

Wheezing in children and adolescents living next to a petrochemical plant in Rio Grande do Norte, Brazil

*Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos
a uma indústria petroquímica no Rio Grande do Norte, Brasil*

Ana Claudia Lopes de Moraes¹, Eliane Ignotti², Paulo Artaxo Netto³,
Ludmilla da Silva Viana Jacobson⁴, Hermano Castro⁵, Sandra de Souza Hacon⁶

Resumo

Objetivo: Verificar a associação entre relato de sibilância em crianças e adolescentes e o local de residência em relação à dispersão dos poluentes atmosféricos emitidos pelo Pólo Petroquímico (PPQ) de Guararé (RN).

Métodos: Estudo transversal de relato de sibilância em crianças e adolescentes de 0 a 14 anos de idade, residentes no entorno do PPQ de Guararé, em 2006. Foi utilizado o questionário padronizado do International Study of Asthma and Allergies in Childhood, acrescido de questões relativas ao tabagismo, renda, moradia e escolaridade. Concentrações diárias de PM₁₀, PM_{2,5}, carbono grafítico, SO₂, NO₂, O₃, benzeno, tolueno e xilenos foram medidas em uma estação de monitoramento fixa. As comunidades residentes na área de influência das emissões do PPQ foram classificadas, segundo a direção preferencial dos ventos, em expostas e de referência.

Resultados: Participaram do estudo 209 crianças e adolescentes. As concentrações médias diárias dos poluentes monitorados mantiveram-se abaixo dos limites estabelecidos nos padrões de qualidade do ar. A prevalência de sibilos nos últimos 12 meses foi de 27,3%. Associações estatisticamente significantes com sibilos nos últimos 12 meses foram verificadas mesmo após ajustamentos para comunidades expostas [razão de chances (*odds ratio*, OR_{ajust}) = 2,01; intervalo de confiança de 95% (IC95%) 1,01-4,01], gênero masculino (OR_{ajust} = 2,50; IC95% 1,21-5,18) e idade de 0 a 6 anos (OR_{ajust} = 5,00; IC95% 2,41-10,39).

Conclusão: Mesmo em baixas concentrações de poluentes atmosféricos, a ocorrência de sintomas respiratórios em crianças e adolescentes nas comunidades no entorno de um PPQ esteve associada a residência na direção preferencial dos ventos, mostrando-se mais vulnerável o grupo de pré-escolares do gênero masculino.

J Pediatr (Rio J). 2010;86(4):337-344. Sibilância, crianças, adolescentes, poluição atmosférica, petróleo.

Abstract

Objective: To examine the association between wheezing in children and adolescents and living downwind of the dispersion plume of atmospheric pollutants emitted by the Guararé Petrochemical Complex, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil.

Methods: Cross-sectional study of wheezing in children and adolescents (aged 0 to 14 years) living in the vicinity of the Guararé petrochemical complex in 2006. The standardized International Study of Asthma and Allergies in Childhood questionnaire was used, with additional questions concerning tobacco use, income, living conditions, and educational achievement. Daily concentrations of PM₁₀, PM_{2.5}, black carbon, SO₂, NO₂, O₃, benzene, toluene, and xylenes were measured at a fixed monitoring station. According to their position relative to wind direction, communities present in the area affected by plant emissions were categorized into one of two groups, exposed communities and reference communities.

Results: Two hundred and nine children and adolescents took part in the study. Mean daily concentrations of the monitored pollutants were consistently below established acceptable upper limits. The prevalence of wheezing in the 12 months prior to study was 27.3%. After adjustment, statistically significant associations were found between wheezing and living in exposed communities (adjusted odds ratio [OR_{adj}] 2.01; 95% confidence interval [95%CI] 1.01-4.01), male gender (OR_{adj} 2.50; 95%CI 1.21-5.18), and age 0 to 6 years (OR_{adj} 5.00; 95%CI 2.41-10.39).

Conclusion: Even with low levels of atmospheric pollutants, respiratory symptoms in children and adolescents were associated with living downwind of a petrochemical plant. Male preschoolers were the most vulnerable group.

J Pediatr (Rio J). 2010;86(4):337-344. Wheezing, children, adolescents, air pollution, petrochemicals.

1. Doutoranda, Saúde Pública e Meio Ambiente, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ.
2. Co-orientadora. Professora, Epidemiologia, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, MT. Programa de Mestrado e Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.
3. Instituto de Física, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP.
4. Programa de Mestrado e Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.
5. Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.
6. Orientadora. Pesquisadora titular, Programa de Mestrado e Doutorado, Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: de Moraes AC, Ignotti E, Netto PA, Jacobson LS, Castro H, Hacon SS. Wheezing in children and adolescents living next to a petrochemical plant in Rio Grande do Norte, Brazil. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;86(4):337-344.

Artigo submetido em 18.01.2010, aceito em 02.06.2010.

doi:10.2223/JPED.2020

Introdução

Os principais poluentes atmosféricos liberados pelas refinarias de petróleo são óxidos de enxofre e nitrogênio (SOx e NOx), monóxido de carbono (CO), materiais particulados (*particulate matters*, PM) e hidrocarbonetos¹. Esses poluentes têm sido associados a efeitos à saúde, especialmente efeitos respiratórios, em grupos mais vulneráveis, como crianças²⁻⁵ e asmáticos⁶.

Estudos têm reportado associações entre a proximidade de residências a rodovias e indústrias e desfechos respiratórios em crianças, incluindo sintomas como sibilância e exacerbação de asma⁷⁻⁹. Smargiassi et al.⁸ relataram episódios de elevação dos níveis de dióxido de enxofre (SO₂) liberados por uma refinaria no Canadá, associados com o aumento de episódios de asma em crianças residentes no entorno. Wichmann et al.⁹ reportaram que crianças vizinhas a uma planta petroquímica na Argentina apresentavam maior prevalência de asma, sintomas respiratórios e redução da função pulmonar do que crianças de outras localidades.

A identificação precoce de sibilância recorrente é importante pela redução da função pulmonar e da gravidade da expressão da doença na infância, que pode permanecer na idade adulta¹⁰⁻¹². Para menores de 5 anos de idade, o diagnóstico da asma é complexo, e a abordagem é feita por meio de sintomas de sibilância¹³. Sibilos nos últimos 12 meses e fatores de risco associados têm sido utilizados para a avaliação de prevalência de asma em estudos epidemiológicos^{14,15}. Dentre os fatores ambientais associados, a exposição a poluentes atmosféricos tem sido discutida^{6,15,16}.

Pouco se conhece a respeito dos impactos à saúde de crianças brasileiras residentes no entorno de unidades da indústria petroquímica, tornando relevante o desenvolvimento deste estudo. Trata-se de um produto do projeto de pesquisa "Avaliação do impacto socioambiental das emissões atmosféricas e seus reflexos na saúde da comunidade no entorno", realizado através de uma parceria entre o Pólo Petroquímico (PPQ) de Guimarães (RN), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro (RJ), e a Universidade de São Paulo (USP), São Paulo (SP).

O objetivo deste estudo foi verificar a associação entre relato de sibilância em crianças e adolescentes e o local de residência em relação à pluma de dispersão dos poluentes atmosféricos emitida pelo PPQ de Guimarães.

Métodos

Desenho de estudo

Estudo transversal de relato de sibilância em crianças e adolescentes residentes no entorno do PPQ de Guimarães, no estado do Rio Grande do Norte, em 2006.

População e área de estudo

Foram incluídas no estudo todas as crianças e adolescentes de 0 até 14 anos, 11 meses e 29 dias de idade, residentes há no mínimo 1 ano dentro de um raio de 5 km do PPQ, no ano de 2006. Em razão de todos os participantes serem menores de idade, foi necessário o preenchimento do termo de escla-

recimento livre e esclarecido pelos responsáveis, concordando em participar do estudo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fiocruz (protocolo nº 153/06).

O raio de influência foi definido a partir de estudos similares levantados na literatura^{1,17}. A área de estudo compreendeu as cinco comunidades localizadas no entorno do PPQ, que produz gás de cozinha, gás industrial, óleo diesel, querosene de aviação, nafta e gasolina. Fez parte do universo de análise um total de 209 crianças residentes nas comunidades de Lagoa Doce (A), Mangue Seco I (B), Mangue Seco II (C), Ponta de Salina (D) e Salina da Cruz (E).

O município de Guimarães, com 259 km², localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Norte, a 180 km de Natal, capital do estado, latitude 5° 06' 27" sul e longitude 36° 19' 13" oeste, 3 m acima do nível do mar. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico¹⁸.

A população estimada em 2006 foi de 9.678 habitantes, sendo 49% do gênero feminino e 51% masculino. Destes, 56% vivem na área rural. O índice de desenvolvimento humano (IDH) em 2000 era de 0,645¹⁹.

O clima do município é quente e semi-árido, com estação chuvosa de fevereiro a maio, com médias anuais de umidade relativa de 68%, precipitação pluviométrica de 711 mm e temperatura de 27,2 °C¹⁸.

Dados ambientais

Foi instalada uma estação de monitoramento da qualidade do ar com medidas contínuas em tempo real e uma estação meteorológica de 27 de março a 18 de julho de 2006, incluindo períodos de chuvas e estiagem. Foram monitoradas as concentrações dos poluentes atmosféricos PM₁₀, PM_{2,5}, carbono gráfico (*black carbon*, BC), SO₂, dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), benzeno, tolueno e xilenos (BTX). A estação foi instalada distando aproximadamente 4 km do PPQ, com a direção predominante do vento no sentido do PPQ para a estação. O local de instalação da estação baseou-se em dados históricos dos últimos 5 anos da estação meteorológica fixa implementada pela direção do PPQ e em características topográficas do local (plano e sem obstáculos).

Considerando que o número de veículos na área é pequeno e não há outra indústria na região, as medidas de contaminantes na estação de monitoramento foram atribuídas ao PPQ.

Dados de saúde

Foi utilizado o módulo de asma do questionário escrito (QE) da Fase I do International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)²⁰, padronizado internacionalmente para a identificação de asma em escolares e adolescentes e validado no Brasil^{21,22}. Recomenda-se a utilização do questionário desenvolvido para o Estudo Internacional de Sibilâncias em Lactentes (EISL)²³ para crianças menores de 3 anos de idade. No entanto, em razão do pequeno número populacional na faixa etária de interesse, optou-se pelo questionário ISAAC, que valoriza principalmente informações relativas à sibilância.

Foram acrescentadas questões sobre renda familiar e individual, tipo de domicílio, escolaridade do responsável, exposição na agricultura, uso de outra fonte de energia e exposição domiciliar ao tabaco.

Foram consideradas questões sobre sintomas respiratórios, gravidade e diagnóstico médico de asma. O QE foi aplicado nos domicílios por entrevistadores selecionados entre os agentes de saúde locais, sendo respondido pelos pais ou responsáveis. O controle da qualidade dos dados foi feito pelo treinamento, supervisão, revisão dos questionários e dupla digitação.

Variáveis em estudo

Foram investigados sibilos, asma diagnosticada ou asma alguma vez na vida, tosse seca noturna na ausência de infecção respiratória, frequência de crises de sibilos nos últimos 12 meses e a frequência de sibilos impedindo o sono, bem como variáveis demográficas, socioeconômicas, condições de moradia, saneamento e exposição domiciliar a fontes de energia e tabagismo.

Para a análise multivariada, a idade foi categorizada em crianças de 0 a 6 anos (pré-escolares) e de 7 a 14 anos (escolares e adolescentes). A única criança negra foi incluída no grupo dos pardos, dentre as categorias definidas para raça em parda e branca. O nível socioeconômico foi definido pela renda total da família, categorizada em tercís de salários mínimos, e pela renda *per capita* (até R\$ 45,00; de R\$ 45,00 a R\$ 100,00; e R\$ 100,00 ou mais por pessoa); a escolaridade do responsável foi estratificada em não alfabetizado/alfabetizado e ensino fundamental/médio.

As condições de exposição domiciliar e situação de moradia foram analisadas pelas variáveis relacionadas ao ambiente doméstico (número de cômodos e quantas pessoas residem na casa), saneamento básico (água e destino do lixo doméstico) e produção agrícola. As variáveis relacionadas ao ambiente doméstico incluíram a variável número de moradores por cômodo, estratificada em até 2 ou 2 e mais moradores por cômodo. As variáveis de saneamento foram estratificadas em função de as moradias possuírem ou não atendimento pela rede pública de distribuição de água e coleta de lixo.

Foi investigado tabagismo no domicílio e na gestação, assim como o uso de outra fonte de energia para iluminação. O uso de lenha para cozinhar não foi investigado em razão das comunidades receberem o vale-gás.

Em relação à exposição ambiental, as comunidades foram classificadas de acordo com sua localização em relação ao PPQ e com a direção predominante dos ventos. Aquelas na direção predominante dos ventos e sujeitas a maior influência da pluma de origem do PPQ (A, B, C) foram classificadas como comunidades expostas (CE), e aquelas fora da direção predominante dos ventos, com menor influência da pluma do PPQ (D, E), como comunidades de referência (CR). Os resultados do monitoramento de poluentes representam os níveis aproximados de exposição das CE.

Como *proxy* de exposição foi utilizada a comunidade de residência categorizada segundo a direção preferencial dos ventos. Para avaliação dos desfechos de saúde, foi utilizado

um período recordatório de 12 meses, para diminuir o viés de memória e por independer da sazonalidade¹⁵.

Análise dos dados

Foram considerados os valores médios diários dos contaminantes ambientais monitorados no período do estudo e comparados com padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS)², porque estes são mais rígidos do que os padrões da Resolução 003/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)²⁴.

Utilizou-se o teste do qui-quadrado para comparar as diferenças de proporções da prevalência de sintomas de asma segundo gênero, ao nível de significância de 5%. A resposta afirmativa à questão sobre a presença de sibilos nos últimos 12 meses foi utilizada como variável dependente nas análises bivariada e multivariada. Para tanto, foram criadas duas categorias de estudo, a saber: com sibilo no último ano (CSA) e sem sibilo no último ano (SSA). Foram estimados valores de razão de chances (*odds ratio*, OR) bruta na análise da associação do sintoma de asma com as variáveis em estudo. Na análise multivariada, através de regressão logística, foram incluídas as variáveis que atingiram o nível de significância de até 20%, e foram considerados estatisticamente significantes os modelos com intervalo de confiança de 95% (IC95%). Os dados foram analisados no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 16.0.

Resultados

Verificaram-se valores médios de concentração de PM, BC e gases abaixo dos níveis dos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela OMS (Tabela 1). As concentrações médias diárias de PM_{2,5} na área do estudo foram de 4,9 ($\pm 2,5$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e de PM₁₀, 9,8 ($\pm 7,7$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$. As concentrações médias de BC foram de 0,18 ($\pm 0,20$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em relação aos gases, as concentrações médias de O₃ foram 10,13 ($\pm 4,99$ ppb), de SO₂ foram menores que 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e de NO₂, 5,48 ($\pm 4,75$ ppb). Os valores médios de BTX foram, respectivamente, 32,4 ($\pm 9,9$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 18,8 ($\pm 20,1$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 18,1 ($\pm 10,7$) $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Foram avaliadas 209 crianças e adolescentes, sendo 56% do gênero masculino; 15,6% tinham idade de 0 a 1 ano, 33,5% de 2 a 6 anos, 17,2% de 7 a 9 anos e 34,0% de 10 a 14 anos. A Tabela 2 reúne as frequências de respostas afirmativas às questões do ISAAC, estratificadas por gênero. A prevalência de sibilos alguma vez na vida foi 39,9% mais elevada entre os meninos (42,2 e 37,0%; IC95% 33,2-46,9). A prevalência de sibilos no último ano foi de 27,3%, também mais elevada entre os meninos (33,3 e 19,6%; IC95% 21,4-33,8). O diagnóstico médico de asma (asma alguma vez na vida) foi apontado em 21,1% da população de estudo, com predomínio entre os meninos (23,1 e 18,5%; IC95% 15,7-27,2). Foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os gêneros no que se refere à presença de sibilos nos últimos 12 meses (qui-quadrado = 6,51; $p = 0,011$) e ao relato de 1 a 3 crises nos últimos 12 meses (qui-quadrado = 7,28; $p = 0,007$).

Tabela 1 - Dados de monitoramento ambiental no entorno do Pólo Petroquímico de Guamaré (RN), 2006

Poluentes	Valores medidos	PR	Amostragem	Número de observações no período	Número de vezes que ultrapassou os PR no período
PM _{2,5}	4,9±2,5 µg/m ³	25 µg/m ³	Amostragem com integração a cada período de 30 minutos através de um monitor de massa Teom (Rupprecht & Patashnick®, EUA)	Mais de 5.000 medidas	13 medidas pontuais de concentrações acima de 25 µg/m ³ , mas sem ultrapassar a média do PR
PM ₁₀	9,8±7,7 µg/m ³	50 µg/m ³ *	Amostragem em período de 30 minutos através do equipamento de medida por espalhamento ótico DataRAM Mie Scattering (MIE Inc., EUA), que permite obter a distribuição de tamanho do material particulado	Mais de 28.000 medidas	51 medidas pontuais de concentrações acima de 50 µg/m ³ , mas sem ultrapassar a média do PR
BC	0,18±0,20 µg/m ³	-	Amostragem em período de 30 minutos com equipamento Aetalometro (Magee Scientific, EUA)	Mais de 5.000 medidas	Apenas 3 eventos pontuais mais elevados
O ₃	10,13±4,99 µg/m ³	100 µg/m ³ †	Amostragem em períodos de 10 minutos com monitor de O ₃ (2B Technologies, EUA). Mede a concentração atmosférica de O ₃ analisando a absorção no ultravioleta	Mais de 11.000 medidas	As concentrações de O ₃ nunca ultrapassaram o padrão durante o período de estudo
SO ₂	< 2,5 µg/m ³	500 µg/m ³ ‡	Amostragem em período de 10 minutos através de um espectrômetro de absorção ótica (DOAS)	Mais de 11.000 medidas	Durante todo o período estudado, as concentrações de SO ₂ sempre estiveram abaixo de 2,5 µg/m ³
NO ₂	5,48±4,75 ppb	40 µg/m ³ *	Amostragem em período de 10 minutos através do DOAS	Mais de 11.000 medidas	Durante todo o período amostrado, todos os valores estiveram muito próximos ao limite de detecção do equipamento DOAS
Benzeno	32,4±9,9 µg/m ³	-	Amostragem em período de 10 minutos através do DOAS	Mais de 11.000 medidas	§
Tolueno	18,8±20,1 µg/m ³	-	Amostragem em período de 10 minutos através do DOAS	Mais de 11.000 medidas	§
Xileno	18,1±10,7 µg/m ³	-	Amostragem em período de 10 minutos através do DOAS	Mais de 11.000 medidas	§

BC = carbono grafítico (*black carbon*); DOAS = *differential optical absorption spectroscopy*; O₃ = ozônio; NO₂ = dióxido de nitrogênio; PM = materiais particulados (*particulate matters*); PR = padrões de referência; SO₂ = dióxido de enxofre; TEOM = *tapered oscillating microbalance*.

* Média de 24 horas.

† Média de 8 horas.

‡ Média de 10 minutos (WHO Air Quality Guideline 2005)².

§ As concentrações de hidrocarbonetos apresentaram variabilidade no período, porém sempre foram menores do que as encontradas em centros urbanos (1,25). O material particulado inalável foi coletado também pelo amostrador de particulado fino (PM_{2,5}) e grosso (PM₁₀). O amostrador particulado fino e grosso permitiu separar o aerossol em duas frações de tamanho do particulado inalável, para as quais foram determinadas a concentração de massa total e a concentração elementar.

Tabela 2 - Prevalência, em porcentagem, de sintomas de asma de acordo com o gênero (Guamaré, RN, 2006)

Questão	Subtotal (n = 117)	Masculino (%)	Subtotal (n = 92)	Feminino (%)	Total (%) (n = 209)	IC95%	Qui- quadrado (p)
1 - Sibilos alguma vez	49	42,2	34	37,0	39,9	33,2-46,9	2,61 (0,1064)
2 - Presença de sibilos nos últimos 12 meses	39	33,3	18	19,6	27,3	21,4-33,8	6,51 (0,011)*
3 - Frequência de crise de sibilos nos últimos 12 meses							
1 a 3	33	84,6	14	77,8	82,5	70,1-91,3	7,28 (0,007)*
≥ 4	6	15,4	4	22,2	17,5	15,4-22,2	0,02 (0,895)
4 - Frequência de sibilos impedindo o sono							
< 1 vez por semana	16	41,0	2	11,1	31,6	19,9-45,2	-
≥ 1 vez por semana	17	43,6	9	50,0	45,6	32,4-59,3	1,24 (0,265)
5 - Sibilos fortes dificultando a fala	7	17,9	3	16,7	17,5	8,7-29,9	-
Asma alguma vez na vida	27	23,1	17	18,5	21,1	15,7-27,2	2,00 (0,157)
Sibilos após exercícios físicos	10	25,6	5	27,8	26,3	15,5-39,7	0,31 (0,576)
Tosse seca noturna	35	30,4	22	24,2	27,7	21,7-34,3	3,02 (0,082)

IC95% = intervalo de confiança de 95%.

* Teste do qui-quadrado para diferença entre os gêneros ($p < 0,05$).

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises bivariadas entre a variável dependente (sibilos nos últimos 12 meses) e variáveis relacionadas às características demográficas, exposições domésticas e ambientais, renda, escolaridade do responsável, saneamento e características do domicílio. A probabilidade de ocorrência de sibilos no último ano nas CE foi 81% maior que nas CR, com IC95% 0,94-3,50.

Os indivíduos do gênero masculino tiveram probabilidade duas vezes maior de apresentar sibilos no último ano quando comparados ao feminino ($OR_{bruta} = 2,06$; IC95% 1,03-4,12). A probabilidade de apresentar sibilos decresceu com o aumento da idade. Em relação à raça, os brancos tiveram 43% menor probabilidade de apresentar sibilos, embora sem significância estatística ($p = 0,100$). Quanto às variáveis relacionadas à exposição ao tabagismo domiciliar e na gestação, não foram verificadas associações estatísticas ($OR_{bruta} = 0,98$; IC95% 0,48-2,0 e $OR_{bruta} = 0,68$; IC95% 0,25-1,78, respectivamente).

As variáveis relacionadas à utilização de outra fonte de energia para cozinhar ou iluminar a residência não apresentaram significância estatística, assim como a renda familiar, a renda *per capita* e escolaridade do responsável e o saneamento.

Aqueles que residem em imóvel com 2 e mais cômodos apresentaram probabilidade 86% menor de apresentar sibilos nos últimos 12 meses do que aqueles que residem em construções de até 2 cômodos ($p = 0,000$).

Mesmo após ajustamento por idade e gênero, indivíduos residentes nas CE apresentaram probabilidade duas vezes maior de ocorrência de sibilos nos últimos 12 meses do que aqueles residentes nas CR ($OR_{ajust} = 2,01$; IC95% 1,01-4,01).

O gênero esteve associado com sibilos nos últimos 12 meses, tendo os meninos apresentado 2,5 vezes mais sintomas de sibilância do que as meninas ($OR_{ajust} = 2,5$; IC95% 1,21-5,18), ajustado por idade e comunidade de residência.

Quanto à variável idade, após ajustamento por comunidade e gênero, a associação se mostrou significativa ($p < 0,000$). A probabilidade de apresentar sibilos nos últimos 12 meses foi 5 vezes maior entre as crianças de até 6 anos de idade (pré-escolar) do que entre os escolares e adolescentes ($OR_{ajust} = 5,00$; IC95% 2,41-10,39) (Tabela 4).

Discussão

A dispersão da pluma dos poluentes atmosféricos emitidos pelo PPQ de Guamaré permitiu identificar um conjunto de comunidades consideradas expostas a poluentes atmosféricos. Embora os níveis ambientais dos poluentes monitorados durante todo o período do estudo tenham se apresentado abaixo dos limites estabelecidos como padrões de qualidade do ar, sintomas respiratórios em crianças e adolescentes foram mais frequentes no grupo residente nas comunidades aqui classificadas como expostas. Além da localização da comunidade de residência, pertencer ao gênero masculino e ter menos de 7 anos de idade são também fatores de risco para sintomas de sibilância na região do PPQ de Guamaré.

As variações das concentrações médias estiveram dentro dos limites estabelecidos de qualidade do ar, com pequenos e raros picos de concentração que não foram suficientes para ultrapassar esses limites. Tendo em vista que as medidas de efeito à saúde foram coletadas em um único momento, não foi possível estabelecer relação entre esses pequenos picos e efeitos à saúde.

Tabela 3 - Distribuição dos casos de sintoma de asma (sibilos nos últimos 12 meses) por características do indivíduo, ambientais, domiciliares, renda e escolaridade do responsável (Guamaré, RN, 2006)

Variáveis	CSA, n (%)	SSA, n (%)	OR (IC95%)	p
Comunidade				
CE	32 (33,7)	63 (66,3)	1,81 (0,94-3,50)	0,057
CR	25 (21,9)	89 (78,1)	1,0	
Gênero				
Masculino	39 (33,3)	78 (66,7)	2,06 (1,03-4,12)	0,026
Feminino	18 (19,6)	74 (80,4)	1,0	
Idade em anos				
0 a 1	15 (46,9)	17 (53,1)	1,0	
2 a 6	28 (40)	42 (60)	0,76 (0,30-1,91)	0,514
7 a 9	6 (16,7)	30 (83,3)	0,23 (0,06-0,78)	0,007
10 a 14	8 (11,3)	63 (88,7)	0,14 (0,05-0,44)	0,000
Raça				
Branca	15 (20,3)	59 (79,3)	0,57 (0,27-1,18)	0,100
Parda	39 (30,9)	87 (69,1)	1,0	
Fumante na residência				
Sim	17 (27,0)	46 (73,0)	0,98 (0,48-2,00)	0,950
Não	40 (27,0)	106 (72,6)	1,0	
Mãe fumou na gravidez				
Sim	7 (20,6)	27 (79,4)	0,68 (0,25-1,78)	0,395
Não	44 (27,7)	115 (72,3)	1,0	
Possui outra fonte de energia				
Sim	3 (13,0)	20 (87,0)	0,37 (0,08-1,38)	0,105
Não	53 (29,0)	130 (71,0)	1,0	
Alguma produção agrícola				
Sim	17 (25,4)	50 (74,6)	0,83 (0,41-1,69)	0,588
Não	40 (29,0)	98 (71,0)	1,0	
Renda familiar em salários mínimos*				
< 1	21 (24,7)	64 (75,3)	0,81 (0,38-1,72)	0,543
1	9 (25,7)	26 (74,3)	0,85 (0,31-2,29)	0,724
> 1	22 (28,9)	54 (71,1)	1,0	
Renda per capita (R\$)				
0,00 a 45,00	18 (26,1)	51 (73,9)	0,79 (0,35-1,77)	0,534
45,00 a 100,00	18 (25,7)	52 (74,3)	0,77 (0,34-1,74)	0,500
100,00 e mais	21 (30,9)	47 (69,1)	1,0	
Escolaridade do responsável pela família				
Não alfabetizado/alfabetizado	38 (27,7)	99 (72,3)	1,01 (0,50-2,03)	0,975
Ensino fundamental/médio	19 (27,5)	50 (72,5)	1,0	
Número de moradores na residência por número de cômodos				
Até 2	53 (27,5)	140 (72,5)	1,0	
2 ou mais	4 (25,0)	12 (75,0)	0,14 (0,03-0,53)	0,000
Tipo de construção				
Tijolo	53 (29,0)	130 (71,0)	1,0	
Madeira e taipa	4 (15,4)	22 (84,6)	0,45 (0,12-1,46)	0,145
Abastecimento de água				
Rede pública	48 (28,4)	121 (71,6)	1,0	
Outros	9 (22,5)	31 (77,5)	0,73 (0,30-1,75)	0,451
Lixo				
Coletado	52 (29,7)	123 (70,3)	1,0	
Outros	5 (14,7)	29 (85,3)	0,41 (0,13-1,19)	0,072

CE = comunidades expostas; CR = comunidades de referência; CSA = com sibilos no último ano; IC95% = intervalo de confiança de 95%; OR = razão de chances (*odds ratio*); SSA = sem sibilos no último ano.

* Salário mínimo em 2006: R\$ 350,00.

Tabela 4 - Modelos de regressão logística de presença de sibilos nos últimos 12 meses, estratificado por comunidade de residência, gênero e faixa etária

Variáveis	CSA	SSA	OR (IC95%)	OR ajustado (IC95%)	p-value
Comunidade*					
CE	32 (33,7%)	63 (66,3%)	1,81 (0,94-3,50)	2,01 (1,01-4,01)	0,045
CR	25 (21,9%)	89 (78,1%)	1		
Gênero†					
Masculino	39 (33,3%)	78 (66,7%)	2,06 (1,03-4,12)	2,50 (1,21-5,18)	0,011
Feminino	18 (19,6%)	74 (80,4%)	1		
Faixa etária‡					
0 a 6 anos	43 (75,44%)	14 (24,56%)	4,84 (2,32-10,21)	5,00 (2,41-10,39)	< 0,000
7 a 14 anos	59 (38,81%)	93 (61,19%)	1		

CSA = com sibilos no último ano; IC95% = intervalo de confiança de 95%; OR = razão de chances (*odds ratio*); SSA = sem sibilos no último ano.

* Ajustada por gênero e idade

† Ajustado por comunidade e idade

‡ Ajustada por comunidade e gênero.

Em relação à utilização de outras fontes de energia, não foi encontrada relação com o desfecho estudado, diferente do estudo de Prietsch et al.¹¹, que reportou um risco 2,6 vezes maior de sibilância recorrente entre aqueles que utilizavam outros combustíveis no ambiente doméstico. Da mesma forma, a aglomeração de moradores no domicílio não se mostrou associada à sibilância, ainda que outros autores tenham verificado probabilidade 59% maior da ocorrência do desfecho em domicílios com duas ou mais pessoas por cômodo¹¹.

A prevalência de sibilância foi maior no gênero masculino, consistente com dados de literatura, provavelmente devido a diferenças na fisiologia das vias aéreas e a maiores limiares de resposta à metacolina¹².

Os resultados das medidas de poluentes atmosféricos observados neste estudo mostram valores baixos de exposição, como o estudo de Kalabokas et al.¹, que verificou níveis de BTX com concentrações de menor magnitude no entorno da refinaria do que nos centros urbanos gregos. As variações em torno das médias diárias verificadas nos níveis de tolueno chamam atenção, embora em níveis menores que os encontrados em centros urbanos^{1,25}. Entretanto, na atmosfera, os poluentes se apresentam como misturas complexas, devendo ser considerada a possibilidade de efeitos aditivos, sinérgicos ou antagonistas^{4,9}.

A localização das comunidades em relação às unidades industriais e à direção dos ventos tem sido utilizada como parâmetro de exposição¹⁷. A pluma de dispersão dos poluentes e a localização da comunidade de residência podem explicar a maior prevalência de sibilos no último ano, relato de sibilo alguma vez, e tosse seca noturna maior nas CE do que nas CR. Esses resultados estão de acordo com outros estudos que têm mostrado efeitos respiratórios em crianças, mesmo com variações dentro dos níveis aceitáveis de poluição atmosférica^{5,26}.

Os limites de exposição aos poluentes atmosféricos têm sido discutidos, especialmente em relação à proteção de grupos mais vulneráveis, levando a OMS a estabelecer limites mais restritivos de exposição humana, em 2005². As

prevalências de sintomas de sibilância determinadas neste estudo são consistentes com dados de outros estudos, que mostram elevadas prevalências na América Latina, especialmente no Brasil, e ainda maiores nas Regiões Norte e Nordeste²⁷⁻²⁹.

Wichmann et al.⁹ utilizaram o QE na determinação de efeitos respiratórios da exposição à poluição petroquímica em 1.212 crianças de 6 a 12 anos, na Argentina. Observaram maiores prevalências no entorno da planta petroquímica do que em áreas urbanas, mesmo quando os níveis de exposição foram similares, sugerindo que, além das concentrações, a fonte e a composição do MP poderiam estar relacionadas à determinação dos efeitos. Solé et al.⁶ aplicaram o QE em cidades brasileiras para avaliar a relação entre exposição aos poluentes gasosos (O₃, CO, NO₂ e SO₂), condições socioeconômicas e prevalência de sintomas de asma, rinite e eczema em 16.209 adolescentes de 13 a 14 anos. Os resultados foram sugestivos de relação entre mais altas concentrações desses poluentes e prevalência de asma, rinite e eczema, sendo o estado socioeconômico similar entre as cidades. No presente estudo, as condições socioeconômicas das comunidades também foram muito similares, podendo justificar a não associação dessa variável com a prevalência de sibilância, como encontrado em outros estudos^{27,30}.

As comunidades estudadas são homogêneas em relação aos hábitos alimentares, estilo de vida e condições socioeconômicas. Apresentam baixa escolaridade, elevados índices de analfabetismo, precárias condições de saneamento e moradia, carência de serviços públicos e de empregos e baixa renda familiar, por vezes complementada por programas sociais. Essa homogeneidade dificulta a distinção de fatores de associação dos sintomas de sibilância na região do PPQ.

Assume-se, enquanto limitação do estudo, o uso do QE do ISAAC para identificação do grupo dos sintomáticos para sibilância em idades não validadas para a aplicação do mesmo. Entretanto, o QE do ISAAC foi anteriormente utilizado na avaliação de efeitos à saúde da poluição atmosférica em faixas etárias e amostragem diferentes daquelas validadas no país^{5,9,15}.

O presente estudo buscou identificar sintomas que configurem vulnerabilidade (especialmente sibilância) e não estabelecer o diagnóstico de asma. Sabe-se que o QE do EISL inclui maior detalhamento da abordagem de sintomas e agravos respiratórios, como sibilância e bronquite. Sendo assim, é provável que no grupo de menores de 3 anos de idade, parte dos sintomáticos não tenha sido detectada pelo instrumento utilizado. Entretanto, baseado nos resultados de Dela Bianca et al.²³, e em razão da ocorrência de perdas prováveis em todas as comunidades, não há invalidação dos achados.

Os achados deste estudo reforçam a relevância do monitoramento da qualidade do ar e da saúde de grupos mais suscetíveis aos efeitos da poluição atmosférica no entorno de unidades industriais, tanto no âmbito da gestão de saúde pública, quanto da gestão de risco e responsabilidade socioambiental da indústria.

Conclui-se que mesmo em baixas concentrações de poluentes atmosféricos, a ocorrência de sintomas respiratórios em crianças e adolescentes nas comunidades no entorno de um PPQ esteve associada às comunidades de residência na direção preferencial dos ventos, mostrando-se mais vulnerável o grupo de pré-escolares do gênero masculino.

Referências

- Kalabokas PD, Hatzianestesis J, Bartzis JG, Papagiannakopoulos P. Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery. *Atmospheric Environment*. 2001;35:2545-55.
- World Health Organization. WHO air quality guidelines - global update 2005. Bonn, Germany: WHO, 2005.
- Trasande L, Thurston GD. The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities. *J Allergy Clin Immunol*. 2005;115:689-99.
- Salvi S. Health effects of ambient air pollution in children. *Paediatr Respir Rev*. 2007;8:275-80.
- Castro HA, Cunha MF, Mendonça GA, Junger WL, Cunha-Cruz J, Leon AP. Effect of air pollution on lung function in schoolchildren in Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Saude Publica*. 2009;43:26-34.
- Solé D, Camelo-Nunes IC, Wandalsen GF, Pastorino AC, Jacob CM, Gonzalez C, et al. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis and atopic eczema in Brazilian adolescents related to exposure to gaseous air pollutants and socioeconomic status. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2007;17:6-13.
- Annesi-Maesano I, Moreau D, Caillaud D, Lavaud F, Le Moullec Y, Taytard A, et al. Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children. *Respir Med*. 2007;101:1721-9.
- Smargiassi A, Kosatsky T, Hicks J, Plante C, Armstrong B, Villeneuve PJ, et al. Risk of asthmatic episodes in children exposed to sulfur dioxide stack emissions from a refinery point source in Montreal, Canada. *Environ Health Perspect*. 2009;117:653-9.
- Wichmann FA, Müller A, Busi LE, Cianni N, Massolo L, Schlink U, et al. Increased asthma and respiratory symptoms in children exposed to petrochemical pollution. *J Allergy Clin Immunol*. 2009;123:632-8.
- Chong Neto HJ, Rosário NA, Grupo EISL Curitiba (Estudio Internacional de Sibilancias en Lactentes). Risk factors for wheezing in the first year of life. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84:495-502.
- Prietsch SO, Fischer GB, César JA, Cervo PV, Sangaletti LL, Wietzycoski CR, et al. Fatores de risco para sibilância recorrente em menores de 13 anos no Sul do Brasil. *Rev Panam Salud Publica*. 2006;20:331-7.
- Uekert SJ, Akan G, Evans MD, Li Z, Roberg K, Tisler C, et al. Sex-related differences in immune development and the expression of atopy in early childhood. *J Allergy Clin Immunol*. 2006;118:1375-81.
- Chong Neto HJ, Rosário NA. Wheezing in infancy: epidemiology, investigation, and treatment. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;86:171-8.
- Maia JG, Marcopito LF, Amaral AN, Tavares Bde F, Santos FA. Prevalência de asma e sintomas asmáticos em escolares de 13 e 14 anos de idade. *Rev Saude Publica*. 2004;38:292-9.
- Casagrande RR, Pastorino AC, Souza RG, Leone C, Solé D, Jacob CM. Prevalência de asma e fatores de risco em escolares da cidade de São Paulo. *Rev Saude Publica*. 2008;42:517-23.
- Cassol VE, Solé D, Menna-Barreto SS, Teche SP, Rizzato TM, Maldonado M, et al. Prevalência de asma em adolescentes urbanos de Santa Maria (RS). Projeto ISAAC - International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *J Bras Pneumol*. 2005;31:191-6.
- Luginaah IN, Taylor SM, Elliot SJ, Eyles JD. A longitudinal study of the health impacts of a petroleum refinery. *Soc Sci Med*. 2000;50:1155-66.
- MME. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Rio Grande do Norte. Diagnóstico do Município de Guamaré. Recife, 2005. 22 p. www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/GUAM051.PDF. Acesso: 07/11/2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [website]. Brasília. <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso: 01/09/2009.
- ISAAC Steering Committee. [website]. International Study of Asthma and Allergies in Childhood. Nova Zelândia. <http://isaac.auckland.ac.nz/>. Acesso: 01/09/2009.
- Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995;8:483-91.
- Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 1998;8:376-82.
- Dela Bianca AC, Wandalsen GF, Miyagi K, Camargo L, Cezarin D, Mallol J, et al. International Study of Wheezing in Infants (EISL): validation of written questionnaire for children aged below 3 years. *J Investing Allergol Clin Immunol*. 2009;19:35-42.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 003, de 28 de junho de 1990. Brasília, 1990. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>. Acesso: 07/11/2009.
- Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environ Int*. 2006;32:106-20.
- Moura M, Junger WL, Mendonça GA, de Leon AP. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. *Rev Saude Publica*. 2008;42:503-11.
- Mallol J, Solé D, Asher I, Clayton T, Stein R, Soto-Quiroz M. Prevalence of asthma symptoms in Latin America: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Pediatr Pulmonol*. 2000;30:439-44.
- Solé D, Wandalsen GF, Camelo-Nunes IC, Naspitz CK; ISAAC - Brazilian Group. Prevalence of symptoms of asthma rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) - Phase 3. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82:341-6.
- Rosa AM, Ignotti E, Hacon Sde S, Castro HA. Prevalence of asthma in children and adolescents in a city in the Brazilian Amazon region. *J Bras Pneumol*. 2009;35:7-13.
- Fischer GB, Camargos PA, Mocelin HT. The burden of asthma in children: a Latin American perspective. *Pediatric Respir Rev*. 2005;6:8-13.

Correspondência:

Ana Claudia Lopes de Moraes
Rua Marques do Paraná, 303, 3º andar, frente, Centro
CEP 24033-900 - Niterói, RJ
Tel.: (21) 2629.9021
Fax: (21) 2629.9021
E-mail: anamoraes@predialnet.com.br