

Impacto econômico pela exposição ao mofo habitacional nos casos de asma no Brasil

Economic Impact of the Exposure to Residential Mold in the cases of Asthma in Brazil

Eduardo Castelã Nascimento¹, Weslley Carlos Ribeiro²

RESUMO

Introdução: A asma é uma das doenças não comunicáveis mais comuns no mundo. No Brasil, no ano de 2019, ela foi responsável por aproximadamente 79,9 mil internações somente nos sistemas de saúde pública e complementar. O mofo residencial é um fator de risco reconhecido na prevalência de asma. **Objetivos:** Analisar a parcela atribuível à exposição a mofo e/ou umidade residencial nos casos de asma e seus custos diretos e indiretos no Brasil. **Métodos:** Foi estimada a prevalência da asma e da exposição a mofo/umidade residencial no Brasil em diferentes períodos usando dados de várias fontes. Em seguida, analisou os custos de internações no Sistema Único de Saúde do Brasil. Calculou-se a fração atribuível à exposição a mofo/umidade residencial nos casos e custos de asma no país, utilizando o Teorema de Bayes. **Resultados:** Os dados da pesquisa revelam que os custos diretos com asma atribuíveis à exposição a mofo e/ou umidade residenciais em 2019 foram de R\$ 54,8 milhões e, se somados aos custos indiretos, R\$ 109,9 milhões, considerando somente os dados das redes pública e complementar do sistema de saúde brasileiro. Ainda foi possível analisar que 2,4 milhões de casos de asma no Brasil podem ser atribuídos à exposição a mofo e/ou umidade habitacional. **Conclusão:** O provimento de habitação adequada sem o fator de exposição para populações vulneráveis tem o potencial de reduzir os custos diretos e indiretos no sistema de saúde e, além disso, propiciar melhoria na qualidade de vida de aproximadamente 2,4 milhões de pacientes asmáticos no país.

Palavras-chave: Habitação; Asma; Fungos; Mofo.

ABSTRACT

Introduction: Asthma is one of the most common non-communicable diseases in the world. In Brazil, in 2019, it was responsible for approximately 79,900 hospitalizations in the public and complementary health systems alone. Residential mold is a recognized risk factor in the prevalence of asthma. **Objectives:** To analyze the attributable fraction to the exposure to housing mold and/or moisture in cases of asthma and its direct and indirect costs in Brazil. **Methods:** The prevalence of asthma and exposure to mold/humidity in Brazil was estimated over various time periods using data from multiple sources. Subsequently, the costs of hospitalizations in the Brazilian Unified Health System were analyzed. The fraction attributable to exposure to mold/humidity in asthma cases and costs in the country was calculated using the Bayes' Theorem. **Results:** Research data reveal that the direct costs with asthma attributable to the exposure to residential mold and/or moisture in 2019 were BRL 54.8 million and, if added to the indirect costs, BRL 109.9 million, considering only data from public and complementary networks of the Brazilian health system. It was also possible to analyze that 2.4 million cases of asthma in Brazil can be attributed to exposure to housing mold and/or moisture. **Conclusion:** Providing adequate housing without the exposure factor for vulnerable populations has the potential to reduce direct and indirect costs in the health system and, in addition, provide an improvement in the quality of life of approximately 2.4 million asthmatic patients in the country.

Keywords: Housing; Asthma; Fungi; Mold.

¹Faculdade Trilógica Keppe & Pacheco. Cambuquira/MG, Brasil.

²Universidade Federal de Alfenas. Varginha/MG, Brasil.

Correspondência:

eduardo.castela@keppepacheco.edu.br

Direitos autorais:

Copyright © 2023 Eduardo Castelã Nascimento, Weslley Carlos Ribeiro.

Licença:

Este é um artigo distribuído em Acesso Aberto sob os termos da Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

Submetido:

8/2/2022

Aprovado:

30/6/2023

ISSN:

2446-5410

INTRODUÇÃO

Médicos e pesquisadores da área de saúde pública cada vez mais reconhecem a importância dos determinantes sociais da saúde, os quais incluem a habitação estável, adequada e acessível economicamente. Estudos realizados em várias partes do mundo mostram a relação existente entre morar em uma habitação inadequada e seus impactos negativos sobre a saúde dos seus ocupantes^{1,2,3}. Entre esses estudos, muitos são os que mostram a relação entre a exposição ao mofo e os danos por umidade na habitação como fator etiológico de exacerbação do desfecho asma. Estudos transversais, de coorte, caso-controle e metanálises encontraram evidências sobre a forte associação crescimento de mofo e danos por umidade em ambiente residencial com doenças respiratórias, como asma, e seus sintomas, como sibilância, tosse e falta de ar, em adultos e em crianças^{4,5}. Mais recentemente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) confirmou que a umidade e o crescimento de mofo em ambientes internos são fatores de risco importantes para a prevalência de asma e doenças respiratórias⁶.

Com base nesses e em outros estudos, foi desenvolvida uma revisão sistemática com metanálise sobre a possível associação entre mofo e/ou umidade habitacional, como fatores de exposição, e a asma e/ou sibilância, como desfechos de interesse. Esta pesquisa foi defendida e aprovada em banca de dissertação e identificou uma razão de possibilidades de 1,525 entre os fatores de exposição e os desfechos de interesse, com intervalo de confiança de 1,385 a 1,679 e valor $p < 0,001$ ⁷. Essa medida de efeito final, a razão de possibilidades única, pode ser interpretada como sendo a incidência de asma ou sibilância 1,525 vezes maior para o grupo exposto aos fatores de risco em comparação com o grupo sem exposição aos fatores de risco. Desse modo, é possível também interpretar que a exposição aos fatores de risco, ou seja, mofo e/ou umidade habitacional, aumenta a incidência de asma ou sibilância, desfechos de interesse neste estudo. Igualmente, é possível também inferir que, na hipótese de não exposição aos fatores de risco de interesse neste estudo, uma parte dos casos de asma ou sibilância seria evitada. Caso a medida de efeito final fosse 1,

teríamos que os casos de asma ou sibilância não possuem associação com a existência dos fatores de risco supracitados. Portanto, a diferença entre 1 e 1,525 pode ser interpretada como casos de asma ou sibilância possíveis de serem evitados caso não houvesse a exposição a mofo e/ou umidade habitacionais, os fatores de risco, já após controles pelos fatores intervenientes. Vale salientar que esta revisão sistemática com metanálise foi concebida e conduzida de acordo com as diretrizes da lista de verificação Prisma, acrônimo de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises, e com as diretrizes estabelecidas no Manual do Revisor do *Joanna Briggs Institute*, com seu protocolo registrado no Prospero, acrônimo de Repositório Internacional Prospectivo de Revisões Sistemáticas, com o número CRD42019145342.

A partir desse dado, o estudo buscou fornecer uma estimativa do total de casos de asma e seus custos diretos e indiretos aos sistemas de saúde pública e complementar no Brasil que pudessem estar associados à exposição da população ao mofo e/ou à umidade habitacional. O intuito é fornecer evidência científica para subsidiar o planejamento de ações estratégicas de diversos setores da sociedade na intersecção entre políticas de saúde pública e coletiva, especificamente relacionadas à asma e às políticas de habitação.

MÉTODOS

A partir do resultado da metanálise supracitada⁷, o primeiro passo foi estimar a prevalência de asma no Brasil. Após leituras realizadas pelos pesquisadores dos artigos científicos incluídos na revisão sistemática inicial, supracitada, leitura em demais artigos publicados sobre o tema de asma no Brasil^{8,9,10,11,12} e após discussão entre os autores, foram selecionadas cinco grandes pesquisas compreendidas entre o período de 2002 e 2019: International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) – Fase III – 2002 e 2003¹³; Pesquisa Nacional em Saúde do Escolar (PeNSE) – 2012¹⁴; Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) – 2013 e 2014⁹; World Health Survey (WHS) – 2003¹⁵; Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)

– 2019¹⁶. Foram extraídos dados sobre a prevalência de asma, tamanho da amostra, grupo de idade e definição de asma utilizada. Essas pesquisas trazem dados primários, divididos em dois grandes grupos, sendo eles o grupo da população de crianças e adolescentes e o grupo da população adulta. Também elas coletaram dados de prevalência, com questionários autorreferenciais, usando duas definições de asma, que são: “Já teve asma alguma vez na vida” e “Asma diagnosticada por médico”. Os resultados das prevalências foram agrupados nos dois grupos populacionais (crianças e adolescentes; adultos) e ponderados pelos tamanhos das amostras dos estudos individuais. Após obtenção da prevalência por grupo populacional, a prevalência final foi obtida a partir da ponderação pelo total de população geral obtida do IBGE em outubro de 2021¹⁷.

Posteriormente, foi estimada a prevalência do fator de exposição de interesse (mofo e/ou umidade) nos domicílios brasileiros. Os autores desenvolveram uma revisão da literatura de forma sistemática para selecionar estudos que contivessem dados primários sobre a prevalência de pessoas expostas a mofo e/ou umidade residencial. Em primeiro lugar, os autores fizeram consultas com os descritores habitação, asma, fungos e mofo nas bases Scielo, Portal de Periódicos da Capes, Medline e Google Acadêmico. Após extração inicial e leitura dos resumos, os autores coincidiram que os poucos resultados retornados para tais descritores nas bases Scielo (n=0), Portal de Periódicos da Capes (n=2) e Medline (n=0) não continham dados primários e, dessa forma, não foram incluídos na revisão sistemática. Somente a base Google Acadêmico retornou resultados para esses descritores (n=161), e após análise inicial dos seus resumos, feita de forma independente pelos autores, foi considerada como a única base passível de inclusão na revisão sistemática com os descritores iniciais e suas derivações e o termo prevalência. Foram efetuadas pesquisas, dessa forma, na base Google Acadêmico, nos meses de novembro e dezembro de 2021, de estudos publicados dos anos de 2009 a 2019 com 12 conjuntos de descritores, derivados dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e alguns dos seus termos relacionados, além do descritor prevalência, devido à sua relevân-

cia nesse ponto da pesquisa. Os conjuntos são os seguintes: Mofo, domic*, asma; Mofo, domic*, Brasil; Mofo, domic*, Brasil, asma; Mofo, habitac*, asma; Mofo, habitac*, Brasil; Mofo, habitac*, Brasil, asma; Mofo, residenc*, asma; Mofo, residenc*, Brasil; Mofo, residenc*, Brasil, asma; prevalência, domic*, mofo, Brasil; prevalência, habitac*, mofo, Brasil; prevalência, residenc*, mofo, Brasil. Foi utilizado o caractere asterisco (*) para retornar termos derivados, como residência e residencial quando inserido “residenc*”. A partir dos resultados obtidos nas buscas, a pesquisa extraiu de cada um dos estudos os dados primários que indicassem as populações expostas e não expostas a mofo, umidade ou correlato no domicílio, com a finalidade de obter uma aproximação da prevalência desse fator de risco nas residências do Brasil.

Na sequência, foi realizada pesquisa bibliográfica nos artigos científicos incluídos na revisão sistemática inicial, supracitada, e suas fontes diretas, para obtenção da porcentagem dos custos diretos e indiretos relacionados ao desfecho de interesse, asma, atribuível a internações.

Na continuidade, os autores pesquisaram na literatura estudos que trouxessem cálculos de uma parcela atribuível a um fator de exposição nos custos totais de um desfecho de interesse, com base no conceito de risco atribuível. A partir dessa forma de cálculo, com os dados da razão de probabilidades e prevalência de mofo e/ou umidade residencial levantados, estimar a parcela atribuível a esse fator de exposição.

Em seguida, foram obtidos os custos totais diretos com internações por asma no Brasil. Para tanto, foram extraídos dados de internações, valor total e dias de permanência referentes à asma da lista de morbidades do CID-10 para o ano de 2019 do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS) do Ministério da Saúde do Brasil.

Por último, a partir de todos os dados levantados nas fases da pesquisa, foram estimados os custos diretos e indiretos atribuíveis à exposição a mofo e/ou umidade residencial nos casos de asma derivados apenas dos números apresentados nos sistemas de saúde pública e complementar, bem como foram calculadas estimativas dos casos totais de asma no Brasil atribuíveis a mofo e/ou umidade residencial.

RESULTADOS

Estimativa do desfecho de interesse, asma, no Brasil

Conforme descrito no método, os autores selecionaram cinco grandes pesquisas compreendidas entre o período de 2002 e 2019, sendo elas: International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) – Fase III – 2002 e 2003; Pesquisa Nacional em Saúde do Escolar (PeNSE) – 2012; Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) – 2013 e 2014; World Health Survey (WHS) – 2003; Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) – 2019.

No primeiro grupo, de crianças e jovens, composto por pessoas de 17 anos de idade ou menos, foram três estudos que contaram com dados passíveis de extração. No estudo International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) – Fase III – dos anos de 2002 e 2003, com uma amostra de 80.218 pessoas, a prevalência de asma identificada foi de 12,4%, com base em respostas à pergunta “Já teve asma alguma vez na vida?”¹³. Já na Pesquisa Nacional em Saúde do Escolar (PeNSE), de 2012, com uma amostra de 115.125 pessoas, a prevalência de asma identificada foi de 17,4%, também com base em respostas à pergunta “Já teve asma alguma vez na vida?”¹⁴. Por sua vez, o Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), dos anos de 2013 e 2014, com uma amostra de 74.589 pessoas, identificou a prevalência de asma como sendo de 8,7%, dessa vez com base em respostas à pergunta “Já teve asma diagnosticada por médico?”⁹. Nesse grupo de idade, a prevalência média ponderada identificada total foi de 13,5%.

No segundo grupo, de adultos, composto por pessoas de 18 anos de idade ou mais, foram três estudos que contaram com dados passíveis de extração. No estudo World Health Survey (WHS), do ano de 2003, com uma amostra de 5.000 pessoas, a prevalência de asma identificada foi de 12,1%, com base em respostas à pergunta “Já teve asma diagnosticada por médico?”¹⁵. Já na Pesquisa Nacional em Saúde do Escolar (PeNSE), de 2012, com uma amostra de 2.299 pessoas, a prevalência de asma identificada foi de 15,8%, com base em respostas à pergunta “Já teve asma alguma vez na vida?”. Por sua

vez, a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), de 2019, com uma amostra de 94.114 pessoas, identificou a prevalência de asma como sendo de 5,3%, com base em respostas à pergunta “Já teve asma diagnosticada por médico?”. Nesse grupo de idade, a prevalência média ponderada identificada total foi de 5,9%¹⁶.

Considerando que a população brasileira, em outubro de 2021, para o primeiro grupo, ou seja, de crianças e adolescentes com 17 anos ou menos, era de 51,7 milhões de pessoas e que a população para o segundo grupo, de adultos, era de 162,0 milhões de habitantes, a média ponderada de prevalência de asma no Brasil ficou estabelecida em 7,7%, afetando 16,5 milhões de brasileiros (Tabela 1).

Estimativa da prevalência do fator de exposição de interesse (mofo e/ou umidade) nos domicílios brasileiros

A pesquisa identificou que no Brasil não há um estudo que identifique a presença de mofo e/ou umidade dos seus domicílios e que seja representativo da incidência deste fator de exposição em uma escala nacional. Neste sentido, conforme supracitado na área de método, foram extraídas informações dos estudos com dados primários retornados nas bases de pesquisa.

A busca na base Scielo com os descritores citados não trouxe qualquer resultado (n=0). Já a busca na base Google Acadêmico trouxe milhares de resultados (n=8.829). Por exemplo, para os descritores “Mofo, domic*, asma”, a busca trouxe 365 resultados, e “Mofo, residenc*, Brasil”, foram 2.990 resultados. Essa dinâmica se aplicou aos demais conjuntos de descritores. Portanto, os pesquisadores decidiram limitar para cada um dos 12 conjuntos de descritores a busca a 20 resultados por conjunto. Dessa forma, limitou-se a 240 resultados, entendido pelos pesquisadores como um número representativo para a finalidade proposta e com baixo risco de viés.

Desses 240 resultados, 53 estudos apareceram em dois ou mais conjuntos de descritores, somando um total de 189 resultados. Cinquenta e um estudos apareceram somente em um conjunto de descritores. Logo, 104 (53 + 51) estudos foram selecionados para uma análise detalhada de seu conteúdo e possível extração de dados de presença de mofo

TABELA 1. Agrupamento de prevalências de asma ativa e asma diagnosticada por médico em estudos por grupos etários no Brasil e estimativas únicas para a população brasileira, independentemente de grupo etário

Estudo	Asma ativa	Asma diagnosticada por médico	Tamanho da amostra
Grupo criança e adolescentes			
International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) – Fase III – 2002 e 2023	19,0%	13,6%	48.144
Pesquisa Nacional em Saúde do Escola (PeNSE) – 2012	23,2%	12,4%	109.104
Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) – 2013 e 2014	13,1%	8,7%	74.589
Valor considerado (média ponderada)	19,1%	11,5%	241.837
Grupo jovens e adultos			
World Health Survey (WHS) – 2003	12,4%	22,6%	5.000
Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) – 2013	-	4,5%	60.202
Valor considerado (média ponderada)	12,4%	5,8%	65.202
Total			
Criança e adolescentes	19,1%	11,5%	44.310.000
Jovens e adultos	12,4%	5,8%	165.690.000
Valor considerado (média ponderada)	13,8%	7,0%	210.000.000
Estimativa de população com desfecho de interesse (asma)	29.064.012	14.790.866	

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

e/ou umidade domiciliar. Desses 104 estudos, 78 foram excluídos pelos seguintes motivos: não possuir dados primários sobre presença de mofo e/ou umidade domiciliar (n=70), estudo feito no exterior (n=3), indisponível para acesso on-line (n=3), estudo duplicado (n=1), estudo em verificação não disponível (n=1). Desse modo, foram extraídos dados de 26 estudos, representativos de todas as regiões do Brasil, sendo eles: autores, data de publicação, quantidade de pessoas expostas a mofo e/ou umidade e quantidade de pessoas não expostas a mofo e/ou umidade. A amostra reuniu dados de 26 estudos, totalizando dados de 21.499 pessoas, sendo que o maior estudo apresentou dados de 3.024 pessoas (14,1% do total), o menor de 29 pessoas, com uma média de 826 pessoas por estudo. Foram 81,4% os dados obtidos de 12 dos 26 estudos, mostrando não haver concentração dos dados em poucos estudos. Os estudos incluídos foram distribuídos em 13 estados, da seguinte forma: SP (n=5), MG (n=4), BA (n=3), PE, RS, MA e SC (n=2), GO, PB, SE, CE, AL, PA (n=1). Em termos de tamanho amostral, a distribuição foi a seguinte: BA (n=3.553), SP (n=3.047),

PA (n=3.024), MA (n=2.861), CE (n=2.727), SC (n=1.520), RS (n=1.516), PE (n=1.000) e demais cinco estados em conjunto (n=2.251).

A pesquisa identificou a presença desses fatores de exposição para 7.030 dessas pessoas, representando um total de 32,70% de pessoas expostas em seus domicílios a mofo, umidade ou correlatos. Na ausência de estudos que identifiquem a quantidade de domicílios, e não de pessoas expostas, esse porcentual será utilizado como a incidência do fator de risco nesta pesquisa (variável independente) (Tabela 2).

Estimativa de distribuição entre custos totais diretos e indiretos relacionados à asma no Brasil

Não foi identificada a existência de um estudo que demonstrasse os custos totais com a asma, diretos e indiretos, no Brasil. Os autores realizaram buscas de forma independente entre eles em bases científicas, como Scielo e Portal de Periódicos da Capes, e em fontes eletrônicas do Governo Federal, como

TABELA 2. Agrupamento de prevalências de mofo e/ou umidade no domicílio no Brasil

Autores/Local	Mofo, umidade ou correlato no domicílio	Tamanho da amostra (Domicílios e/ou pessoas)
Bresolini (2017) – Belo Horizonte/MG	31,0%	87
Guarato (2016) – Ribeirão Preto/SP	21,1%	3167
Flório (2009) – São Paulo/SP	66,0%	377
Pendloski et al. (2014) – Guarulhos/SP	57,6%	580
Pineda (2009) – Salvador/BA	64,1%	1311
Estimativa de domicílios com fator de exposição de interesse (mofo, umidade ou correlato) – média ponderada	38,4%	

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

DataSUS, Portal da Transparência, Ministério da Saúde, sem retornar resultados. Somente foi identificada no DataSUS a quantidade de internações por asma e seu valor total. Segundo dados de Morbidade Hospitalar do SUS, extraídos do DataSUS, no ano de 2019, a asma, que aparece na lista de morbidade do capítulo X do CID-10, foi a causa de 79.947 internações no país, com um valor total de R\$ 46.796.546,31, totalizando 256.282 dias de permanência por internações no país¹⁸.

No entanto, após revisão bibliográfica feita pelos autores, foi identificado que diversos estudos apontam que os custos com internação representam apenas uma parcela dos custos totais com os casos de asma, sejam eles diretos ou indiretos. Os estudos apontam a existência de outros custos diretos como cuidados ambulatoriais, consultas médicas, medicação e transporte, e também custos indiretos como perda de produtividade escolar ou de trabalho do paciente ou dos responsáveis, entre outros. Haahtela *et al.*¹⁹ demonstram em estudo realizado na Finlândia que apenas 2,7% dos custos totais, diretos e indiretos, com asma são com internação. Nos Estados Unidos, Nurmagambetov *et al.*²⁰ mostram que os custos com internação representam 26,1% dos custos diretos totais com asma. Accordini *et al.*²¹, em estudo sobre custos da asma persistente na Europa, demonstram que 7,7% dos custos totais, diretos e indiretos, com a doença são por internações. Rappaport e Bonthapally²², em estudo nos EUA em 2007, mostram que 26,7% dos

custos totais, diretos e indiretos, com asma são com internação. Também nos Estados Unidos, Rank *et al.*²³ apontam que a parcela de internação sobre os custos totais, diretos e indiretos, com asma significa 24,4%. Por fim, Cisternas *et al.*²⁴, em estudo realizado na Califórnia, também nos EUA, sinalizam que o gasto com internações é de 9,4% sobre os custos totais, diretos e indiretos, de asma.

Para fazer uma estimativa dos custos com asma no Brasil, diretos (relativos ao diagnóstico e tratamento da asma, incluindo gastos com internação/hospitalização, medicamentos, despesas laboratoriais — exames, consultas médicas, atendimentos de emergência, custos ambulatoriais, cuidados pós-internação em casa etc.) e indiretos (incluem os valores de dias de trabalho ou de estudos perdidos, seja da pessoa doente em si ou do responsável/acompanhante — absenteísmo, dias de trabalho ou de estudos com capacidade produtiva reduzida por questões alheias ao trabalho — presenteísmo, pagamentos para compras de produtos para redução de sintomas de asma, por exemplo travesseiros antialérgicos, serviços de transporte, por exemplo para consultas médicas etc.), os resultados dos estudos supracitados foram colocados na Tabela 3 a seguir, separados em custos diretos e indiretos com asma em internações. Em seguida, esses percentuais foram multiplicados pelo valor de R\$ 46.796.546,31, que representa os custos totais com internações por asma em 2019 no Brasil, segundo informações do DataSUS, nas redes de saúde pública direta e complementar. Não são incluídos,

TABELA 3. Valores de custos de internação por asma por custos diretos e indiretos

Tipo de custo	Autor/ano					
	Haahtela <i>et al.</i> (2016)	Nurmagambetov <i>et al.</i> (2018)	Accordini <i>et al.</i> (2013)	Rappaport e Bonthapally (2012)	Rank <i>et al.</i> (2012)	Cisternas <i>et al.</i> (2003)
Medicação	294	2.339	281	13,6	2.010	1.605
Internação	21	1.893	108	15,3	1.340	463
Serviço de emergência	11	308	24	1,1	216	184
Serviços ambulatoriais e outros	119	2.713	116	13,5	1.174	929
Total de custos diretos com asma	545	7.253	529	43,6	4.740	3.181
Total de custos indiretos com asma	226	-	881	13,7	748	1.732
Total de custos diretos e indiretos com asma	771	7.253	1.410	57,3	5.488	4.913

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

assim, dados da rede suplementar, não disponíveis no DataSUS para esses parâmetros. Por último, foram calculadas médias simples entre os resultados dessas multiplicações, que retornaram os valores estimados de R\$ 373.874.319,09 de custos diretos totais e de R\$ 750.182.593,35 de custos diretos e indiretos, somados, com asma no Brasil relativos às redes pública e complementar.

Estimativa da parcela dos casos de asma e seus custos no Brasil atribuíveis à exposição aos fatores de risco (mofo e/ou umidade)

Para ser feito o cálculo sobre a fração dos casos de asma e seus custos (variável dependente) atribuíveis à exposição a mofo e/ou umidade (variável independente), foi utilizado o conceito de risco atribuível. Esse conceito foi inicialmente introduzido por Levin²⁵ para quantificar o impacto do tabagismo sobre o câncer de pulmão e foi se tornando uma medida para avaliar as consequências de uma associação entre um fator de exposição e um desfecho no nível de uma população²⁶. O risco atribuível é definido como a proporção de casos do desfecho de interesse que pode ser atribuída a uma exposição e pode ser formalmente escrita, a partir do Teorema de Bayes, segundo Benichou²⁶, como a equação a seguir:

$$AF = \frac{[P(RR - 1)]}{[P(RR - 1) + 1]}$$

Onde AF é a fração atribuível, P é a prevalência do fator de risco (mofo e/ou umidade) e RR é o risco relativo de exposição (razão de risco na população exposta em relação à população não exposta).

Vale salientar que esse conceito de risco atribuível e o uso dessa equação estão presentes em diversos estudos que calculam custos econômicos diretos e indiretos de doenças, tais como em Bahia *et al.*²⁷ sobre o peso econômico da diabetes no Brasil em 2014 e também no estudo de Mudarri e Fisk²⁸ para cálculo do impacto econômico da asma e outras doenças respiratórias nos Estados Unidos.

A razão de possibilidades foi a medida de efeito utilizada em substituição ao risco relativo. Ela pode ser utilizada no lugar do risco relativo por representar uma aproximação razoável em um estudo no qual a prevalência do desfecho de interesse seja baixa, isto é, inferior a 15%²⁸. A prevalência identificada e consolidada, conforme supracitado, foi de 7,7%. A estimativa de risco para a exposição a mofo e/ou umidade foi a proveniente da metanálise mencionada neste trabalho, que retornou uma razão de possibilidades de 1,525 na associação entre o desfecho de interesse, asma e sibilância, e o fator de exposição, mofo e/ou umidade, com intervalo de confiança foi de 1,385 a 1,679 e valor $p < 0,001$ ⁷.

Assim, ao usar a razão de possibilidades de 1,525 como uma aproximação do risco relativo e uma prevalência de mofo e/ou umidade de 32,70% (Tabela 2), a estimativa da fração de casos de asma e seus custos atribuível à exposição a mofo e/ou umidade na habitação é estimada segundo o cálculo a seguir:

$$AF = \frac{[(0,3270 * (1,525 - 1)]}{[(0,3270 * (1,525 - 1) + 1]}$$

$$AF = 14,65\%$$

Assim, a fração dos casos de asma e seus custos no Brasil atribuíveis à exposição a mofo e/ou umidade é estimada de 14,65%.

Estimativas do número de casos de asma e seus custos diretos e indiretos atribuíveis à exposição a mofo e/ou umidade residencial

A partir da fração atribuível calculada anteriormente (14,65%), foram realizados os cálculos da quantidade de casos de asma estimada de atribuição à exposição a mofo e/ou umidade residencial.

A asma é estimada a atingir 7,72% dos brasileiros, conforme supracitado. Segundo dados do IBGE, a população estimada em outubro de 2021 no Brasil

era de 213.751.103. Dessa forma, o total de pessoas com asma no Brasil foi estimado em 16.495.643. Ao considerar que a fração atribuível à exposição de interesse, mofo e/ou umidade residencial, é de 14,65% nos casos totais de asma, é possível estimar que a quantidade de casos de asma atribuível a essa exposição no Brasil é de 2.416.958 (Tabela 4).

Os custos diretos e os custos diretos somados aos indiretos, como visto anteriormente, somente no ano de 2019 foram estimados R\$ 373.874.319,09 e R\$ 750.182.593,35, respectivamente. Assim, também ao considerar que a fração atribuível à exposição de interesse, mofo e/ou umidade residencial, é de 14,65%, foi possível estimar que os custos diretos anuais atribuíveis a essa exposição no Brasil relacionados à asma são de R\$ 54.780.441,45, e os custos diretos somados aos custos indiretos alcançam a cifra de R\$ 109.917.508,45 anuais (Tabela 5). Vale salientar que esses cálculos de custos, diretos e indiretos, somente se referem à fração da rede pública e complementar, sem incorporar os dados da rede de saúde privada não conveniada ao SUS (rede suplementar).

TABELA 4. Cálculo de estimativas de custos totais, diretos (isoladamente) e diretos e indiretos (somatório) com asma no Brasil em 2018

Custos totais com internações por asma em 2018 no Brasil (Datasus)		R\$ 49.797.711,15
Autor/ano	Somente custos diretos	Custos diretos + custos indiretos
Haahtela <i>et al.</i> (2016)	R\$ 1.292.369.170,32	R\$ 1.828.287.395,08
Nurmagambetov <i>et al.</i> (2018)	R\$ 190.799.154,24	-
Accordini <i>et al.</i> (2013)	R\$ 243.916.566,65	R\$ 650.136.784,46
Rappaport e Bonthapally (2012)	R\$ 141.744.465,40	R\$ 186.334.572,77
Rank <i>et al.</i> (2012)	R\$ 176.150.112,58	-
Cisternas <i>et al.</i> (2003)	R\$ 342.130.710,95	R\$ 528.415.021,34
Média simples	R\$ 397.851.696,69	R\$ 798.293.433,41

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

TABELA 5. Cálculo de estimativas de custos totais, diretos (isoladamente) e diretos e indiretos (somatório) com asma no Brasil em 2018 atribuíveis à exposição ao mofo e à umidade

Custo de asma atribuível a mofo, umidade e correlatos (fator de exposição) com prevalência do fator de exposição em 38,4%	Somente custos diretos	Custos diretos + custos indiretos
Estimativa de custos totais com asma no Brasil	397.851.696,69	798.293.443,41
Casos de asma atribuíveis a mofo, umidade e correlatos	16,76%	16,76%
Custo total de asma (desfecho) atribuído ao fator de exposição	66.697.943,16	133.830.095,89

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

DISCUSSÃO

Conforme mencionado, o conceito de risco atribuível utilizado neste trabalho está alinhado com outros trabalhos^{27,28,29,30} que buscam estimar a parcela atribuível a um fator de exposição em um determinado desfecho de interesse e, a partir desse valor, estimar os impactos econômicos e na qualidade de vida devido à determinada exposição. Mudari e Fisk²⁸ utilizaram esse conceito para avaliar os impactos econômicos e de saúde pública da exposição a mofo e umidade nos Estados Unidos, determinando que a fração atribuível à exposição no desfecho de interesse, asma, é de 21%, representando aproximadamente 4,6 milhões de casos naquele país. Simons, To e Dell²⁹ usaram o conceito de fração atribuível para estimar que aproximadamente 10% dos casos de asma em crianças no Canadá podem ser atribuídos à exposição ao mofo. Nesse sentido, esses estudos e a pesquisa ora realizada estão alinhados a diversos estudos, como os de Sandel e Desmond³, Wang *et al.*⁴, Ahlroth Pind *et al.*⁵, OMS⁶ e outros, que mostram a relação entre a exposição ao mofo e danos por umidade na habitação como um dos fatores etiológicos de exacerbação do desfecho asma.

Os achados desta pesquisa sugerem que ambientes habitacionais isentos de mofo e umidade têm o potencial de ser um importante contribuidor na melhoria da saúde e do bem-estar da população, com possíveis impactos significativos sobre os custos diretos de saúde no Brasil, públicos ou privados, e também sobre os custos indiretos que recaem na sociedade brasileira. A pesquisa estima que num espaço de 10 anos aproximadamente 574 milhões de reais serão os custos diretos associados à exposição ao mofo e à umidade nos casos de asma no Brasil, e aproximadamente 1,1 bilhões de reais seriam a soma dos custos direto e indiretos que recairão sobre a sociedade brasileira, considerando apenas os dados advindos das redes de saúde pública e complementar, não contando, desse modo, com os dados da rede suplementar. Custos significativos que poderiam ser evitados se os fatores de exposição fossem mitigados ou mesmo eliminados das habitações de nosso país, sobretudo em populações nas quais sabidamente a etiologia do desfe-

cho de interesse esteja relacionada ao fator de exposição estudado.

No entanto, os dados coletados dos estudos mostraram que diversos elementos habitacionais e de saúde estão associados, mas essa associação pode ser não necessariamente causal, representando uma possível limitação ao estudo. Também, não é possível excluir a possibilidade de causalidade reversa das associações relatadas. A associação entre habitação e saúde pode ser de fato uma relação reversível, uma vez que uma saúde ruim pode impactar negativamente nas oportunidades habitacionais. Também, o estudo pode apresentar outras limitações devido aos métodos utilizados para obtenção das informações sobre os fatores de exposição e também sobre os desfechos de interesse, além de a maioria dos estudos incluídos na revisão sistemática com metanálise terem sido realizados fora do Brasil, embora tenham sido encontradas evidências sobre a viabilidade do uso desses estudos para outras latitudes e climas.

Porém, a pesquisa demonstra que a alta prevalência de contaminação por mofo e umidade e sua associação à asma e sibilância, com os respectivos custos sociais, deve ser considerada como uma preocupação de saúde pública. Como tal, os proprietários de habitações, agências de saúde pública e aquelas que fazem cumprir os códigos de postura ou de obras nos municípios brasileiros, políticos e funcionários públicos, técnicos, organizações da sociedade civil organizada, bancos de financiamento habitacional, construtoras e incorporadoras, sistema educacional e demais partes interessadas, todas têm um papel nos esforços para controlar as condições que podem levar à incidência de mofo e umidade, tais como inundações, condições habitacionais ruins, hábitos habitacionais e de conduta inadequados, entre outros.

CONCLUSÃO

As evidências detalhadas provenientes da revisão sistemática com metanálise supracitada, seguida de uma definição de fração atribuível à exposição a mofo e/ou umidade residencial nos casos e custos de asma no Brasil, podem contribuir para dar infor-

mações para o desenvolvimento de intervenções de promoção e prevenção de saúde, além de intervenções políticas, sobretudo no tangente à avaliação dos padrões construtivos das habitações no país, a própria questão da oferta habitacional, especialmente para grupos mais vulneráveis aos fatores de exposição ou mesmo que já possuam o desfecho de interesse da pesquisa. Além disso, a pesquisa, pelos resultados apresentados, pode servir para que gestores públicos da área de saúde, e mesmo outras partes interessadas, revisitem a importância da questão habitacional como parte da saúde pública em nosso país. Especialmente, a pesquisa pode contribuir com informações que levem à formulação de ações que visem a reduzir a incidência de mofo e umidade primeiramente como medida de ação para grupos que já apresentem situações de asma e sibilância, e, posteriormente, como medidas de promoção e prevenção de saúde para conjuntos mais amplos da população.

Exemplos como o desenvolvido na UBS Petrolândia, em Contagem, Minas Gerais, para o enfrentamento da asma brônquica, que considerou a questão da exposição à poeira, ao mofo e ao ácaro em encontros para orientação de pacientes e que, ao incluir medidas simples, conseguiu diminuir as consultas espontâneas por demanda por quadro de asma brônquica. Medidas como essa podem representar um passo na ampliação da promoção, prevenção e tratamento da saúde respiratória nessa longa caminhada que é a de reduzir ou mesmo eliminar, por diversos meios, a exposição ao mofo e ao excesso de umidade nos ambientes habitacionais de todo o Brasil.

Este estudo apresentou algumas limitações na sua execução devido a dificuldades de acesso a bases de dados, inexistência de estudos mais abrangentes sobre algumas das prevalências e parâmetros utilizados e, também, pelo fato de ser um estudo inovador que trata da questão de uma exposição habitacional como o mofo no total de casos e custos para o sistema de saúde brasileiro. Portanto, entendemos que a presente pesquisa traz uma importante discussão e um amplo campo de estudos a ser trabalhado por outros pesquisadores no Brasil.

REFERÊNCIAS

1. Bouillon CP, editor. Room for development: housing markets in Latin America and the Caribbean. London: Springer; 2012.
2. Cai J, Li B, Yu W, Wang H, Du C, Zhang Y et al. Household dampness-related exposures in relation to childhood asthma and rhinitis in China: A multicentre observational study. *Environment International*. 2019;126:735-46.
3. Sandel M, Desmond M. Investing in Housing for Health Improves Both Mission and Margin. *JAMA*. 2017;318:2291-2.
4. Wang J, Zhao Z, Zhang Y, Li B, Huang C, Zhang X et al. Asthma, allergic rhinitis and eczema among parents of preschool children in relation to climate, and dampness and mold in dwellings in China. *Environment International*. 2019;130:104910.
5. Ahlroth Pind C, Gunnbjörnsdóttir M, Bjerg A, Järholm B, Lundbäck B, Malinowski A et al. Patient-reported signs of dampness at home may be a risk factor for chronic rhinosinusitis: a cross-sectional study. *Clinical & Experimental Allergy*. 2017;47:1383-9.
6. World Health Organization (WHO). WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mold. Geneva: WHO; 2009.
7. Nascimento EC. Revisão sistemática e metanálise sobre associação entre exposição ao mofo e umidade na habitação e asma: estimativa do impacto econômico para a sociedade brasileira. [dissertação]. Varginha: Universidade Federal de Alfenas; 2020.
8. Barreto BA, Sole D. Prevalence of asthma and associated factors in adolescents living in Belem (Amazon region). *Allergology and immunopathology, Para, Brazil*. 2014;42:427-32.
9. Kuschnir FC, Gurgel RQ, Solé D, Costa E, Felix MM, De Oliveira CL et al. ERICA: prevalência de asma em adolescentes brasileiros. *Revista de Saúde Pública*. 2016;50:13s-13s.
10. Prestes EX, Rozov T, Silva EM, Kopelman IB. Prevalência de asma em escolares de 13 e 14 anos na cidade de Belém-Pará, Brasil. *Revista Paulista de Pediatria*. 2004;22:131-5.
11. To T, Stanojevic S, Moores G, Gershon AS, Bateman ED, Cruz AA et al. Global asthma prevalence in adults: findings from the cross-sectional world health survey. *BMC Public Health*. 2012;12:204.
12. Menezes AM, Wehrmeister FC, Horta B, Szwarcwald CL, Vieira ML, Malta DC. Prevalência de diagnóstico médico de asma em adultos brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2015;18:204-13.
13. ISAAC – The International Study of Asthma and Allergies in Childhood. ISAAC Phase Three Data. [cited 2021 Nov 20]. Available from: <http://isaac.auckland.ac.nz/phases/phasethree/results/results.php>
14. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional em Saúde do Escolar (PeNSE): Tabelas 2012 – 2.14 Asma. [Internet]. IBGE; 2012. [cited 2021 Nov 10]. Available from: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9134-pesquisa-nacional-de-saude-do-escolar.html?edicao=17047&t=resultados>

15. OMS – Organização Mundial da Saúde. World health survey (WHS) 2003 – Report of Brasil. [Internet]. OMS; 2003. [cited 2021 Nov 12]. Available from: <https://www.who.int/healthinfo/survey/whsbra-brazil.pdf>
16. FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Painel de Indicadores de Saúde – Pesquisa Nacional de Saúde – 2019 – Módulo Q – Doenças Crônicas. Fiocruz; 2019. [cited 2021 Nov 17]. Available from: <https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/>
17. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conheça o Brasil: população: pirâmide etária. [Internet]. IBGE; 2019. [cited 2021 Nov 11]. Available from: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18318-piramide-etaria.html>
18. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS (DataSUS). Morbidade hospitalar do SUS: por local de internação: Brasil. [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. [cited 2023 Oct 3]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niuf.def>
19. Haahtela T, Herse F, Karjalainen J, Klaukka T, Linna M, Leskelä et al. The Finnish experience to save asthma costs by improving care in 1987-2013. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2017;139(2):408-14.
20. Nurmagambetov T, Kuwahara R, Garbe P. The Economic Burden of Asthma in the United States, 2008–2013. *Annals of the American Thoracic Society*. 2018;15(3):348-56.
21. Accordini S, Corsico AG, Braggion M, Gerbase MW, Gislason D, Gulsvik A et al. The cost of persistent asthma in Europe: an international population-based study in adults. *International Archives of Allergy and Immunology*. 2013;160(1):93-101.
22. Rappaport H; Bonthapally V. The Direct Expenditures and Indirect Costs Associated with Treating Asthma in the United States. *Journal of Allergy and Therapy*. 2012;3(2).
23. Rank MA, Liesinger JT, Ziegenfuss JY, Branda ME, Lim KG, Yawn BP et al. Asthma Expenditures in the United States Comparing 2004 to 2006 and 1996 to 1998. *The American Journal Of Managed Care*. 2012;18(9).
24. Cisternas MG, Blanc PD, Yen IH, Katz PP, Earnest G, Eisner MD et al. A comprehensive study of the direct and indirect costs of adult asthma. *Journal of Allergy of Clinical Immunology*. 2003;111(6):1212-8.
25. Levin ML. The occurrence of lung cancer in man. *Acta Unio Internationalis Contra Cancrum*. 1953;9:531-41.
26. Benichou, J. A review of adjusted estimators of attributable risk. *Stat Methods Med Res*. 2001;10(3):195-216.
27. Bahia LR, Rosa MQ; Araújo DV, Correia MG, Rosa RS, Duncan BB, Toscano CM. Economic burden of diabetes in Brazil in 2014. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2019;11:54.
28. Mudarri DH, Fisk WJ. Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air*. 2007;17:226-35.
29. Simons E, To T, Dell S. The population attributable fraction of asthma among Canadian children. *Can J Public Health*. 2011;102(1):35-41.
30. Shoukri M, Donner A, Al-Mohanna F. Estimation of Attributable Risk from Clustered Binary Data: The Case of Cross-Sectional and Cohort Studies. *Open Journal of Statistics*. 2017;7(2):240-53.

DECLARAÇÕES

Contribuição dos autores

Concepção: ECN. Metodologia: ECN, WCR. Coleta de dados: ECN. Tratamento e análise de dados: ECN, WCR. Discussão dos resultados: ECN, WCR. Redação: ECN, WCR. Revisão: ECN, WCR. Aprovação da versão final: ECN.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes); código de financiamento 001.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à pesquisadora Maria Regina Martinez, por sua participação durante a pesquisa, especialmente na revisão dos resultados identificados, e também à pesquisadora Alexandra Ferreira Rodrigues, pela participação na extração e tabulação de dados das pesquisas incluídas nas revisões.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Disponibilidade de dados de pesquisa e outros materiais

Dados de pesquisa e outros materiais podem ser obtidos por meio de contato com os autores.

Editores responsáveis

Carolina Fiorin Anhoque, Blima Fux, Fernando Zanela da Silva Arêas.

Endereço para correspondência

Av. Nossa Senhora Aparecida, 59, Centro, Cambuquinha/MG, Brasil, CEP: 37420-000.