

SAÚDE E AMBIENTE

V.9 • N.1 • 2022 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2022v9n1p13-27



ASSOCIAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO DO AR E FENÓTIPOS DA ASMA EM SALVADOR, BRASIL, UMA CIDADE COM NÍVEIS DE POLUENTES DENTRO DOS LIMITES RECOMENDÁVEIS

ASSOCIATION BETWEEN AIR POLLUTION AND ASTHMA
PHENOTYPES IN SALVADOR, BRAZIL, A CITY WITH POLLUTANT
LEVELS WITHIN THE RECOMMENDED LIMITS

ASOCIACIÓN ENTRE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LOS
FENOTIPOS DE ASMA EN SALVADOR, BRASIL, UNA CIUDAD
CON NIVELES DE CONTAMINANTES DENTRO DE LOS LÍMITES
RECOMENDADOS

Jurema de Melo e Cunha¹

Valmar Bião de Lima²

Eduardo Vieira Ponte³

Ila Sobral Muniz⁴

Constança Margarida Sampaio Cruz⁵

Vânia Palmeira Campos⁶

Álvaro Augusto Souza da Cruz Filho⁷

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre a exposição à poluição atmosférica e fenótipos da asma, controle dos sintomas e função pulmonar. Residentes num raio de dois quilômetros das oito estações fixas de monitoramento do ar, com asma grave ou asma leve a moderada, foram subdivididos em: atópico e eosinofílico e avaliados com o Questionário de Controle da Asma e espirometria. Os indivíduos com asma leve/moderada, o fenótipo não eosinofílico esteve associado a maior exposição ao material particulado e ao dióxido de nitrogênio; a amostra com asma grave não demonstrou associação a qualquer desfecho de controle da asma. A exposição de indivíduos com asma leve a moderada aos poluentes MP_{10} e NO_2 esteve associada ao fenótipo não eosinofílico da asma em Salvador, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE

asma, qualidade do ar, poluentes atmosféricos

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the relationship between exposure to air pollution and asthma phenotypes, symptom control and lung function. Residents within a two-kilometer radius of the eight fixed air monitoring stations, with severe asthma or mild to moderate asthma, were subdivided into atopic and eosinophilic and assessed with the Asthma Control Questionnaire and spirometry. In individuals with mild/moderate asthma, the non-eosinophilic phenotype was associated with greater exposure to particulate material and nitrogen dioxide; the sample with severe asthma showed no association with any asthma control outcome. The exposure of individuals with mild to moderate asthma to pollutants MP_{10} and NO_2 was associated with the non-eosinophilic phenotype of asthma in Salvador, Brazil.

KEYWORDS

Asthma. Air Quality. Air Pollutants

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la relación entre la exposición a la contaminación atmosférica y los fenotipos del asma, el control de los síntomas y la función pulmonar. Los residentes dentro de un radio de dos kilómetros de las ocho estaciones fijas de control del aire, con asma grave o asma leve a moderada, se subdividieron en atópicos y eosinofílicos y se evaluaron con el Cuestionario de Control de Asma y espirometría. En individuos con asma leve/moderada, el fenotipo no eosinofílico se asoció con una mayor exposición a material particulado y dióxido de nitrógeno; la muestra con asma grave no mostró asociación con ningún resultado de control del asma. La exposición de personas con asma leve a moderada a los contaminantes MP_{10} y NO_2 se asoció con un fenotipo de asma no eosinofílico en Salvador, Brasil.

PALABRAS CLAVE

asma, calidad del aire, contaminantes del aire.

1 INTRODUÇÃO

A associação entre doenças respiratórias agudas e crônicas e poluição ambiental vem sendo demonstrada em vários estudos, com aumento do risco de mortalidade prematura, fato este que torna a poluição do ar uma preocupação crescente em todo o mundo (FAJERSZTAJN et al., 2017; RAJAK; CHATTOPADHYAY, 2020). Os poluentes atmosféricos que têm maior impacto na saúde são: Ozônio (O_3), Dióxido de Nitrogênio (NO_2) e Material Particulado (MP) (COLOMBINI, 2008; ROCHA et al., 2009).

Além do volume de poluentes lançados na atmosfera, as condições climáticas também influenciam na qualidade do ar, uma vez que altas concentrações de elementos tóxicos podem ocorrer devido a mudanças nas características de dispersão de poluentes (PEREIRA et al., 2007; POOLE et al., 2019). Com relação ao MP, devemos ainda considerar a variedade de constituintes em sua composição, como partículas da crosta terrestre geradas mecanicamente, produtos da combustão incompleta de combustíveis emitidas por veículos e por outras fontes, como agricultura, mineração e construção (BERNSTEIN et al., 2004; SANTANA et al., 2020).

Estudos mostram que existe associação entre o agravamento dos sintomas da asma e os níveis de O_3 , NO_2 e MP suspensos na atmosfera. O tamanho e a composição das partículas de MP são importantes devido à facilidade de deposição no trato respiratório. O_3 e NO_2 também podem participar desse processo, causando inflamação, remodelação, redução da depuração, alterações na capacidade de resposta das vias aéreas e diminuição da defesa contra infecções (SCANNELL et al., 1996; SOOD et al., 2018; CHEN et al., 2019). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina como padrões de qualidade do ar, a média aritmética anual dos poluentes com os seguintes parâmetros: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP_{10} (material particulado de até $10 \mu\text{m}$ de diâmetro), $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para NO_2 , e para O_3 assume-se a média móvel como máxima, obtida no dia, a cada 8 horas, o valor de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Organização Mundial da Saúde (OMS) admite $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP_{10} , $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para NO_2 , e como máxima média móvel obtida no dia, a cada 8 horas, o valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para O_3 (BRASIL, 2018).

A asma tem como característica a inflamação crônica das vias aéreas. A inflamação na asma tem padrões variados, expressando-se por meio de diferentes fenótipos (WENZEL, 2006). Apesar de existirem algumas evidências indicando a relação entre exposição à poluição do ar e controle da asma, pouco se sabe da relação entre exposição à poluição do ar e fenótipos da asma. Neste estudo, o objetivo principal foi avaliar a relação entre a exposição à poluição atmosférica e fenótipos da asma, em uma população de indivíduos residentes na cidade de Salvador/BA. Os objetivos secundários foram avaliar a relação entre exposição à poluição atmosférica, controle dos sintomas da asma, qualidade de vida relacionada a asma e função pulmonar.

2 MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO E AMOSTRA DO ESTUDO

Neste estudo foram avaliados indivíduos participantes do projeto intitulado “Fatores de Risco, Biomarcadores e Endofenótipos da Asma Grave” do Programa para Controle da Asma na Bahia (ProAR) – Centro de Excelência em Asma da Universidade Federal da Bahia e avaliadas duas amostras de indivíduos asmáticos. Um grupo com asma leve a moderada oriundo da comunidade e outro grupo com asma grave oriundo do ambulatório de referência do ProAR.

Os critérios de inclusão do grupo com asma leve/moderada foram diagnóstico clínico de asma leve/moderada conforme critérios da Iniciativa Global contra a Asma (GINA) de 2012 (GINA, 2012), idade acima de 18 anos, residir em um raio de 2 quilômetros de alguma estação de monitoramento da qualidade do ar e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os critérios de inclusão do grupo com asma grave, composto a partir de uma coorte constituída a partir de 2003, foram diagnósticos de asma grave conforme CRUZ e colaboradores (2020), idade acima de 18 anos, residir em um raio de dois quilômetros de distância de alguma estação de monitoramento da qualidade do ar e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Os critérios de exclusão para ambos os grupos foram gravidez, tabagismo ≥ 10 maços/ano e comorbidades graves que pudessem confundir a avaliação do controle ou diagnóstico da asma.

O diagnóstico de asma foi validado por dois especialistas. Foi solicitada a opinião de um terceiro especialista em caso de desacordo. Para validação do diagnóstico de asma foram utilizados a avaliação clínica e testes de função pulmonar anteriores ou atuais. Os critérios clínicos para diagnóstico de asma foram a presença de sintomas respiratórios variáveis há mais de 6 meses, com relato de melhora com corticoide inalado ou alívio após broncodilatadores. O critério espirométrico para diagnóstico de asma foi a presença de variação do volume expiratório forçado em um segundo (VEF_1) superior a 200 ml e 12% entre dois exames realizados no último ano ou na comparação entre a fase pré e pós broncodilatador de um mesmo exame.

A amostra de pacientes do ProAR incluiu adultos acompanhados em um centro de referência e mantida com fornecimento gratuito de medicamentos e atendimento multidisciplinar em uma clínica pública, selecionada por uma auditoria com dois especialistas para validar seu diagnóstico, excluir outras condições respiratórias ou sistêmicas relevantes que possam interferir na avaliação do controle da asma (por exemplo, cicatrizes de pulmão, câncer, distúrbios psiquiátricos e neurológicos). A definição de asma grave baseou-se em critérios antigos.

É uma coorte de indivíduos com asma grave, conforme definido pelo **National Institute of Health - Expert Panel Report** (NIH EPR-2) em 1997 (NHLBI, 2012). Esses indivíduos tinham asma descontrolada na época da sua admissão no ProAR no passado. Para os objetivos do presente estudo, a amostra de pacientes com asma grave do ProAR foi avaliada de 2013 a 2015, de 6 meses a 12 anos após a inscrição na coorte. O grupo com asma leve a moderada (MMA) foi convidado pelas mesmas comunidades por anúncio público e classificado como tendo MMA por uma entrevista médica no momento do presente

estudo, de acordo com os critérios da GINA de 2012 e baseava-se nos conceitos contemporâneos de gravidade, incluindo indivíduos com sintomas intermitentes e sem tratamento regular ou baixa dose de medicamentos controladores, mediante avaliação de um especialista (GINA, 2012).

2.2 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO

A coleta de dados utilizou um questionário padronizado, criado pelos pesquisadores para obtenção de informações clínicas gerais, e o questionário *Asthma Control Questionnaire* (ACQ). Os indivíduos foram submetidos à espirometria, seguindo os padrões adotados pelo Consórcio U-BIOPRED (SHAW et al., 2015). A reversibilidade do fluxo de ar (aumento do volume expiratório forçado em 1 segundo - VEF₁) foi medida 15 minutos após a inalação de 400 µg de salbutamol. O percentual do previsto de todos os valores espirométricos foi calculado usando curvas de regressão geradas em amostras de brasileiros.

Foi realizada coleta de amostras de sangue para perfis hematológicos automatizados, como obtenção da concentração de eosinófilos. Também foi realizada dosagem de IgE total pelo método de quimiluminescência. O status atópico foi determinado por testes cutâneos em um painel de 13 aeroalérgenos relevantes: *D. pteronyssinus*, *D. farinae*, *B. tropicalis*, *P. americana*, *B. germânica*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. flavus*, *C. herbarum* e *A. alternata*, epitélios de cães e gatos, *C. dactylon* e *P. notatum*.

A concentração de poluentes atmosféricos foi determinada por estações de monitoramento da qualidade do ar, distribuídas em oito bairros da cidade de Salvador/BA: Barros Reis; DETRAN; Campo Grande; Dique do Tororó; Itaigara; Paralela; Pirajá, Rio Vermelho. Foram utilizados analisadores contínuos e automáticos em todas as medições (Environnement S.A Group – Envea, França), cujos dados foram mensurados diariamente a cada 60 minutos, no período de 01/01/2013 a 31/12/2016. Cada poluente foi analisado com técnicas específicas. O MP₁₀ foi mensurado por meio do analisador beta gauge, que consiste em uma fonte de carbono 14 emitindo uma leve radiação beta para um detector Gêiser-Muller (G.M.).

O NO₂ foi mensurado por quimiluminescência por meio de uma energia luminosa originada de reações químicas geradas pela transformação do NO em NO₂ onde o retorno de NO₂* (estado excitado) para o NO₂ em estado fundamental gera energia luminosa, que é medida pelo analisador. A concentração de O₃ foi mensurada por Fotometria Ultravioleta, onde um fotômetro determina a concentração mediante a medição da atenuação da luz.

2.3 DEFINIÇÃO DOS FENÓTIPOS DA ASMA

Foram avaliadas a relação entre exposição a poluição ambiental e dois fenótipos da asma: atópico e eosinofílico. Foram usados dois critérios independentes para estabelecer o fenótipo atópico: presença de teste alérgico cutâneo positivo e dosagem de IgE total elevada. O teste alérgico cutâneo foi considerado positivo quando a pápula da reação cutânea a qualquer aeroalérgeno testado foi ≥ 3 mm. A dosagem de IgE total foi considerada elevada quando superior a 160 UI/dl, pois este é o limite inferior da normalidade para o método. O fenótipo eosinofílico foi definido a partir da presença de eosinófilos em sangue periférico superior a 260 células por mm³ (LIMA-MATOS et al., 2018).

2.4 DESFECHOS DE CONTROLE DA ASMA

Os objetivos secundários foram avaliar a relação entre exposição à poluição atmosférica, controle dos sintomas da asma e função pulmonar. O desfecho para estimar o controle dos sintomas da asma foi o questionário ACQ, cuja versão em português foi validada previamente (LEITE et al., 2008). Neste questionário, escores mais altos indicam mais sintomas de asma e pior controle da doença. Foram mensurados os seguintes parâmetros para avaliar a função pulmonar: Volume Expiratório Forçado em um segundo (VEF_1), Capacidade Vital Forçada (CVF), a razão entre volume expiratório forçado em um segundo e a capacidade vital forçada (VEF_1/CVF) e o Fluxo Expiratório Forçado (FEF_{25-75}) das fases pré e pós broncodilatador (BD). A espirometria foi realizada no dia da avaliação do presente estudo.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os grupos asma leve a moderada e asma grave foram analisados separadamente, pois eles têm origem em populações diferentes e foram recrutados a partir de estratégias diferentes. Foram utilizadas duas estratégias de análise dos dados. No primeiro conjunto de análises, os indivíduos foram agrupados de acordo com os desfechos pré-definidos de fenótipos da asma e controle da asma para comparação do nível de poluição ambiental entre os grupos. Nestas análises, o nível de cada poluente foi avaliado como variável contínua, considerando a média mensal das concentrações nos 12 meses que antecederam a visita do estudo. No segundo conjunto de análises, os dados de função pulmonar e de poluição do ar foram correlacionados, também como variáveis contínuas.

Os dados coletados foram processados pelo programa estatístico *Statistical Program for Social Sciences* (SPSS) versão 21.0. Apresentamos a estatística descritiva (proporções e medidas de tendência central). Para as comparações entre dois grupos das variáveis contínuas ou ordinais, foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Para medir a associação entre duas variáveis dicotômicas, foi utilizado o teste do Chi-Quadrado. Para a correlação entre duas variáveis numéricas, utilizamos a correlação de Spearman. Adotamos os valores considerados estatisticamente significantes com $p < 0,05$.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Este trabalho recebeu parecer favorável pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Bahia, parecer nº 450/10, processo 25000.013834/2010-96, resolução aditiva 095/2012.

3 RESULTADOS

As características das duas populações estudadas estão descritas na Tabela 1. Os indivíduos com asma grave tinham idade mais elevada, maior escolaridade e menor renda. A frequência de obesidade foi maior entre indivíduos com asma grave, mas a frequência do fenótipo atópico pelo teste alérgico cutâneo foi menor. Todos os indicadores de controle da asma tiveram pior desempenho entre os indivíduos com asma grave.

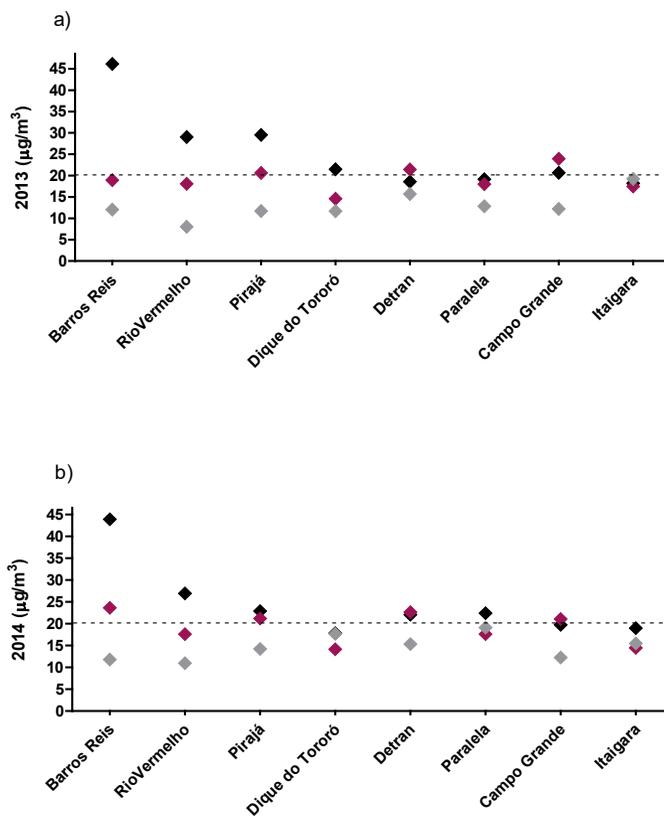
Tabela 1 – Características clínicas e demográficas dos indivíduos agrupados de acordo com a gravidade da asma: asma leve a moderada e asma grave entre 2013 e 2015, Salvador-BA

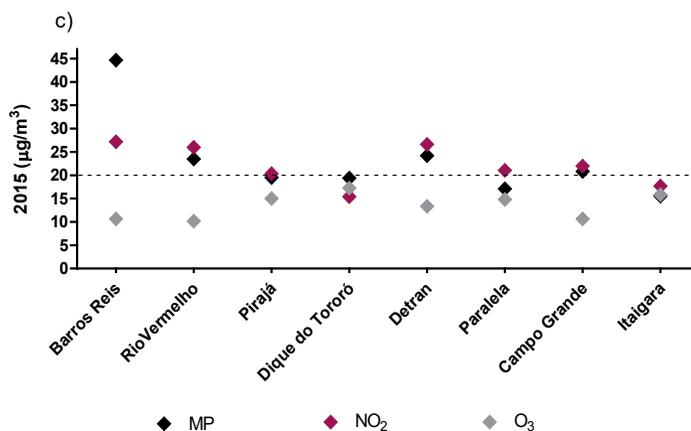
Variáveis	Asma leve a moderada (n=157)	Asma Grave (n=135)	P
Idade	36,9 ± 13,0	52,8 ± 13,6	0,000
Sexo feminino (%)	121 (77,1)	109 (80,7)	0,444
Escolaridade até ensino médio	114 (72,6)	125 (93,3)	0,000
Renda familiar	1497,8 ± 1208,4	1168,5 ± 1009,8	0,000
IMC > 30 (%)	32 (20,4)	46 (34,1)	0,008
Diagnóstico de rinite crônica (%)	144 (91,7)	123 (91,1)	0,853
Usa budesonida inalada > 800 mcg/dia (%)	0 (0,0)	46 (34,1)	0,000
Usa LABA (%)	0 (0,0)	132 (97,8)	0,000
Escore do questionário ACQ	0,7 ± 0,7	1,3 ± 1,1	0,000
VEF ₁ pré BD percentual	79,76 ± 15,03	63,00 ± 17,30	0,000
VEF ₁ pós BD percentual	85,39 ± 13,67	70,12 ± 17,44	0,000
VEF ₁ /CVF pré BD	0,80 ± 0,11	0,64 ± 0,10	0,000
VEF ₁ /CVF pós BD	0,84 ± 0,08	0,67 ± 0,10	0,000
FEF _{25-75%} pré BD percentual do predito	78,72 ± 31,48	40,46 ± 21,26	0,000
FEF _{25-75%} pós BD percentual do predito	90,44 ± 30,09	49,81 ± 25,72	0,000
Teste alérgico cutâneo positivo (%)	114 (76,5)	79 (65,8)	0,053
Eosinófilos no sangue (células/mm ³)	327,44 ± 238,47	327,27 ± 342,49	0,308
Eosinófilos no sangue ≥ 260 cel/mm ³ (%)	76 (48,7)	57 (42,2)	0,267
IgE total em UI/dl	483,0 ± 682,8	509,0 ± 696,8	0,260
IgE total superior a 160 UI/dl (%)	91 (59,1)	90 (68,2)	0,112

IMC – Índice de Massa Corporal; ACQ - *Asthma Control Questionnaire*; LABA - *Long-Acting 2 Agonist* (2-Agonista de Longa Duração); VEF₁ - Volume Expiratório Forçado em um segundo; CVF – Capacidade Vital Forçada; BD – broncodilatador; FEF – Fluxo Expiratório Forçado. Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 1 os níveis médios de poluentes nos 12 meses antes da avaliação clínica dos pacientes foram descritos por estação de monitoramento de qualidade do ar. É possível observar que na maioria das estações de monitoramento, os níveis de poluentes estiveram dentro dos valores recomendados pela OMS e pelo CONAMA. Nas estações Barros Reis, Rio Vermelho e Pirajá apenas as concentrações de MP estiveram acima do recomendado.

Figura 1 – Médias anuais de concentrações de material particulado 10 μm (MP₁₀), Dióxido de Nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃) expressos em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na cidade de Salvador, BA, por estação de monitoramento, período: 2013 (a), 2014 (b), 2015 (c). Linha pontilhada refere-se a *cutt-off* do nível máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para MP₁₀.





Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 2 compara os níveis de poluição do ar entre indivíduos agrupados de acordo com os fenótipos de asma e desfecho de controle da asma. Nestas análises, os resultados dos indivíduos com asma leve a moderada e asma grave, estão demonstrados separadamente. Nos indivíduos com asma leve a moderada, o fenótipo não eosinofílico esteve associado a maior exposição ao material particulado (MP₁₀) e ao dióxido de nitrogênio (NO₂). Nesta amostra, a poluição do ar não esteve associada a outros fenótipos ou ao desfecho de controle da asma. Na amostra com asma grave, a poluição do ar não esteve associada a nenhum fenótipo ou desfecho de controle da asma.

Tabela 2 – Correlação entre variáveis clínicas categóricas relacionadas aos grupos de asma e a concentração de poluentes atmosféricos monitorados na cidade de Salvador, BA, 2013 – 2015

Variáveis	MP ₁₀ (μg/m ³) p-valor/μ±	O ₃ (μg/m ³) p-valor/μ±	NO ₂ (μg/m ³) p-valor/μ±
Asma leve a moderada N=157			
Eosinófilos ≥ 260 cel/mm ³	0,040	0,113	0,018
Não (n=80)	27,10 ± 9,19	13,31 ± 2,75	20,61 ± 3,15
Sim (n=75)	24,61 ± 8,18	14,01 ± 3,05	19,02 ± 4,22
IgE total superior a 160 UI/dl	0,850	0,950	0,198
Não (n=63)	26,44 ± 9,34	13,83 ± 3,06	20,31 ± 3,70
Sim (n=90)	25,65 ± 8,45	13,58 ± 2,80	19,44 ± 3,82

Variáveis	MP ₁₀ (µg/m ³) p-valor/µ±	O ₃ (µg/m ³) p-valor/µ±	NO ₂ (µg/m ³) p-valor/µ±
Teste alérgico cutâneo positivo	0,133	0,570	0,895
Não (n=35)	26,68 ± 8,52	13,56 ± 3,21	19,91 ± 3,22
Sim (n=113)	25,67 ± 8,92	13,75 ± 2,87	19,75 ± 3,99
ACQ > 1,5	0,090	0,142	0,161
Não (n=100)	26,76 ± 9,26	13,41 ± 2,92	20,10 ± 4,05
Sim (n=56)	24,19 ± 7,63	14,15 ± 2,88	19,26 ± 3,27
Asma grave N=135			
Eosinófilos ≥ 260 cel/mm ³	0,248	0,768	0,459
Não (n=70)	26,99 ± 8,84	10,83 ± 4,05	16,29 ± 6,30
Sim (n=52)	24,88 ± 7,49	11,03 ± 4,12	15,92 ± 5,67
IgE total superior a 160 UI/dl	0,744	0,204	0,423
Não (n=36)	25,84 ± 8,22	10,26 ± 4,02	15,17 ± 6,78
Sim (n=84)	26,25 ± 8,49	11,26 ± 4,08	16,77 ± 5,44
Teste alérgico cutâneo positivo	0,447	0,565	0,400
Não (n=38)	25,90 ± 6,91	10,45 ± 3,73	16,55 ± 5,57
Sim (n=71)	26,05 ± 8,76	10,91 ± 4,21	15,78 ± 6,03
ACQ > 1,5	0,979	0,917	0,767
Não (n=48)	26,44 ± 9,00	10,90 ± 4,01	15,56 ± 6,62
Sim (n=74)	25,86 ± 7,92	10,93 ± 4,14	16,54 ± 5,59

Informação disponível de 292 pacientes, sendo 135 com diagnóstico de asma grave, e 157 com asma leve a moderada. MP₁₀: material particulado com diâmetro menor que 10 µm; O₃: ozônio; NO₂: dióxido de nitrogênio. ACQ - *Asthma Control Questionnaire*. Valores em média com desvio padrão. µ: média; ±: desvio padrão; p-valor obtido através do teste Mann-Whitney. Fonte: Dados da pesquisa

Não foi observada correlação entre parâmetros de função pulmonar e exposição aos poluentes (Tabela 3).

Tabela 3 – Associação entre a distribuição das variáveis espirométricas e níveis de poluentes atmosféricos em indivíduos com asma em Salvador, BA, 2013 – 2015

Variáveis	MP ₁₀ (µg/m ³) r _s (p-valor)	O ₃ (µg/m ³) r _s (p-valor)	NO ₂ (µg/m ³) r _s (p-valor)
Asma leve/moderada N=157			
VEF ₁ pré BD percentual	-0,031 (0,702)	-0,059 (0,465)	0,129 (0,111)
VEF ₁ pós BD percentual	-0,067 (0,412)	-0,012 (0,884)	0,059 (0,466)
VEF ₁ /CVF pré BD absoluto	-0,006 (0,941)	0,008 (0,921)	0,111 (0,171)
VEF ₁ /CVF pós BD absoluto	-0,048 (0,556)	0,053 (0,511)	0,105 (0,195)
FEF _{25-75%} pré BD percentual	-0,064 (0,435)	-0,034 (0,667)	0,108 (0,184)
FEF _{25-75%} pós BD percentual	-0,092 (0,257)	-0,012 (0,882)	0,149 (0,066)
Asma grave N=135			
VEF ₁ pré BD percentual	0,125 (0,174)	0,025 (0,787)	-0,025 (0,776)
VEF ₁ pós BD percentual	0,092 (0,319)	0,005 (0,955)	-0,065 (0,459)
VEF ₁ /CVF pré BD absoluto	0,080 (0,387)	0,084 (0,360)	0,011 (0,898)
VEF ₁ /CVF pós BD absoluto	0,070 (0,449)	0,109 (0,237)	0,043 (0,625)
FEF _{25-75%} pré BD percentual	0,106 (0,248)	0,084 (0,362)	-0,012 (0,893)
FEF _{25-75%} pós BD percentual	0,107 (0,244)	0,044 (0,635)	0,007 (0,938)

VEF₁ - Volume Expiratório Forçado em um segundo; CVF - Capacidade Vital Forçada; BD - broncodilatador; FEF - Fluxo Expiratório Forçado. r_s: coeficiente de correlação de Spearman. Fonte: Dados da pesquisa

4 DISCUSSÃO

A observação mais relevante deste estudo foi a associação entre exposição a poluentes ambientais e o fenótipo não eosinofílico da asma leve a moderada, mas esta associação não foi observada na asma grave. Este resultado sugere que a exposição a poluição ambiental pode induzir predominantemente um padrão inflamatório não eosinofílico na mucosa das vias aéreas em indivíduos com asma leve a moderada, mas estudos prospectivos devem ser conduzidos para estabelecer se existe relação de causa-efeito nesta associação.

A ausência de associação entre exposição a poluentes ambientais e o fenótipo não eosinofílico nos pacientes com asma grave pode ter ocorrido por limitação estatística relacionada ao tamanho

da amostra ou porque o fenótipo inflamatório nos pacientes com asma grave é menos susceptível à influência da poluição ambiental, ou seja, é possível que a poluição ambiental possa influenciar na intensidade da inflamação das vias aéreas, mas não modifique o perfil celular dos pacientes com asma grave. Os nossos resultados trazem novas informações e indicam necessidade de novos estudos para o entendimento da relação entre poluição ambiental e diferentes fenótipos da asma.

Ao contrário de relatos prévios, no presente estudo a exposição ao MP_{10} , Ozônio e Dióxido de Nitrogênio não esteve associada à intensidade dos sintomas de asma (GUARNIERI; BALMES, 2014). Existem algumas possibilidades para explicar este resultado negativo. Primeiro, o nível de poluição do ar observado nas medições realizadas neste estudo esteve, na maioria das vezes, dentro dos limites das recomendações do CONAMA e da OMS. Sendo assim, não se teria atingido o limiar necessário de poluição para comprometer significativamente o controle da asma.

Outra possível explicação é que um indivíduo passa grande parte do dia fora da área do seu domicílio, em cujo perímetro foi medida a concentração de poluentes no ar. O deslocamento geográfico dentro da cidade pode expor o indivíduo a vários níveis diferentes de poluição do ar, o que limitaria o valor da medição da poluição em apenas um local de convívio como preditor de controle da asma (FREITAS et al., 2005). Estas mesmas considerações podem justificar a ausência de associação entre as concentrações de poluentes ambientais e atopia.

Não encontramos associações entre os parâmetros da função pulmonar e concentração de poluentes, corroborando resultados de estudo realizado nos Estados Unidos (RICE et al., 2015). Entretanto, um estudo longitudinal realizado na Suíça identificou que redução de exposição a MP_{10} está relacionado a menor declínio do VEF_1 e $FEF_{25-75\%}$ (DOWNS et al., 2007). A divergência no resultado de estudos diferentes provavelmente decorre de variações nos métodos de mensuração de exposição e a outras variáveis climáticas e ambientais.

Sabe-se que os índices pluviométricos elevados podem contribuir para a dispersão de moléculas de poluentes atmosféricos e minimizar o efeito na qualidade do ar (MONTE et al., 2016). Os efeitos da exposição a uma atmosfera poluída não dependem apenas da concentração de poluentes, mas também da duração da exposição e da toxicidade das partículas ou gases.

Além disto, a atmosfera poluída com componentes inorgânicos pode conter componentes orgânicos capazes de modificar o controle da asma, como esporos de fungos, toxinas, produtos bacterianos, pólen e endotoxinas (USEPA, 2004; WHO EUROPE, 2005). O MP especificamente pode carrear uma variedade de elementos potencialmente tóxicos, tais como o cobre, manganês, ferro e zinco (PEREIRA et al., 2007). Estudos demonstram que a heterogeneidade das características químicas e físicas da qualidade do ar dificultam estabelecer um limiar de toxicidade padrão de poluentes e que a combinação de mais de um poluente potencializa os efeitos tóxicos (DI et al., 2017) e impacta na mortalidade na população geral (ROMIEU et al., 2012; LIU et al., 2019).

O presente estudo apresenta limitações no que se refere à precisão das medidas de exposição à poluição, pois são usadas médias anuais de estações de monitoramento sem que possamos medir com precisão o nível individual de exposição nos diversos ambientes frequentados pelo indivíduo. Esta limitação provavelmente reduz a nossa capacidade de detectar associações fracas. Como ponto

forte do presente estudo temos uma elevada precisão na avaliação clínica dos pacientes, que foram avaliados com instrumentos mais precisos do que habitualmente está disponível em estudos epidemiológicos, com critérios rigorosos para avaliação do diagnóstico e da gravidade da asma, aplicação de questionários validados e realização de exames de função pulmonar em todos os indivíduos.

REFERÊNCIAS

- BERNSTEIN, I.L. et al. Health effects of air pollution. **J Allergy Clin Immunol**, v. 114, n. 5, p. 1116-1123, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 491**, de 19 de novembro de 2018. Brasília: MMA. 2018.
- CHEN, J. et al. Association between gaseous pollutants and emergency ambulance dispatches for asthma in Chengdu, China: A time-stratified case-crossover study. **Environ Health Prev**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2019.
- COLOMBINI, M.P. Air pollution and its impact on the cardiovascular system. **Einstein**. v. 6, n. 1, p. 221-226, 2008.
- CRUZ, A. A. et al. Asthma similarities across ProAR (Brazil) and U-BIOPRED (Europe) adult cohorts of contrasting locations, ethnicity and socioeconomic status. **Respir Med**, v. 161, a. 105817, 2020.
- DI, Q. et al. Air pollution and mortality in the medicare population. **New Engl J Med**, v. 376, n. 26, p. 2513-2522, 2017.
- DOWNS, S.H. et al. Reduced exposure to PM₁₀ and attenuated age-related decline in lung function. **N Engl J Med**, v. 357, n. 23, p. 2338-2347, 2007.
- FAJERSZTAJN, L. et al. Short-term effects of fine particulate matter pollution on daily health events in Latin America: a systematic review and meta-analysis. **Int J Public Health**, v. 62, n. 7, p. 729-738, 2017.
- FREITAS, S.R. et al. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estud Av**, v. 19, n. 2, p. 167-185, 2005.
- GINA – Global Initiative for Asthma. **Global strategy for asthma management and prevention**. Fontana, WI: GINA. 2012
- GUARNIERI, M.; BALMES, J.R. Outdoor air pollution and asthma. **Lancet**. v. 383, n. 9928, p. 1581–1592, 2014.
- LEITE, M. et al. Avaliação do questionário de controle da asma validado para uso no Brasil. **J. Bras. Pneumol**, v. 34, n. 10, p. 756-763, 2008.
- LIMA-MATOS, A. et al. Eosinophilic asthma, according to a blood eosinophil criterion, is associated with disease severity and lack of control among underprivileged urban Brazilians. **Respir Med**, v. 145, p. 95-100, 2018.

- LIU, C. et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. **New Engl J Med**, v. 381, n. 8, p. 705-715, 2019.
- MONTE, E.Z. et al. Impactos das variáveis meteorológicas na qualidade do ar da Região da Grande Vitória, Espírito Santo, Brasil. **Rev Bras Meteorol**, v. 31, n. 4, p. 546-554, 2016.
- NHLBI. National Heart, Lung, and Blood Institute. Asthma care quick reference. **NIH Publication**, n. 12-5075, 2012
- PEREIRA, P.A.P. et al. Atmospheric concentrations and dry deposition fluxes of particulate trace metals in Salvador, Bahia, Brazil. **Atmos Environ**, v. 41, n. 36, p. 7837-7850, 2007.
- POOLE, J.A. et al. Impact of weather and climate change with indoor and outdoor air quality in asthma: A Work Group Report of the AAAAI Environmental Exposure and Respiratory Health Committee. **J Allergy Clin Immunol**, v. 143, n. 5, p. 1702-1710, 2019.
- RAJAK, R.; CHATTOPADHYAY, A. Short and long-term exposure to ambient air pollution and impact on health in India: a systematic review. **Int J Environ Health Res**, v. 30, n. 6, p. 593-617, 2020.
- RICE, M.B. et al. Long-term exposure to traffic emissions and fine particulate matter and lung function decline in the Framingham Heart Study. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 191, n. 6, p. 656-664, 2015.
- ROCHA, G.O. et al. Quantification and Source Identification of Atmospheric Particulate Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Dry Deposition Fluxes at Three Sites in Salvador Basin, Brazil, Impacted by Mobile and Stationary Sources. **J Braz Chem Soc**, v. 20, n. 4, p. 680-692, 2009.
- ROMIEU, I. et al. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study). **Res Rep Health Eff Inst**, v. 171, p. 5-86, 2012.
- SANTANA, J.C.C. et al. Effects of air pollution on human health and costs: current situation in São Paulo, Brazil. **Sustainability**, v. 12, a. 4875, p. 1-21, 2020.
- SCANNELL, C. et al. Greater ozone-induced inflammatory responses in subjects with asthma. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 154, n. 1, p. 24-9, 1996.
- SHAW, D.E. et al. Clinical and inflammatory characteristics of the European U-BIOPRED adult severe asthma cohort. **Eur Respir J**, v. 46, n. 5, p. 1308-1321, 2015.
- SOOD, A. et al. ERS/ATS workshop report on respiratory health effects of household air pollution. **Eur Respir J**, v. 51, n.1, a. 1700698, 2018.
- USEPA. United State Environmental Protection Agency. **Air quality criteria for particulate matter (Final Report, 2004)**. Washington, DC: EPA. 2004.
- WENZEL, S.E. Asthma: defining of the persistent adult phenotypes. **Lancet**, v. 368, n. 9537, p. 804-813, 2006.
- WHO EUROPE – World Health Organization Regional Office for Europe. **Air quality guidelines: Global Update 2005**. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2005.

1 Mestre em Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Salvador, BA; Fundação ProAR, Salvador, BA; Bióloga. ORCID: 0000-0001-8039-8685. E-mail: juremacunha8@gmail.com

2 Bacharel em Estatística, Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação em Medicina e Saúde, Salvador, BA; Fundação ProAR, Salvador, BA. ORCID: 0000-0001-8479-3666. E-mail: valmarbiao@gmail.com

3 Doutor em Medicina e Saúde, Faculdade de Medicina de Jundiaí, Jundiaí, SP; Médico. ORCID: 0000-0003-4868-0124. E-mail: evponte@yahoo.com.br

4 Mestre em Medicina e Saúde, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador, BA; Médica. ORCID: 0000-0003-3238-0338. E-mail: ila.muniz8@gmail.com

5 Doutora em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, BA; Médica, Obras Sociais Imã Dulce, Salvador, BA. ORCID: 0000-0002-3885-4314. E-mail: constancacruz@yahoo.com.br

6 Doutora em Química. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Analítica, Salvador BA; Química. ORCID: 0000-0001-5244-8200. E-mail: vaniaroc@ufba.br, vpalmeiracampos@gmail.com

7 Doutor em Medicina e Saúde. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Salvador, BA; Programa para o Controle da Asma na Bahia – Fundação ProAR, Salvador, BA; Médico. ORCID: 0000-0002-7403-3871. E-mail: cruz.proar@gmail.com

Recebido em: 5 de Agosto de 2021

Avaliado em: 15 de Outubro de 2021

Aceito em: 15 de Janeiro de 2022



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

Copyright (c) 2022 Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

