building and Environment*, v. 180, n. May, p. 106.992, 2020.
- KUMAR, Kapil; SINGH, Vikram; AGARWAL, Amit. Perception of commuters towards air quality in Delhi. *Journal of Transport & Health*, v. 31, n. December 2022, p. 101.643, 2023.
- LE, H. T. C. H.; DANG, T. N.; WARE, R.; PHUNG, D.; THAI, P. K.; SLY, P. D.; LE NA, P. Using the health beliefs model to explore children's attitudes and beliefs on air pollution. *Public Health*, v. 196, p. 4-9, 2021.

- LIAO, Xiong; TU, Hong; MADDOCK, Jay E.; FAN, Si; LAN, Guilin; WU, Yanyan. Residents' perception of air quality, pollution sources, and air pollution control in Nanchang, China. *Atmospheric Pollution Research*, v. 6, n. 5, p. 835-841, 2015.
- LIN, Zhijin; NORBACK, Dan; WANG, Tingting; ZHANG, Xin; SHI, Jingjin; KAN, Haidong. The first 2-year home environment in relation to the new onset and remission of asthmatic and allergic symptoms in 4246 preschool children. *Science of the Total Environment*, v. 553, p. 204-210, 2016.
- MAIOLI, Ricardo Nacari; BARROS, Maria Cláudia de Souza Lemos Soares Brandão; BARROS, Joana Darc Pereira de; MOÇA, Isabela Finochi Fernandes; CONINCK, Igor Mattioli; PAGEL, Érica Coelho. A transformação da fachada na tipologia construtiva de edifícios comerciais verticais em Vitória – ES e sua relação com o conforto ambiental. *Complementariedade: arquitetura, engenharia e construção*. 1. ed. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. p. 287. v. 53.
- MAZENQ, Julie; DUBUS, Jean Christophe; GAUDART, Jean; CHARPIN, Denis; NOUGAIREDE, Antoine; VIUDES, Gilles; NOEL, Guilhem. Air pollution and children's asthma-related emergency hospital visits in southeastern France. *European Journal of Pediatrics*, v. 176, n. 6, p. 705-711, 2017.
- NEVES, Juciléia Sian das. *Percepção infantil sobre a qualidade do ar em áreas urbanas da Grande Vitória/ES*. 2023. 181 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Cidade) – Universidade Vila Velha, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Cidade, Vila Velha, 2023.
- PALLARÉS, Susana; GÓMEZ, Eva Trinidad; MARTÍNEZ, Africa; JORDÁN, Manuel Miguel. The relationship between indoor and outdoor levels of PM10 and its chemical composition at schools in a coastal region in Spain. *Helijon*, v. 5, n. 8, 2019.
- RODRIGUES, Daniela Gureski; SAHEB, Daniele. A educação ambiental na educação infantil segundo os saberes de Morin. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 99, n. 253, p. 573-588, 2018.
- SANTOS, Jane Meri; REIS, Neyval Costa; GALVÃO, Elson Silva; SILVEIRA, Alexander; GOULART, Elisa Valentim; LIMA, Ana Teresa. Source apportionment of settleable particles in an impacted urban and industrialized region in Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 24, n. 27, p. 22.026-22.039, 2017.
- SCHUSTER, Bruna Elisa; SCHLEMMER, Eliane. A cidade como espaço de aprendizagem: da cultura ao turismo – o patrimônio de Bom Princípio. *Revista Contexto & Educação*, v. 38, n. 120, p. e13440, 2023.
- SEINFELD, John H.; PANDIS, S. N. *Atmospheric Chemistry and Physics From Air Pollution to Climate Change*. 3. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- VARADEN, Diana; LEIDLAND, Einar; LIM, Shanon; BARRATT, Benjamin. "I am an air quality scientist"—Using citizen science to characterise school children's exposure to air pollution. *Environmental Research*, v. 201, n. May, 2021.
- WALLACE, Lance; WILLIAMS, Ron; REA, Anne; CROGHAN, Carry. Continuous weeklong measurements of personal exposures and indoor concentrations of fine particles for 37 health-impaired North Carolina residents for up to four seasons. *Atmospheric Environment*, v. 40, n. 3, p. 399-414, 2006.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Ambient (outdoor) air pollution*. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: 29 jun. 2023a.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO global air quality guidelines*. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: 13 dez. 2023b.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Air Pollution and Child Health*. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: 29 jun. 2023c..

Autor correspondente:

Erica Coelho Pagel

Universidade Vila Velha

Avenida Comissário José Dantas de Melo, 21 – Boa Vista II

Vila Velha/ES, Brasil – CEP 29102-920

erica.pagel@gmail.com

Este é um artigo de acesso aberto distribuído
sob os termos da licença Creative Commons.

