

# QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES FECHADOS: UMA REVISÃO

## AIR QUALITY IN CLOSED ENVIRONMENTS: A REVIEW

MARIA JOSÉ LAGARES<sup>1</sup>, GILSILENE MENEZES DA SILVA<sup>2</sup>, JOSEFA TAVARES DE ALMEIDA MORAIS<sup>2</sup>, LUAN DIVINO ALVES FERREIRA<sup>2</sup>, ADIBE GEORGES KHOURI<sup>2</sup>, ARTHUR DE CARVALHO E SILVA<sup>2</sup>, ÁLVARO PAULO SILVA SOUZA<sup>2\*</sup>

1. Bacharel em Farmácia pela Faculdade Estácio de Sá de Goiás-FESGO; 2. Docente do curso de Farmácia da Faculdade Estácio de Sá de Goiás-FESGO

\* Avenida Goiás, Quadra 2.1, Lote Área, Loja 2, , 2151 - Setor Central. CEP: 74063010. [alvaro.farmaceutico@hotmail.com](mailto:alvaro.farmaceutico@hotmail.com)

Recebido em 08/06/2020. Aceito para publicação em 14/10/2020

### RESUMO

**Introdução:** Os efeitos da poluição do ar têm fortes impactos na saúde humana podendo levar a desfechos graves. Os efeitos na saúde associados a qualidade do ar resultam de uma combinação de condições ambientais e seu impacto é dependente do grau de exposição. O efeito tóxico dos poluentes é sentido de forma diferente entre indivíduos, dependendo da causa, fatores, dimensão, zona de residência, idade, vulnerabilidade social, tolerância individual, capacidade de se recuperar e adaptar a futuras circunstâncias. **Objetivo:** Realizar revisão sistematizada da literatura a respeito da qualidade do ar interno e analisar os seus efeitos na saúde humana. **Métodos:** A pesquisa foi realizada com busca sistematizada na base dados BVS, utilizando os termos *Indoor quality air AND health*, que resgatou 84 artigos originais. Após leitura e testes de relevância foram selecionados 8 artigos. **Resultados e Discussão:** A literatura apontou que a poluição do ar interior tem potencial impacto na saúde humana por diversos fatores, sendo que exposição a fumaça de cigarro, queima de materiais como madeira para cozinhar ou aquecer casas, promovem uma maior carga de material particulado dentro das casas afetando gestantes que podem ter parto prematuro ou bebê de baixo peso e crianças menores de 5 anos, que são acometidas por infecções agudas do trato respiratório inferior, como pneumonia que é uma das maiores causas de morte por doenças respiratórias em crianças no mundo. **Considerações finais:** Os estudos mostraram que a exposição aos poluentes e ventilação inadequada elevam os riscos, e que medidas preventivas para evitar essa exposição e a melhora estrutural das casas diminuiria os riscos de ter um nascimento prematuro ou com baixo peso, ou ser acometido por infecções respiratórias poderiam ser evitadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição do ar; Qualidade do ar; Saúde; Ambiente interno.

### ABSTRACT

**Introduction:** The effects of air pollution have strong impacts on human health and can lead to serious outcomes. The health effects associated with air quality result from a combination of environmental conditions and their impact depend on the degree of exposure. The toxic effect of pollutants is perceived differently between individuals, depending on the cause, factors, size, area of residence, age, social vulnerability, individual tolerance, ability to recover and adapt to future circumstances. **Objective:** The aim of this work was to carry out a review of the literature on indoor air quality and analyze its effects on human health. **Methods:** The research was carried out with a systematic search in the BVS database, using the terms *Indoor quality air AND health*, which retrieved 84 original articles. After reading and curating the obtained articles, eight articles were selected for further exploration. **Results and Discussion:** The literature pointed out that indoor air pollution has a potential impact on human health due to factors, such as exposure to cigarette smoke, burning of materials such as wood for cooking or heating homes, promoting a greater load of particulate material within homes affecting pregnant women who may have a premature birth or low birth weight baby and children under 5 years old, who are affected by acute infections of the lower respiratory tract, such as pneumonia which is one of the biggest causes of death from respiratory diseases in children worldwide. **Final considerations:** Studies have shown that exposure to pollutants and inadequate ventilation increase the risks, and that preventive measures to avoid such exposure and structural improvement of homes would decrease the risks of having a premature or underweight birth, or even avoid being affected by infections respiratory problems.

**KEYWORDS:** Air pollution; Air quality; Cheers; Internal environment.

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da agência ambiental das Nações Unidas, a poluição do ar tornou-se uma preocupação crescente nos últimos anos, e a sua qualidade está em ampla discussão em pautas no mundo todo. Entidades e organizações internacionais vêm promovendo eventos a níveis regionais e globais, com foco na carga de doenças relacionadas a poluentes flutuantes na atmosfera, que causam uma entre oito mortes por ano, sendo a maior causa relacionada a mortes por problemas ambientais (ONU, 2017).

A poluição do ar causa enorme impacto na saúde humana, atingindo pessoas de todas as idades, em diferentes condições de vida. São poluentes diversos como gases, partículas sólidas, aerossóis, dentre outros, podendo ser tóxicos ao organismo humano, agredindo pulmão, coração e cérebro, passando pelas barreiras naturais do corpo, elevando os números de morbimortalidade por doenças cardíacas, pulmonares, cerebrais e câncer. Micropartículas chegam à corrente sanguínea, inflamam e comprimem os vasos sanguíneos aumentando a pressão arterial, podendo evoluir para acidente vascular cerebral ou se juntar às gorduras nas paredes das artérias, formando placas obstrutivas (OMS 2016).

Dessa forma, a Organização Mundial de Saúde (OMS) elaborou um relatório no ano de 2006 cujo título é “A prevenção de doenças por meio de ambientes saudáveis” –, com o intuito de realizar uma avaliação global da exposição e carga de doenças resultantes. Dos dados apresentados, 92% da população mundial vivia em locais onde os níveis de poluição do ar excediam as diretrizes da OMS para a média anual de material particulado, com diâmetro entre 2,5 e 10,0 micrômetros (OMS, 2016).

Dez anos depois, em 2016, o relatório foi atualizado e apresentou a segunda edição, com o tema “Prevenindo doenças através de ambientes saudáveis” e revelou que, desde a primeira edição do relatório, as mortes por doenças não transmissíveis (DNTs), principalmente as atribuíveis a poluição do ar, totalizaram 8,2 milhões de morte, sendo que as doenças respiratórias crônicas, doenças cardíacas, acidentes vasculares e câncer somam quase 2/3 do total de mortes causadas por poluentes ambientais (OMS, 2016).

Mais recentemente em 2018, ocorreu em Genebra-Suíça a primeira conferência global sobre a poluição do ar, agora com o tema, “Melhorar a qualidade do ar, combater alterações climáticas-salvar vidas”. Um novo balanço foi apresentado à imprensa internacional, evidenciando que a poluição do ar mata por ano cerca de 7 milhões de pessoas, sendo que 600 mil são crianças. Além disso, vale ressaltar que quase metade das mortes por pneumonia em menores de 5 anos, são causadas por inalação de material particulado (MP) da

poluição do ar em residências, os MPs são encontrados em todos os ambientes internos e tem o potencial de exceder os níveis ao ar livre (OMS, 2018).

Esse MP encontrado em ambientes internos como nas residências, locais de trabalho, hospitais, áreas de lazer e shoppings, presentes na poluição do ar, pode ocasionar doenças por diversos fatores, além de agentes químicos e biológicos, poluentes do ar externo, temperatura, umidade, ventilação mecânica, cozimento de alimentos são fatores que contribuem para a emissão de MP no ar. Dentre estes fatores, estão os poluentes e contaminantes, o monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), compostos orgânicos voláteis (COV), material particulado (MP), micro-organismos, fungos, bactérias, ácaros, esporos, poeiras, fumaça de tabaco, dentre outros (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).

Os efeitos na saúde humana podem ser imediatos, como os sintomas característicos aos da gripe e resfriados: dores de cabeça, coriza, irritação dos olhos e garganta, fadiga, sonolência, e ser mais exacerbados em pessoas sensíveis com imunidade baixa. A longo prazo e/ou a repetidas exposições, podem gerar doenças graves, como câncer, doenças pulmonares, cardiovasculares, entre outras (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).

Diante desse cenário o objetivo desse estudo é verificar a qualidade do ar em ambientes fechados e suas implicações para a saúde humana. Sistematizar os estudos desenvolvidos ao redor do mundo, abordar questões vinculadas à avaliação da exposição aos poluentes. Descrever os principais contaminantes potencialmente prejudiciais à saúde humana, compreender a relação entre a qualidade do ar e a saúde para desenvolver uma abordagem a fim de contribuir para a prevenção de riscos e agravos na saúde, além da redução de gastos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado uma revisão de forma sistematizada da literatura abordando o tema “Qualidade do ar em ambientes fechados” com busca por artigos científicos que tinham como objeto de estudo a qualidade do ar em ambientes fechados e suas implicações à saúde humana. Para a seleção dos artigos foram utilizados como descritores para a pesquisa os termos que constam nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), não restritos a fim de ampliar a busca na base de dados. Para seleção dos artigos foram utilizados como palavras-chave os te descritores *indoor quality air AND health* ligados entre si. Foi realizada consulta na base de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) no dia 26/08/2019, utilizando filtros para publicações

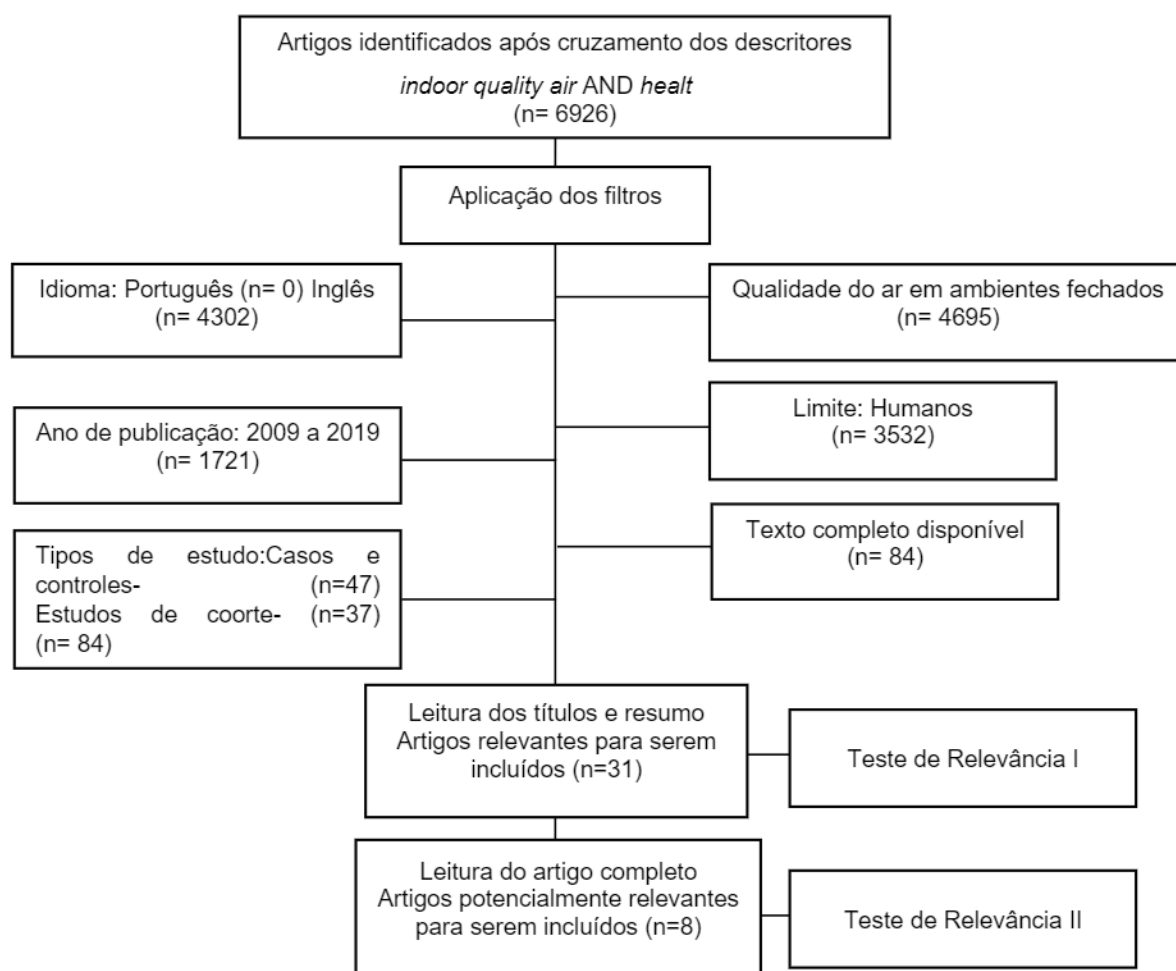
do tipo artigo, nos últimos 10 anos (2009 a 2019), sendo estudos de coorte e de caso e controle, com limite para humanos, nos idiomas de língua inglesa e portuguesa, texto completo disponível, tendo como objeto de estudo a qualidade do ar em ambientes internos, os efeitos da poluição, os riscos associados às infecções respiratórias, pneumonia e asma na infância e suas complicações.

Após aplicação dos filtros iniciou-se o processo de inclusão e exclusão dos artigos. Na primeira etapa realizou-se a leitura dos títulos e resumos, efetuando a exclusão dos artigos que não se enquadraram nos objetivos do estudo. Após finalizar a primeira etapa, iniciou-se a segunda etapa, realizando a leitura de todo o artigo para verificação se realmente se enquadrava no tema proposto. A seleção dos artigos foi realizada por quatro avaliadores que fizeram a leitura completa dos artigos e depois era feita troca dos artigos entre os avaliadores para a inclusão dos artigos que se enquadravam no tema proposto, havendo discordância

um quinto avaliador era convocado para o parecer final. Aqueles artigos que não se enquadraram foram excluídos e os artigos restantes foram incluídos no estudo para análise e reflexão crítica do tema.

### 3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

A busca inicial baseada na combinação dos termos Indoor quality air AND health resgatou 84 artigos originais. Após a leitura do título, resumo e conclusão, foram usados os critérios de relevância ao objetivo do trabalho e comprovação do estudo, que excluiu 53 artigos, que não se enquadram no tema principal a ser abordado, restando 31 artigos. Após discussão foram excluídos os temas relacionados a idosos e incluídos aqueles referente a crianças com a faixa etária de 0 a 5 anos e gestantes, o que excluiu 23 artigos, restando 8 artigos para revisão (Figura 1).



**Figura 1-** Fluxograma da seleção dos artigos selecionados para o estudo

Após aplicação dos filtros e dos critérios de inclusão, foram definidos como base para discussão desta revisão 8 artigos originais sendo três estudos de

coorte, quatro estudos de caso e controle e um estudo longitudinal. No quadro 1, estão apresentados os dados dos artigos incluídos nesta revisão.

Quadro 1: Artigos selecionados para revisão.

Artigo	Autor/ Ano	Conclusão
<i>Indoor and outdoor concentrations and determinants of NO<sub>2</sub> in a cohort of 1-year-old children in Valencia, Spain.</i>	Espluges et al. 2010	As concentrações de NO <sub>2</sub> encontradas no ambiente interno não se diferenciou muito da concentração encontrada no ambiente externo, não permitindo classificar qual ambiente é mais poluído. As elevadas concentrações de NO <sub>2</sub> em ambientes fechados e as repetidas exposições a esse poluente, principalmente pelas crianças causam graves problemas respiratórios.
<i>Home environment and indoor air pollution exposure in an African birth cohort study.</i>	Vanker et al. 2015	A poluição do ar interno é causada principalmente pelos poluentes: benzeno, CO, NO <sub>2</sub> , fumaça de tabaco. Esses poluentes foram detectados em altas concentrações e estão estritamente ligados aos danos causados na saúde das crianças.
<i>Cooking fuel type, household ventilation, and the risk of acute lower respiratory illness in urban Bangladeshi children: a longitudinal study.</i>	Murray et al. 2012	Avalia o tipo de combustível para cozinhar, ventilação doméstica e risco de morte por doenças respiratórias das vias aéreas inferiores em crianças e conclui que uma ventilação adequada, melhor estrutura das casas e higiene diminuiriam substancialmente a incidência das infecções e morte em crianças menores de 5 anos.
<i>Low birth weight and prenatal exposure to indoor pollution from tobacco smoke and wood fuel smoke: a matched case-control study in Gaza Strip.</i>	Abusalah et al. 2012	O estudo avaliou a exposição pré-natal à fumaça dentro de casa e concluiu que a exposição a fumaça de cigarro, cachimbo d'água e de queima de madeira causa retardo no crescimento fetal. Dessa forma, medidas preventivas poderiam diminuir a incidência de nascimento de bebês de baixo peso.
<i>Indoor exposure to particulate matter and the incidence of acute lower respiratory infections among children: a birth cohort study in urban Bangladesh.</i>	Gurley et al. 2013	O estudo avaliou a exposição interna a material particulado e a incidência de infecções respiratórias em crianças de até 2 anos, das crianças avaliadas, todas tiveram ao menos um episódio de infecção respiratória. As crianças de 0 a 11 meses tiveram 43% mais chances comparadas as crianças de 12 a 24 meses, o que demonstra a necessidade de adoção de medidas preventivas para redução de exposição a partículas a fim de diminuir os riscos e mortes em bebês que são mais suscetíveis.
<i>Effects of residential indoor air quality and household ventilation on preterm birth and term low birth weight in Los Angeles County, California.</i>	<u>Ghosh, Jo Kay C; Wilhelm, Michelle; Ritz, Beate.</u> 2013	O estudo avaliou os efeitos da qualidade do ar residencial no nascimento prematuro e bebê de baixo peso, a conclusão foi que as grávidas que tiveram contato regular com fumantes, usaram produtos pessoais e domésticos em spray e pouca ventilação dentro de casa aumentaram significativamente as chances de ter bebê prematuro e de baixo peso, enquanto que as que tiveram contato e mantiveram boa ventilação dentro de casa reduziram estes riscos consideravelmente.
<i>Household air quality risk factors associated with childhood pneumonia in urban Dhaka, Bangladesh.</i>	Ram et al. 2014	Estudo de caso-controle realizado em Bangladesh com objetivo de associar à concentração de material particulado oriundo de fogão a base de combustível fóssil com pneumonia infantil. Partículas finas foram detectadas nas áreas de cozinha em comunidades aglomeradas de baixa renda concluindo que as crianças recrutadas para o estudo manifestam sinais clínicos de doenças respiratórias devido as altas concentrações de material particulado detectadas no ambiente.
<i>Acute lower respiratory infection in childhood and household fuel use in Bhaktapur, Nepal.</i>	Bates et al. 2013	Um estudo de caso-controle foi realizado no Nepal com o objetivo de avaliar a combustão utilizada em fogões de cozinha com uso de querosene e biomassa. Como consequências, o estudo concluiu sérios riscos de pneumonia e doenças respiratórias em crianças provenientes de uma alta concentração de material particulado exalado no ar de ambientes internos.

Segundo estudos de Esplugues et al., (2010), o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) apresenta certos riscos à saúde e a exposição a esse poluente causa problemas respiratórios e outros problemas de saúde, sendo que as crianças fazem parte de um grupo mais susceptível aos efeitos de  $\text{NO}_2$  pelo fato de que o sistema respiratório nessa idade não está completamente desenvolvido. Outro fator contribuinte é que as crianças passam a maior parte do tempo em ambientes fechados.

O estudo foi realizado na cidade de Valência-Espanha, composto por 352 crianças com um ano de idade, nascidas entre março de 2005 e fevereiro de 2006, tempo em que foram recrutadas para a realização da pesquisa, sendo realizados os testes para avaliar a concentração e exposição do  $\text{NO}_2$  entre março de 2006 e fevereiro de 2007 quando as crianças completaram um ano de idade. Os testes para a avaliação do  $\text{NO}_2$  contaram com a realização de visitas domiciliares aos participantes, questionários para os pais em relação à exposição ambiental das crianças, sendo considerados determinantes como: tipos de fogões e aquecedores utilizados, estações do ano, dados sociodemográficos e socioeconômicos, instalações de aparelhos para medir a concentração de  $\text{NO}_2$  durante quatorze dias e após esse tempo foi enviado para laboratórios para serem analisadas utilizando espectrofotômetro, método Griess-Saltzman, lei de Fick e *softwares*.

Dessa forma, observou-se uma concentração de  $\text{NO}_2$  mais elevada no ambiente externo do que no ambiente interno, 93,8% e 92,5% respectivamente. Esses valores não se distanciam muito dificultando classificar qual ambiente é mais poluído. Os principais determinantes causadores do aumento das concentrações de  $\text{NO}_2$  em ambientes internos é o gás de cozinha, aquecedores que consequentemente são mais usados no inverno, nas casas onde as famílias são imigrantes, de baixa renda e baixo nível de escolaridade. Já no ambiente externo os níveis de  $\text{NO}_2$  estão associados ao tráfego de veículos e ao grau de urbanização, pois quanto maior, mais elevado é o nível de  $\text{NO}_2$ . Portanto, quanto maior o nível de exposição a esse poluente, principalmente pelas crianças que são mais vulneráveis, maiores serão os problemas de saúde.

Em outro estudo Vanker et al., (2015), descreveram que uma das principais causas de doenças respiratórias, como a pneumonia e a mortalidade em crianças abaixo de cinco anos de idade é a poluição interna do ar (PIA) e a frequente exposição a esses poluentes em países mais pobres, que apesar de já terem energia elétrica a maioria da população ainda usa combustíveis fósseis como parafina, gás liquefeito, petróleo; combustíveis de biomassa como esterco de animal, madeira, carvão para cozinhar e aquecer o ambiente. Os subprodutos desses combustíveis produzidos pela combustão dos mesmos contribuem para o aumento da PIA. Outrossim, fatores ambientais domésticos como, aglomeração, tabagismo, fumante passivo, ventilação, materiais usados para as construções das casas também contribuem para a PIA.

Esta pesquisa foi conduzida no *Drakenstein Child*

*Health Study* (DCHS) uma área suburbana que fica localizada no Drakenstein, África do Sul, no período de março de 2011 a maio de 2014 em mulheres grávidas que foram acompanhadas durante o pré-natal até o nascimento dos seus filhos. Para a obtenção dos resultados, foram realizados questionários direcionados a mãe. Além dos questionários foram usados aparelhos para medir material particulado entre 2,5 a 10 micrômetros ( $\text{PM}_{10}$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), compostos orgânicos voláteis (COV) como benzeno, tolueno, etileno, p-xileno, o-xileno, sendo encontrados com elevada concentração, estando acima dos padrões ambientais da área estudada. O benzeno,  $\text{CO}_2$ , e o  $\text{NO}_2$  estão associados ao uso de combustíveis fósseis e de biomassa e a vida precária das famílias de baixa renda.

Neste estudo foi identificado poluentes como o benzeno, CO,  $\text{NO}_2$  e a fumaça do tabaco em concentrações elevadas, acima dos padrões permitidos. Essas concentrações elevadas estão associadas as condições de moradia e de vida e ao próprio ambiente doméstico que tem grande impacto nas emissões dos poluentes gerando a PIA. A maioria da população tinha um nível socioeconômico baixo, sendo que algumas mães eram fumantes e a maioria era fumante passiva, um fator que influencia muito na poluição e contaminação do ar em ambiente interno. A contaminação detectada nesse estudo causa prejuízos à saúde das crianças principalmente nos primeiros anos de vida.

De acordo com autor Murray et al., (2012) a ventilação natural adequada pode diminuir substancialmente a incidência de infecções agudas do trato respiratório inferior (IATRI) em crianças menores de 5 anos. As IATRI são as doenças mais frequentes durante a infância, com maior destaque para crianças de famílias de baixa renda associado ao uso de combustível de biomassa como a madeira, esterco, resíduos de cultura usados na cozinha, além da ventilação inadequada que contribui para o aumento da incidência de óbitos em crianças sendo apontada por ser a principal causa de mortes.

Os patógenos causadores dessas doenças não são prevenidos por vacinas, e as que são evitáveis por imunização são de difícil acesso pelas famílias de baixa renda em países em desenvolvimento onde a carga de doenças é maior. O estudo selecionou 6079 crianças menores de 5 anos de idade vivendo em 4914 famílias de baixa renda na cidade de Kamalapur, no sudeste de Daka- Bangladesh, onde o clima é tropical com inverno ameno e verão chuvoso e quente. Das 6079 crianças, participaram ativamente da pesquisa 4300 crianças, 1291 tiveram IATRI sendo que 874 tiveram tratamento clínico, a maior incidência de IATRI foram em crianças de até 12 meses seguido por crianças de 12 a 35 meses, 97% dos casos foram diagnosticados com pneumonia.

Dados da pesquisa apontaram que 16% das famílias usavam combustível de biomassa como combustível primário de cozinha, 26% tinham duas janelas ou mais, 54% tinham frestas no quarto de dormir, 75% não

tinham lacunas entre parede e teto, 6% não tinham ventilador elétrico. Essas informações revelaram que quem usava combustível de biomassa e pouca ventilação, sem ventilador mecânico, nem lacunas entre paredes e teto tinham risco aumentado de evento IATRI, enquanto quem usa o mesmo combustível e boa ventilação, duas ou mais janelas, frestas no quarto de dormir, entre teto e parede e ventilador mecânico diminui em até 25% dos riscos de infecções em crianças. Portanto, medidas como abrir as janelas para troca de ar interior e de higiene como lavar as mãos poderiam diminuir os riscos de IATRI em crianças menores de 5 anos que são mais susceptíveis devido às características anatômicas, fisiológicas e imunológicas associadas ao aglomerado familiar interno, que é onde passam a maior parte do tempo.

De acordo com Abusalah et al., (2011) a exposição pré natal à fumaça de cigarro, cachimbo d'água (Narguilé) e fumaça de queima de madeira está relacionada ao baixo peso ao nascer.

Um estudo combinado de caso e controle na proporção de 1:1 acompanhou 446 mulheres, sendo que 226 deram à luz a um bebê vivo de baixo peso (<2500g), e que esteve exposta à fumaça de cigarros, cachimbo d'água e queima de madeira em ambientes internos no período de maio a julho de 2007 em dois hospitais em Gaza-Palestina. O objetivo do estudo foi avaliar a associação entre exposição interna a esses poluentes durante a gravidez e os efeitos adversos no peso fetal ao nascimento. Nenhuma das mulheres eram fumantes, porém 184 se declararam fumantes passivas. A prevalência de exposição ambiental foi de 56% para o grupo experimental e 26,9% para o controle.

Mulheres expostas à fumaça de 1 a 10 cigarros/dia tiveram risco aumentado de ter bebê de baixo peso (BBP) 2,5 vezes maior, mais de 20 cigarros/dia tiveram esse risco aumentado para 5,0. Essas exposições representam uma diminuição do peso de -237g e -391g respectivamente. As que usaram combustível de madeira tiveram um risco aumentado de 82g mais leves que aquelas que utilizavam gás natural para cozinhar, sendo que quanto maior o tempo de exposição, maior os riscos de BBP comparado a não expostos. A exposição à fumaça de cachimbo d'água aumentou a probabilidade de BBP em 3,5 vezes.

Os autores relataram que o retardo do crescimento fetal intra uterino devido ao tabagismo é parcialmente explicado pela hipóxia placentária induzida principalmente pelo monóxido de carbono e a nicotina que causa constrição dos vasos reduzindo a oferta de oxigênio e nutrientes para o feto, enfatizando que condições de vida socioeconômicas precárias elevam as probabilidades e alertam para a necessidade de campanhas de redução de exposição a esses poluentes e políticas públicas de saúde adequadas a essas comunidades em risco de BBP.

Segundo Gurley et al., (2013), em estudo de coorte para medição de fatores de risco doméstico e nível de partículas internas em residências de uma comunidade de baixa renda em Bangladesh, observaram 257

crianças de 0 a 2 anos de idade por um período de 491 dias, com objetivo de avaliar a exposição a  $MP_{2.5}$  e a incidência de infecção respiratória, onde constataram que cada uma das 257 crianças tiveram pelo menos um do total de 969 episódios de infecção respiratória sendo que 381 eram agudas. Já em crianças de 0 a 11 meses a incidência foi 43% maior. Além disso, o estudo sugere que os bebês podem sofrer efeitos de exposição a material particulado mais nocivos que os de 12 a 23 meses.

Para medição do material particulado foi usado um aparelho para quantificar o  $MP_{2.5}$  nos locais de dormir, sendo constatado que a cada hora em que as concentrações excederam a  $100 \mu g/m^3$  (níveis recomendados pela OMS), era associado ao aumento de 7% na incidência de Infecção Respiratória Aguda (IRA) em crianças de 0 a 11 meses.

O estudo observou que 42% das residências usavam combustível limpo para cozinhar, 46% queimavam querosene para qualquer finalidade, 28% tinham fumantes dentro de casa e 56% relataram uso de combustível de biomassa (madeira, bambu, juta e papel), mas somente 6% relataram uso exclusivo para cozinhar. Dessa forma, os resultados desse estudo sugerem que a redução da exposição interna a  $MP_{2.5}$  poderia diminuir a frequência de IRA entre bebês e crianças com maior risco de morte por essas infecções.

Ghosh et al., (2013), realizaram um estudo de caso controle com objetivo de examinar os efeitos da qualidade do ar interno residencial no nascimento prematuro e baixo peso ao nascer. Para sua pesquisa foram selecionadas 1.751 mulheres não fumantes que deram à luz a um bebê vivo no ano de 2003 no condado de Los Angeles, Califórnia-USA.

Foram avaliados os efeitos de viver com fumantes, usar produtos pessoais ou domésticos que podiam conter compostos orgânicos voláteis e a influência da ventilação doméstica, levando-se em consideração alguns fatores como: 14,3% das mulheres relataram viver com um ou mais fumantes, 91,2% iniciaram os cuidados pré-natais no primeiro trimestre e 94% não usaram álcool durante a gravidez. Mais da metade, 57,1% relataram manter as janelas abertas pelo menos metade do dia e alguns produtos pessoais e domésticos foram usados regularmente ou frequentemente.

Em uma amostra, ajustados para uso de produtos pessoais e domésticos em casa com ventilação frequente não foi observado nenhum aumento consistente de risco, enquanto que as que usaram produtos regularmente ou frequentemente, baixa ou nenhuma ventilação tiveram chances de 85% maiores de baixo peso e 43% de parto prematuro.

As mães que moravam com 1 ou mais fumantes tinham aproximadamente 30% mais chances de ter o bebê com baixo peso e nascimento prematuro. As mulheres que relataram manter as janelas abertas metade do dia ou mais, diminuíram em 40% o risco de baixo peso e aproximadamente 20% de nascer prematuro. Aquelas que relataram manter suas janelas abertas menos da metade do dia tiveram 3 vezes mais

chances de baixo peso e 92% aumentaram as chances de ter prematuro comparado a famílias não fumantes com ventilação frequente. Famílias não fumantes com ventilação pouco frequente tiveram chances 49% de baixo peso e 25% de parto prematuro. Mulheres vivendo com fumantes e que mantiveram ventilação frequente não tiveram risco aumentado de desfecho adverso no nascimento.

Fumar em espaço fechado resulta em altas concentrações de poluentes. Além disso, cosméticos em spray podem emitir partículas pequenas o suficiente para serem inaladas, chegarem aos pulmões e sofrer fagocitose pelos macrófagos causando inflamação. O estudo mostra que as exposições podem ser atenuadas pela melhoria da ventilação, pois demonstra reduzir os níveis de partículas ultrafinas.

Já na pesquisa de Ram *et al.*, (2014) foram feitas diversas intervenções para redução da pneumonia associada a concentrações de material particulado emitido por fogões que funcionam a base de combustível fóssil. A pneumonia é a principal causa de mortalidade infantil do mundo por consequência da má qualidade do ar em residências com recursos limitados a uso de combustível sólido.

Segundo a pesquisa, 551 crianças foram confirmadas com pneumonia no período de 2009 e 2010. As taxas de incidência de pneumonia foram mais altas em ambientes aglomerados e com pouca ventilação. A aglomeração pode ser tratada em longo prazo ampliando o espaço alocado para as famílias com grande quantidade de pessoas e reduzindo o tamanho das mesmas na região de Bangladesh. A pesquisa mostra que aumentar a ventilação cruzada, principalmente em cozinhas, irá promover uma troca de ar do ambiente interno e provavelmente vai diminuir os riscos de infecções respiratórias em crianças. Aumentando o fluxo natural, a ventilação cruzada facilita a remoção de micróbios e também a redução de concentração de material particulado em ambientes domésticos reduzindo o risco de lesões pulmonares em crianças.

O estudo mostra que conforme o mundo se torna mais urbanizado e as aplicações de combustíveis de cozinha aprimorados a residências de áreas urbanas, faz com que a alta carga de doenças respiratórias atribuídas à baixa qualidade do ar pode ser reduzida, principalmente quando é melhorado a ventilação e diminuído as concentrações de material particulado no ambiente de culinária e consequentemente em crianças com menos de cinco anos de idade.

A proporção exata dos casos de pneumonia registrados em Bangladesh varia semanalmente com base na equipe de campo. Os pesquisadores coletaram dados para este estudo várias semanas após os episódios de pneumonia em crianças. Na região densamente aglomerada em que uma a cada duas pessoas são diagnosticadas com a doença a cada ano, os estudos apontam a aglomeração como um forte fator de risco também. O trabalho gera uma série de questionamentos sobre medidas de solução e eficácia

para melhorar a ventilação do ar nas residências, otimizar a troca de ar em cozinhas e em comunidades com baixa renda. Dessa forma reduziria os casos de pneumonia infantil e consequentemente o número de mortes associados a ela.

Segundo as pesquisas de Bates *et al.*, (2013) a região de Bhaktapur no Nepal possui alta prevalência do uso de biomassa para cozinhar e aquecer. Dessa forma, realizou-se um estudo de caso-controle para investigar a relação do tipo de combustível de cozinha com a infecção respiratória aguda em crianças pequenas. Foram recrutadas 917 crianças (452 casos e 465 controles) para o estudo. Várias variáveis relacionadas à exposição de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos associaram-se aos problemas respiratórios na amostra avaliada. O estudo mostra que uma criança na cozinha no momento de cozinhar, sendo um ambiente pequeno com portas e janelas fechadas, usando madeira, querosene ou carvão para o aquecimento favorece muito a inalação de material particulado. Entre os principais fogões pesquisados, aqueles que utilizam a querosene tiveram o maior índice de poluentes em relação aos elétricos, em seguida os fogões de biomassa e os a gás.

Os componentes responsáveis pela fumaça da cozinha que induz infecção respiratória aguda, principalmente em crianças foram bem estabelecidos que são provenientes dos fogões a querosene e de biomassa. Em relação ao fogão a lenha e o de querosene, ambos provocam as mesmas consequências, sendo que a concentração de material particulado do fogão a lenha é mais do que o dobro comparado ao de querosene. As crianças estão sujeitas a passar a maior parte do tempo próximas de suas mães na cozinha sendo expostas ao material particulado e posteriormente desenvolvendo problemas respiratórios. Esse grupo compreenderia, no entanto, uma pequena proporção da população com menos de três anos e qualquer viés não seria diferenciado em relação ao caso de controle.

A pesquisa fornece evidências de que os tipos de fogões a querosene utilizados no Nepal para cozinhar pode ser um fator de risco de infecção respiratória aguda em crianças, sugerindo também que elas se mantenham fora da cozinha enquanto suas mães cozinham. Os resultados deste estudo sobre o impacto do querosene na saúde ainda precisam ser confirmados em outras fontes, mas os pesquisadores consideram este como uma categoria distinta de combustão e merece investigação específica e aprofundada sobre seus efeitos à saúde humana.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade do ar em ambientes fechados é de extrema importância, pois são ambientes em que as pessoas passam a maior parte do tempo e a má qualidade do ar nesses ambientes tem um impacto enorme na saúde humana, principalmente nas pessoas vulneráveis, como idosos, pessoas com sistema

imunológico baixo, crianças que desde o seu desenvolvimento no ventre já sofre as consequências advindas da má qualidade do ar em que são expostos.

O presente estudo constatou-se que os ambientes fechados (internos) são tão poluídos quanto o ambiente externo. As causas dessa poluição estão relacionadas por diversos fatores como pouca ventilação, fumaça de tabaco, tipos de fogões usados para cozinhar, aquecedores, aglomeração, combustíveis de biomassa e combustíveis fósseis, fatores esses que contribuem na liberação de diversos poluentes e/ou contaminantes sendo os mais encontrados CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>10</sub>, COV, HAP e que em elevadas concentrações ou repetidas exposição causam diversas patologias, como problemas respiratórios agudos e crônicos, baixo peso em recém-nascido, parto prematuro podendo levar a óbito. Os grupos mais atingidos com os problemas da má qualidade em ambientes fechados são os que têm baixa renda, sem estudos e imigrantes.

Este tema é complexo e envolve vários fatores que expõe a vida das pessoas a riscos e agravos, deve ser mais bem estudado e investigado a fim de promover conscientização em todas as camadas da sociedade sobre a importância de um ambiente com ar livre de poluição.

## 5. FONTES DE FINANCIAMENTO

Financiamento próprio.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] ABUSALAH, A. et al. Low birth weight and prenatal exposure to indoor pollution from tobacco smoke and wood fuel smoke: a matched case-control study in Gaza Strip. *Matern Child Health J*; 16(8): 1718-27, 2012.
- [2] BATES, M. N. et al. Acute lower respiratory infection in childhood and household fuel use in Bhaktapur, Nepal. *Environ Health Perspect*; 121(5): 637-42, 2013.
- [3] CLIMATE AND CLEAN AIR COALITION. Conselho Mundial de Construção Sustentável lança campanha de Qualidade do Ar em Meio Ambiente Construído. 2019. Disponível em: <<http://www.ccacoalition.org/en/news/world-green-building-council-launches-air-quality-built-environment-campaign>>. Acesso em: 16 mai. 2019.
- [4] ESPLUGUES, A. et al. Indoor and outdoor concentrations and determinants of NO<sub>2</sub> in a cohort of 1-year-old children in Valencia, Spain. *Indoor Air*; 20(3): 213-23, 2010.
- [5] GHOSH, J. K. C; Wilhelm, M. ; Ritz, B. Effects of residential indoor air quality and household ventilation on preterm birth and term low birth weight in Los Angeles County, California. *Am J Public Health*; 103(4): 686-94, 2013.
- [6] GURLEY, E. S. et al. Indoor exposure to particulate matter and the incidence of acute lower respiratory infections among children: a birth cohort study in urban Bangladesh. *Indoor Air*; 23(5): 379-86, 2013.
- [7] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- [8] MURRAY, E. L. et al. Cooking fuel type, household ventilation, and the risk of acute lower respiratory illness in urban Bangladeshi children: a longitudinal study. *Indoor Air*; 22: 132-139, 2012.
- [9] OGA, Seize. CAMARGO, Márcia Maria de Almeida. BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de Toxicologia**. 3º edição. Atheneu Editora: São Paulo. 2008.
- [10] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. **Poluição causa 12,6 milhões de mortes por ano, alerta agência ambiental da ONU**. 2017. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/poluicao-causa-126-milhoes-de-mortes-por-ano-alerta-agencia-ambiental-da-onu/>>. Acesso em: 16 mai. 2019.
- [11] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, OMS. 2016. **Estima-se que 12,6 milhões de mortes a cada ano são atribuídas a ambientes insalubres**. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/detail/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>>. Acesso em: 17 mai. 2019.
- [12] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, OMS. **Como a poluição do ar está destruindo nossa saúde**. 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/air-pollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health>>. Acesso em: 17 mai. 2019.
- [13] RAM, P. K. et al. Household air quality risk factors associated with childhood pneumonia in urban Dhaka, Bangladesh. *Am J Trop Med Hyg*; 90(5): 968-75, 2014.
- [14] VANKER, A. et al. Home environment and indoor air pollution exposure in an African birth cohort study. *Sci Total Environ*; 536: 362-367, 2015.