

## A relação das variáveis climáticas na prevalência de infecção respiratória aguda em crianças menores de dois anos em Rondonópolis-MT, Brasil

The relationship of climate variables in the prevalence of acute respiratory infection in children under two years old in Rondonópolis-MT, Brazil

Débora Aparecida da Silva Santos <sup>1</sup>  
 Pedro Vieira de Azevedo <sup>2</sup>  
 Ricardo Alves de Olinda <sup>3</sup>  
 Carlos Antonio Costa dos Santos <sup>2</sup>  
 Amaury de Souza <sup>4</sup>  
 Denise Maria Sette <sup>5</sup>  
 Patrício Marques de Souza <sup>2</sup>

**Abstract** *It is estimated that approximately 30% of childhood diseases can be attributed to environmental factors and 40% involve children under the age of five years old, representing about 10% of world population. This study aimed to analyze the relationship of climate variables in the prevalence of acute respiratory infection (ARI) in children under two years old, in Rondonópolis-MT, from 1999 to 2014. It was used a cross-sectional study with a quantitative and a descriptive approach with meteorological teaching and research data from the database from the health information system. For statistical analysis, it adjusted the negative binomial model belonging to the class of generalized linear models, adopting a significance level of 5%, based on the statistical platform R. The average number of cases of ARI decreases at approximately by 7.9% per degree centigrade increase above the average air temperature and decrease about 1.65% per 1% increase over the average air relative humidity. Already, the rainfall not associated with these cases. It is the interdisciplinary team refocus practical actions to assist in the control and reduction of ARI significant numbers in primary health care, related climate issues in children.*

**Key words** *Climate, Respiratory tract diseases, Child, Primary Health Care*

**Resumo** *Estima-se que aproximadamente 30% das doenças infantis possam ser atribuídas a fatores ambientais e 40% acometem crianças com idade inferior a cinco anos, representando cerca de 10% da população mundial. Esta pesquisa objetivou analisar a relação das variáveis climáticas na prevalência de infecção respiratória aguda (IRA) em crianças menores de dois anos em Rondonópolis-MT, de 1999 a 2014. Usou-se um estudo do tipo transversal com abordagem quantitativa e descritiva, com dados do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa e do sistema de informações em saúde. Para a análise estatística, foi ajustado o modelo binomial negativo pertencente à classe dos modelos lineares generalizados, adotando-se nível de significância de 5%, com base na plataforma estatística R. Estimou-se que o número médio de casos de IRA diminuiu em aproximadamente 7,9% a cada grau centígrado de aumento acima da média da temperatura do ar e diminuiu cerca de 1,65% a cada 1% de aumento acima da média da umidade relativa do ar. Já a precipitação pluviométrica não apresentou relação com estes casos. Cabe à equipe interdisciplinar, reorientar ações práticas que auxiliem no controle e na redução dos números significativos de IRA na atenção primária à saúde, relacionados com as questões climáticas em crianças.*

**Palavras-chave** *Clima, Doenças respiratórias, Criança, Atenção primária à saúde*

<sup>1</sup> Curso de Enfermagem, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis. Rodovia Rondonópolis-Guiratinga Km 06, BR 364. 78700-000 Rondonópolis MT Brasil. deboraassantos@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande PB Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Física, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande MS Brasil.

<sup>5</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis. Rondonópolis MT Brasil.

## Introdução

A temática saúde e meio ambiente deve ser objeto de estudo, visando à compreensão da importância de entender que o comportamento dos fatores ambientais interfere diretamente no processo saúde-doença. É estimado que aproximadamente 30% das doenças infantis possam ser atribuídas a fatores ambientais e 40% acometem crianças com idade inferior a cinco anos, representando cerca de 10% da população mundial. As crianças são, particularmente, suscetíveis aos poluentes ambientais, devido aos padrões de relacionamentos distintos com os meios ambientais e, portanto, formas e níveis de exposição característicos<sup>1</sup>.

As variações climáticas têm impactos diretos na saúde pública e são apontadas por diversos estudiosos desde a antiguidade clássica no tempo de Hipócrates, no livro *Ares, Águas e Lugares*, de cerca de 400 a.C., relacionando saúde e doenças humanas a diferentes condições atmosféricas<sup>2</sup>. É importante ressaltar, no entanto, que a origem dos problemas de saúde associados às mudanças climáticas é multicausal e não, necessariamente, resultados das alterações climáticas<sup>3</sup>.

A relação entre tempo e clima com a saúde é abarcada pela biometeorologia humana, que consiste em avaliar o impacto das influências atmosféricas sobre o homem e que tem como um dos maiores problemas a identificação de significantes reações meteorotrópicas numa dada população<sup>2</sup>. O clima, entre outros fatores, pode suscitar a manifestação de determinadas doenças à saúde através de seus atributos (a temperatura e umidade do ar, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica e ventos), que interferem no bem-estar das pessoas<sup>4</sup>.

O sistema de saúde no mundo terá que se adaptar às respostas que estão ocorrendo com as mudanças climáticas<sup>5</sup>, como o aumento na incidência de eventos climáticos extremos, alterações nos padrões pluviométricos e de temperatura do ar que têm efeitos imprevisíveis sobre agravos. Essas mudanças podem estar relacionadas com o aumento das doenças respiratórias<sup>6</sup>.

A infecção respiratória aguda (IRA) é a principal causa de doenças em crianças menores de cinco anos, porém há grandes diferenças entre os países quanto à gravidade da mortalidade. Apesar da maior prevalência de IRA na infância, a baixa proporção de casos encaminhados a um serviço de saúde, observada em alguns países, geram alta incidência de casos graves e mortes<sup>7</sup>.

Uma projeção para 2030 realizada por Mathers & Loncar, incluiu queda do número de

mortalidade por infecção respiratória no mundo e aumento desta taxa para doenças respiratórias crônicas. No entanto, as doenças respiratórias permanecerão entre as cinco principais causas de mortalidade nos países de baixa e alta renda. No que tange às mortes de menores de cinco anos, a previsão é queda de 50% no cenário entre 2002 e 2030<sup>8</sup>. Nesta interface entre saúde e meio ambiente, as variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica devem ser estudadas e associadas à saúde, visando reduzir interações decorrentes de IRA em crianças, assim como complicações e mortalidade por esta causa.

Apesar da escassez, alguns estudos conduzidos no Brasil<sup>1,9-14</sup> compreenderam as relações das variáveis climáticas com doenças respiratórias. Entretanto, pouco tem sido estudado sobre a influência dessas variáveis na prevalência da IRA em crianças menores de dois anos na atenção primária à saúde. No município de Rondonópolis-Mato Grosso não são conhecidos estudos que relacionem variáveis climáticas e casos de IRA, justificando o desenvolvimento desta pesquisa e fazendo-se necessário que essa correlação seja identificada e estudada amplamente.

Face ao exposto, a presente pesquisa objetivou a análise da relação das variáveis climáticas na prevalência de IRA em crianças menores de dois anos no município de Rondonópolis-MT, no período de 1999 a 2014.

## Método

### Área e período do estudo

Esta pesquisa foi realizada com dados relativos ao município de Rondonópolis, localizado no Estado de Mato Grosso (MT), do período de janeiro de 1999 a dezembro de 2014. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rondonópolis, em 2013, tinha uma população de 208.019 habitantes com estimativa para 2014 de 211.718. A área da unidade territorial é equivalente a 4.159,118 km<sup>2</sup> e a densidade demográfica de 47,00 hab./ km<sup>2</sup>, apresentando como bioma, o cerrado, e clima tropical úmido. Faz parte da microrregião 538-Rondonópolis constituída por 19 municípios com índice de crescimento entre 2013 e 2014 de aproximadamente 1,8% e figura como o 8º município mais populoso da região Centro-Oeste do Brasil. Em MT, no entanto, continua sendo o 3º mais povoado<sup>15</sup>.

O clima de Rondonópolis (MT) é caracterizado por uma temperatura média anual de 25°C, sendo a média das máximas de 32,6°C e a média das mínimas 18,6°C. Setembro e outubro são os meses mais quentes com temperaturas médias acima de 26°C, os meses de junho (21,9°C) e julho (22,3°C) são aqueles que apresentam as menores médias<sup>16</sup>. A precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm e a estação chuvosa concentra-se nos meses de primavera e verão (outubro a março). Já a estação seca varia de 3 a 5 meses. Geralmente, no período da tarde, os índices de umidade relativa do ar caem bastante, podendo diminuir a valores extremamente baixos<sup>17</sup>. Além disso, quanto a umidade relativa do ar em Rondonópolis, na estação seca, existe uma queda progressiva a partir de maio (71,0%) e junho (66,9%), até alcançar o quadrimestre com os menores valores nos meses de julho (62,4%), agosto (53,4,1%), setembro (57,5%) e outubro (68,3%). A partir de novembro quando tem início a estação chuvosa os valores médios oscilam entre 76,8 a 83,7%, sendo que janeiro se apresenta como o mês com maior umidade relativa do ar<sup>16</sup>.

### Natureza e fonte de dados

A pesquisa utilizou um estudo transversal de abordagem quantitativa e descritiva. O estudo transversal ou de prevalência é um dos delineamentos mais empregados na pesquisa epidemiológica, podendo investigar causa e efeito de maneira simultânea e averiguar associação existente entre exposição e doença, visualizando a situação de uma população em um determinado momento, como instantâneos da realidade<sup>18</sup>.

A coleta de dados se deu em fontes secundárias, com todos os dados referentes ao período em estudo, incluindo somente a IRA em crianças menores de dois anos e as variáveis climáticas temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. Ressalta-se que a seleção desta série de dados foi devido à disponibilidade encontrada nos sites de buscas oficiais, relativos a essas informações, sendo por conseguinte, delimitado esse período de dezesseis anos (1999-2014).

Para esta pesquisa, as séries de dados referentes às variáveis meteorológicas foram distribuídas em médias mensais, obtidas do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente à estação 83410 – Rondonópolis – MT, latitude: -16.45, longitude: -54.56, altitude: 284.00m<sup>19</sup>.

Em relação às variáveis climáticas analisadas, a temperatura média mensal de Rondonópolis (MT) oscilou entre 22,78°C no mês de julho a 26,82°C no mês de outubro dos anos de 1999 a 2014. O ano de 2003 apresentou a menor média anual (23,79°C) e 2002 (25,72°C) a maior. A média da umidade relativa do ar variou de 54,31% em agosto a 88,18% em janeiro. O ano de 2005 apresentou a menor média anual (71,53%) e 2014 (83,50%) a maior. A média de precipitação pluviométrica variou de 3,6 mm mês<sup>-1</sup> agosto a 285,2 mm/mês<sup>-1</sup> janeiro. Os anos de 2000 (511,45 mm ano<sup>-1</sup>) e 2006 (1527,7 mm ano<sup>-1</sup>) apresentaram a menor e maior proporção de precipitação pluviométrica, respectivamente.

Os dados relativos à prevalência de IRA em crianças menores de dois anos em Rondonópolis -MT foram obtidos do banco de dados do Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde (DATASUS) através do Sistema de Informações em Saúde para a Atenção Básica (SISAB)<sup>20</sup>. Segundo o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNESNET), este município tem habilitadas 32 unidades de Estratégia de Saúde da Família, seis Centros de Saúde, uma Policlínica e quatro Postos de Saúde<sup>21</sup>, as quais possuem uma proporção de cobertura populacional estimada em 54,57% da população atual. Fazendo um comparativo com o ano de 1998, essa proporção era de 2,34%, tendo implantada somente uma unidade.

Os casos de IRA de Rondonópolis (MT) foram distribuídos de acordo com cada mês nos últimos dezesseis anos (1999 a 2014). Foi registrado um total de 83.465 casos, com média anual de 5.216,56. Os meses de junho (8.631), julho (8.983) e agosto (8.825) representam os meses com uma quantidade significativa de casos. Uma estimativa mensal no mês de julho de cada ano, revela uma média de 561,44 casos/mês e 18,71 casos/dia. Em contrapartida, os meses de dezembro e janeiro apresentaram, respectivamente, 5.262 e 5.305 casos da doença, com médias mensais de 328,87 casos mês<sup>-1</sup> e 10,61 casos dia<sup>-1</sup> e 331,56 casos mês<sup>-1</sup> e 10,69 casos dia<sup>-1</sup>.

### Procedimentos éticos

Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos e mesmo que os riscos sejam mínimos por ser um estudo com informações de registros dos bancos de dados, este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Júlio Muller e aprovado, sendo respeitados os aspectos éticos de pesquisa com seres humanos (Resolução nº 466/2012)<sup>22</sup>.

### Análise estatística dos dados

Para quantificar os efeitos que as variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura e umidade do ar) exercem na prevalência de IRA em menores de dois anos em Rondonópolis-MT, foi ajustado o modelo binomial negativo pertencente à classe dos modelos lineares generalizados (MLG), adotando-se um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Para avaliar a adequação do modelo estatístico proposto para descrever as observações, foram verificadas a normalidade e a independência dos erros. Com este procedimento, buscou-se condições teóricas para a realização das análises estatísticas via técnicas univariadas.

A análise descritiva dos dados, em termos das porcentagens das variáveis dependentes (prevalência de casos de IRA) e independentes (variáveis meteorológicas), foi obtida pela medida de tendência central (média, mediana), e de dispersão (desvio padrão e percentis) e o coeficiente de variação (CV). Logo, a construção do modelo de regressão binomial negativa, mais adequado para tratar dados com variância superior à média condicional, foi elaborada com a adição de um novo parâmetro que reflete a heterogeneidade não observada. O teste F foi utilizado para calcular as estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p-valor para a variável dependente em relação à significância das variáveis independentes.

Para avaliar o ajuste do modelo, realizou-se uma análise dos resíduos através dos gráficos normais de probabilidade juntamente com o teste qui-quadrado para verificar a adequabilidade do ajuste do modelo aos dados. Dentre as classes de modelos propostos por Box e Jenkins<sup>23</sup>, foi utilizado o modelo ARIMA para estimativa de casos de IRA. Para selecionar o melhor modelo dentre os ajustados para a série em estudo, foram utilizados o Critério de Informação de Akaike (AIC)<sup>24</sup>, Critério de Informação Bayesiano (BIC) e o Erro Quadrático Médio de Previsão (EQM)<sup>25</sup>. Por fim, as análises foram realizadas com o auxílio da plataforma estatística R<sup>26</sup>.

### Resultados e discussão

Como os dados são de contagem, pôde-se pensar, inicialmente, num modelo de Poisson em que  $IRA_i$  denota número de casos de IRA em crianças menores de dois anos tal que  $IRA_i \sim P(\mu_i)$  em que:  $\log \mu_i = a + \beta_1 temp_i + \beta_2 precip_i + \beta_3 umid_i$ .

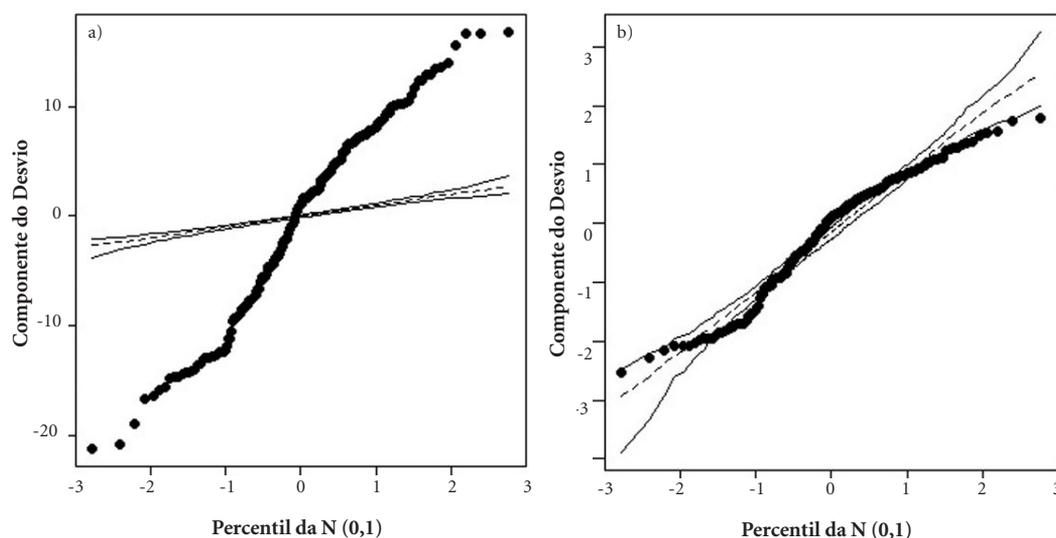
Para  $i = 1, 2, \dots, 192$ . No entanto, o ajuste do modelo forneceu  $D(y; \mu) = 21.614,00$  para 189 graus de liberdade, indicando fortes indícios de sobredispersão e há evidência significativa de que o ajuste não seja adequado (p-valor = 0,0001), o que é confirmado pelo gráfico normal de probabilidade da Figura 1. Além disso, na Tabela 1, nota-se que o fato da regressão de Poisson não se ajustar bem aos dados, também foi devido à discrepância que a variância terá em relação à média dos casos de IRA.

Tem-se então um modelo binomial negativo em que  $IRA_i \sim BN(\mu_i, \phi)$ . O gráfico normal de probabilidades bem como o desvio  $D(y; \mu) = 199,26$  fornecem indícios de ajustes adequados (p-valor = 0,290). Além disso, a distribuição de Poisson assume que os eventos ocorrem de maneira independente ao longo do tempo, isto é, que a probabilidade da criança ser consultada e diagnosticada com IRA nas unidades de saúde no município em estudo pela j-ésima vez é independente do (j+1)-ésimo e (j-1)-ésimo diagnóstico.

Dos pontos de vista clínico e prático, esta é uma hipótese que faz pouco sentido, pois uma vez que a criança foi consultada na atenção primária à saúde, é bastante provável que não seja sugerida outra consulta para realização de retorno a fim de ser verificada a eficácia do tratamento proposto. Sendo assim, a distribuição binomial negativa é mais adequada para tratar dos dados cuja variância é superior à média condicional, por meio da adição de novo parâmetro que reflete a heterogeneidade não observada. Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que as variáveis climáticas, temperatura média do ar e umidade relativa do ar, foram significativas ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere à explicação da taxa de aumento/decréscimo nos casos de IRA em Rondonópolis-MT.

O coeficiente  $\hat{\beta}_1 = -0,082011$  (Tabela 1) indica redução dos casos em função do aumento da temperatura, ou seja, existe relação inversa entre as variáveis em análise. Logo, se espera que, para os meses com maiores registros de temperatura, observem-se os menores índices de casos de IRA. Sendo assim,  $\exp(-0,082011) = 0,9212618$ , estima-se que o número médio de casos de IRA diminua em aproximadamente 7,9% a cada grau centígrados de aumento da temperatura do ar (Figura 2).

O coeficiente relacionado à umidade relativa do ar,  $\hat{\beta}_2 = -0,0318$ , foi negativo, indicando diminuição dos casos de IRA em função do aumento da umidade, ou seja, existe uma relação inversa entre as variáveis em análise. Assim, es-



**Figura 1.** Gráficos normais de probabilidades referentes aos modelos log-linear de Poisson (a) e log-linear binomial negativo (b) ajustados aos dados sobre prevalência de IRA em crianças menores de dois anos, no período de 1999 a 2014 em Rondonópolis-MT.

**Tabela 1.** Cálculo da média, variância, desvio padrão e valores mínimos e máximos das variáveis em estudo. Rondonópolis (MT), 2015.

Parâmetro	IRA (Nº de casos)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Mínima	103,0	0,0	21,0	42,0
Média	431,1	104,4	25,2	76,7
Variância	4.6510,4	1.1791,0	2,6	157,6
Desvio padrão	215,7	108,6	1,6	12,5
Máxima	904,0	572,2	28,7	95,3

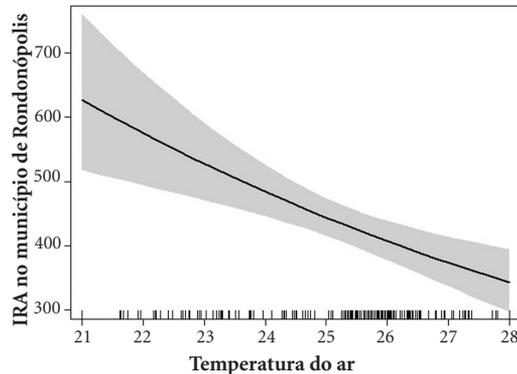
**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p-valor para ocorrência de infecção respiratória aguda (IRA), no período de 1999 a 2014 em Rondonópolis-MT.

Coefficientes	Estimativa	Erro padrão	Teste t	p-valor
Intercepto ( $\hat{\beta}_0$ )	9,371591	0,559763	16,742	< 0,001
Temperatura média do ar ( $\hat{\beta}_1$ )	-0,082011	0,021540	-3,807	< 0,001
Umidade relativa do ar ( $\hat{\beta}_2$ )	-0,016606	0,002771	-5,993	< 0,001

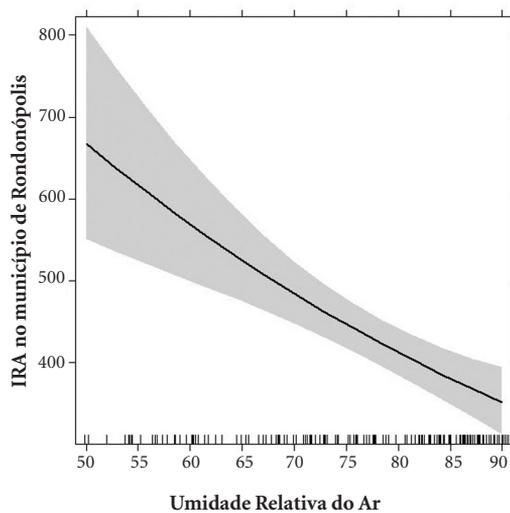
pera-se que, para os meses com maiores registros da umidade, sejam observados os menores índices de casos. Isto é, tomando  $\exp(-0,016606) = 0,9835311$ , estima-se que o número médio de casos de IRA diminua em torno de 1,65% a cada 1% de aumento acima da média da umidade relativa do ar (Figura 3).

O aumento do número de IRA relaciona-se com temperatura e umidade relativa do ar baixas e há relação estatisticamente significativa com velocidade do vento<sup>27</sup>.

Diante do exposto, consideram-se que julho e agosto foram os meses que nestes anos de análise apresentaram a maior quantidade de casos de



**Figura 2.** Comportamento dos casos de infecção respiratória aguda (IRA) em crianças menores de dois anos em relação à temperatura do ar em Rondonópolis-MT, 1999 a 2014.



**Figura 3.** Comportamento dos casos de infecção respiratória aguda (IRA) em crianças menores de dois anos em relação à umidade relativa do ar em Rondonópolis-MT, 1999 a 2014.

IRA em Rondonópolis (MT), coincidindo com os meses que proporcionaram as menores médias de temperatura do ar e de umidade relativa do ar. Nesses períodos devem ser intensificadas as ações interdisciplinares para o controle dessas ocorrências da IRA em crianças menores de dois anos.

Corroborando os resultados desta pesquisa, alguns autores evidenciaram a relação de variáveis climáticas com ocorrência de IRA em algu-

mas localidades: os atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em menores de cinco anos em Alta Floresta (MT) tiveram picos sazonais no período seco, 56% dos casos, enquanto que no chuvoso, 44%<sup>28</sup>; em Campo Grande (MS) observou-se relação inversamente proporcional entre doenças respiratórias em crianças e indicadores climáticos (temperatura, umidade, índices de conforto térmico humano e precipitação)<sup>29</sup>; em uma unidade básica de saúde em Goiânia (GO) a variação de temperatura não foi suficiente para provocar mudanças no número de crianças com sintomas respiratórios; porém, houve aumento com baixos níveis de umidade e precipitação no inverno<sup>30</sup>.

Nos casos de IRA em crianças de uma creche em São José do Rio Preto (SP), o rinovírus foi detectado no outono e com baixa no verão<sup>11</sup>. A sazonalidade do vírus sincicial respiratório (RSV) em um hospital de São Paulo (SP) com crianças indicou grande incidência no inverno<sup>10</sup>. Houve correlação moderada entre internações por doenças do aparelho respiratório (DAR) em Florianópolis (SC) com temperatura<sup>13</sup>. Em Cuiabá (MT), os atendimentos de IRA em menores de cinco foram frequentes no período chuvoso; porém, o seco influenciou a taxa de internação nos casos graves do trato inferior devido à temperatura elevada, umidade baixa e maior número de focos de calor<sup>9</sup>. Em Campina Grande (PB), houve associação da redução da temperatura e aumento da umidade, com maior incidência de doenças respiratórias em menores de dois anos<sup>14</sup>.

Em Curitiba (PR), doenças respiratórias em crianças são influenciadas pela temperatura em uma relação inversa<sup>31</sup>. Em Patrocínio (MG), queda na temperatura contribuiu para o aumento dos problemas respiratórios nos meses secos com baixa umidade<sup>32</sup>. Em geral, infecções respiratórias aumentam durante o inverno e vão variar dependendo do grau em que a temperatura subir em relação aos níveis atuais<sup>33</sup>. IRA em crianças em São José do Rio Preto (SP) apresentaram associação inversa com umidade e temperatura<sup>34</sup>. Em Fortaleza (CE) a circulação de vírus respiratórios é sazonal e houve relação dos casos de IRA com umidade e precipitação<sup>35</sup>.

No sul do país, o pico de RSV em menores de dois anos incidiu no inverno, coincidindo com a estação do vírus influenza<sup>36</sup>. A transmissão do RSV foi maior em regiões com a temperatura e umidade elevadas<sup>37</sup>. Os surtos de IRA em menores de cinco anos hospitalizados em Uberlândia (MG) ocorreram durante baixas temperatura e umidade<sup>38</sup>. O risco aumentado de hospitalizações

de crianças foi notado em Campo Grande (MS) no inverno e diminuição de pneumonia nos meses mais quentes<sup>39</sup>.

Alguns estudos internacionais evidenciam que, em crianças, a incidência de infecção respiratória é atribuída aos parâmetros climáticos, principalmente temperatura e precipitação<sup>40</sup>; temperatura está associada a pneumonia, sinusite e asma e a umidade a asma e amigdalite<sup>41</sup>; nos Estados Unidos, temperatura e precipitação foram associadas ao RSV em menores de cinco anos no inverno<sup>42</sup>. O RSV em menores de três anos ocorre poucos casos no verão em Utah (EUA)<sup>43</sup>.

A IRA nas consultas ambulatoriais foi maior em crianças em nove estados no EUA e o RSV foi detectado no verão e a influenza no inverno<sup>44</sup>. No Colorado (EUA), IRA predominou de novembro a maio<sup>45</sup>. Em Guangzhou (China), a temperatura foi associada às infecções respiratórias em crianças de zero a dois anos e o aumento dos números de consultas ambulatoriais ocorreu em temperaturas frias<sup>46</sup>. Os menores de cinco anos atendidos nos ambulatórios de Xangai (China) tiveram pico no inverno<sup>47</sup>.

Os casos de IRA nos domicílios de menores de cinco anos apresentaram relação com precipitação em Dhaka (Bangladesh), em períodos de chuva intermitentes, caracterizados com temperatura e umidade elevadas, sendo que foi levantada hipótese que crianças permanecem mais tempo em ambientes fechados e aglomeradas, aumentando a exposição a outras pessoas e risco a doença<sup>48</sup>. Na África influenza está relacionada com pacientes ambulatoriais e existe uma quantidade moderada de casos no inverno<sup>49</sup>.

Em Acharnes (Grécia), infecções respiratórias em consultas ambulatoriais foram associadas a temperatura e umidade baixas no frio<sup>50</sup>. O rinovírus aparece no início do outono; o RSV em dezembro e janeiro e a influenza no outono-inverno<sup>51</sup>. A sazonalidade do RSV de crianças em ambulatórios e hospitais nas Filipinas está associada a precipitação; umidade e temperatura não mostraram relações<sup>52</sup>. Na Austrália, menores de dois anos com RSV em ambulatórios e internações, ocorreram picos no inverno e poucos no verão<sup>53</sup>.

Em contraposição com os resultados encontrados nesta pesquisa, em Tangará da Serra (MT) os atendimentos por doenças respiratórias nas unidades básicas ocorreram, principalmente, na faixa etária de zero a quatro anos (52%) e em média 21% menos frequentes no período seco; as menores umidade e temperatura do ar contribuíram para a redução destes atendimentos<sup>54</sup>. Neste mesmo município, a sazonalidade climá-

tica também foi considerada como fator de risco para a internação por doenças respiratórias; na seca ocorrem 10% mais internações que na chuva, além disso a umidade relativa do ar e a intensidade das chuvas interferem nos índices de internações<sup>55</sup>. Analisando as estações na região metropolitana de São Paulo, nos meses de abril e maio, há tendência do aumento da temperatura do ar, conseqüentemente, aumentando a morbidade das doenças respiratórias, mais comumente em crianças e idosos, atribuída a coeficientes de correlações positivos, comparando as afecções de vias aéreas superiores e a temperatura mínima mensal<sup>2</sup>.

Em relação à precipitação pluvial não houve relação com os casos de IRA em Rondonópolis-MT. Porém no Ceará, em crianças, observou-se maior incidência de DAR em períodos chuvosos, quando historicamente ocorrem surtos<sup>56</sup>. O RSV coincide com a estação chuvosa em uma série de locais tropicais. Em serviços ambulatoriais, em Maceió (AL), o aumento do RSV teve fraca correlação com temperatura e moderada com chuva. Em Curitiba (PR) houve correlação entre diminuição da temperatura e precipitação e aumento da influenza<sup>57</sup>. Em Fortaleza (CE), RSV em menores de dois anos atendidos em ambulatório e em hospitais foi maior no período chuvoso e a maioria dos casos foram diagnosticados nos ambulatórios pediátricos<sup>58</sup>. Crianças de até nove anos, em Manaus, tiveram maiores taxas de internações por doenças respiratórias no período chuvoso<sup>12</sup>. A prevalência e a distribuição sazonal de patógenos em menores de cinco anos com IRA em ambulatórios, em Recife (PE), foram do RSV durante a chuva<sup>59</sup>.

Uma das limitações deste estudo é a ausência de dados sobre a raça destas crianças no município em estudo. A IRA por RSV indígenas e não indígenas menores de cinco anos, em Perth (Austrália Ocidental), teve uma sazonalidade distinta na maioria das áreas geográficas com picos no inverno associados com temperaturas frias e aumento das chuvas. Já as IRA por influenza tiveram pico no inverno, porém nas indígenas houve um padrão com pico no outono e primavera<sup>60</sup>. Resultados semelhantes foram obtidos em Kalgoorlie-Boulder (Austrália Ocidental), em que nas indígenas o rinovírus tipo A foi mais detectado no inverno e o tipo C não mostrou variação sazonal. Já em não indígenas, não houve variação sazonal na detecção de qualquer tipo de rinovírus<sup>61</sup>.

No que tange à ausência de dados de Rondonópolis (MT) sobre idade exata e sexo das crianças com IRA, seria importante que estes dados

fossem detalhados, visto que estas variáveis podem influenciar a ocorrência da IRA. Na etiologia viral da IRA em menores de cinco anos hospitalizadas em Uberlândia (MG) o RSV apresentou diferença significativa na idade, principalmente, com número elevado em menores de três meses; já o parainfluenza e o rinovírus não apresentaram diferenças entre as idades<sup>38</sup>.

Esta pesquisa trata de crianças menores de dois anos, as quais talvez já frequentem instituições de ensino como berçários, creches e escolas. É válido ressaltar que a variabilidade sazonal pode estar conexas com as taxas de contato entre as crianças relacionados com os períodos escolares, como exemplo quando as crianças retornam à escola de férias, sendo que este fator poder conduzir a sazonalidade da gripe por influenza<sup>62</sup>.

Salienta-se que, por se tratar de dados secundários que podem apresentar problemas relativos ao seu registro, à sua cobertura e qualidade, deve-se ter cautela quando da interpretação dos achados do presente estudo. É possível que limitações, como o sub-registro e o preenchimento incompleto de dados pelas unidades, tenham afetado os resultados apresentados. É importante, ainda, considerar que é possível que as férias dos profissionais das equipes, destacando as dos médicos e enfermeiros, possam ter influenciado uma redução do número destes atendimentos às crianças. Além disso, os dados das crianças são absolutos, não apresentando idade, sexo, localização e tipo de moradia no município, raça e outras informações que poderiam interferir na prevalência das doenças respiratórias, como a detecção do patógeno, a suscetibilidade do hospedeiro e as redes sociais que estas crianças frequentam. De tal modo que não foi possível contemplar as diferenças intraurbanas, sendo presumível que as tendências aqui apresentadas não estejam ocorrendo de forma idêntica em todas as áreas do município.

Outro tópico importante seria que os dados de Rondonópolis-MT fornecessem informações sobre o tipo de patógeno causador da IRA, além da sintomatologia apresentada e que pudesse ser possível um diagnóstico sobre a gravidade e a tendência à hospitalização. Os RSV tipos A e B em crianças atendidas no hospital das clínicas de Uberlândia (MG) não demonstraram diferenças estatísticas quanto à gravidade clínica da doença, porém, em geral, foram detectados entre janeiro e junho<sup>63</sup>.

Cabe advertir, também, que dentre as limitações deste estudo, inclui o fator cobertura do atendimento público de saúde da população de Rondonópolis pelas unidades de atenção primária

à saúde, através das ESF, gerando uma restrição inerente ao próprio sistema, visto que parte das IRA são atendidas em consultórios por plano de saúde privado como convênios ou particulares e os dados não são registrados e não estão disponíveis.

Desse maneira, a generalização dos resultados deverá ser feita para populações que apresentem características semelhantes daquelas atendidas nas unidades de ESF do SUS e que habitem áreas onde as variáveis climáticas se assemelhem à encontrada na região de Rondonópolis-MT.

### Considerações finais

A relação entre saúde e variabilidade climática deve ser trabalhada pela atenção primária à saúde, buscando interação das relações dos indivíduos com condições do ambiente, principalmente aquelas que podem causar doenças. Os profissionais devem propor ações associadas aos fatores de risco ambiental climáticos presentes no âmbito de atuação<sup>64</sup>. Além disso, devem ser realizadas por profissionais de equipe multidisciplinar e integrada, considerando o sistema único de saúde (SUS) como eixo articulador do atendimento às necessidades integralizadas, por meio da promoção, prevenção e recuperação da saúde. Exige-se um olhar desfragmentado e plural dos diversos profissionais, a fim de que sejam concretizadas ações de saúde voltadas a esta problemática. Tais intervenções devem ser mais efetivas no campo da promoção e proteção da saúde e da prevenção dos riscos ambientais climáticos para a saúde da população, em especial, de crianças.

As variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar são inversamente relacionadas com os casos de infecção respiratória aguda (IRA) em Rondonópolis-MT, de maneira que é necessária uma reformulação das ações de promoção de saúde e prevenção desta doença no grupo de crianças nas unidades da atenção primária à saúde, nos períodos dos anos com baixos valores dessas variáveis, diminuindo as taxas de internações hospitalares e óbitos por estas doenças. Cabe à equipe interdisciplinar uma atuação integral, estabelecendo como uma das prioridades, a relevância destes fatores climáticos como influenciadores nos casos de IRA, considerando os demais fatores que interferem na ocorrência desta doença.

Espera-se que esta pesquisa possa contribuir significativamente com outras investigações nestas áreas, visando estimular debates que desenca-

deiem a discussão sobre as interfaces deste assunto e ampliar o conhecimento dos profissionais, conscientizando a população, além de reorientar e incentivar ações práticas que auxiliem no controle e na redução dos números significativos de IRA em crianças menores de dois anos na atenção primária à saúde, relacionados com às questões climáticas.

### **Colaboradores**

DAS Santos e PV Azevedo participaram na concepção do projeto e de todas etapas do artigo, RA Olinda trabalhou no delineamento e interpretação dos dados, CAC Santos, A Souza, DM Sette e PM Souza trabalharam na análise, revisão crítica e redação final do artigo.

## Referências

- Mazoto ML, Filhote MIF, Câmara VM, Asmus CIRE. Saúde ambiental infantil: uma revisão de propostas e perspectivas. *Cad. Saúde Coletiva* 2011; 19(1):41-50.
- Gonçalves FLT, Coelho MSZS. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciência e Natura* 2010; 32(1):103-118.
- Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). *Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil*. Brasília: OPAS; 2008.
- Sette DM, Ribeiro H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. *InterfacEHS- saúde, meio ambiente e sustentabilidade* 2011; 6(2):37-51.
- Barrett B, Charles JW, Temte JL. Climate change, human health, and epidemiological transition. *Prev Med*. 2015; 70:69-75.
- Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). *Mudança climática e saúde: um perfil do Brasil*. Brasília: OPAS; 2009.
- Benguigui Y. As infecções respiratórias agudas na infância como problema de saúde pública. *Bol Pneumol Sanitária* 2002; 10(1):13-22.
- Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLOS Medicine* 2006; 3(e442):2011-2130.
- Botelho C, Correia AL, Silva AMC, Macedo AG, Silva COS. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. *Cad Saude Publica* 2003; 19(6):1771-1780.
- Pecchini R, Berezin EN, Felício MC, Calahani P, Saulo D, Souza MCO, Lima LRAV, Ueda M, Matsumoto TK, Durigon EL. Incidence and clinical characteristics of the infection by the Respiratory Syncytial Virus in children admitted in Santa Casa de São Paulo Hospital. *Braz J Infect Dis*. 2008; 12(6):476-479.
- Bonfim CM, Nogueira ML, Simas PVM, Gardinassi LGA, Durigon EL, Rahal P, Souza FP. Frequent respiratory pathogens of respiratory tract infections in children attending daycare centers. *J Pediatr*. 2011; 87(5):439-444.
- Andrade Filho VS, Artaxo P, Hacon S, Carmo CN, Cirino G. Aerosols from biomass burning and respiratory diseases in children, Manaus, Northern Brazil. *Rev Saude Publica* 2013; 47(2):239-247.
- Murara PG, Mendonça M, Bonetti C. O clima e as doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis/SC. *Hygeia* 2013; 9(16):86-102.
- Azevedo JVV, Alves TLB, Azevedo PV, Santos CAC. Influência das variáveis climáticas na incidência de infecção respiratória aguda em crianças no município de Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista Agrogeoambiental* 2014; 2(edição especial):41-47.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). [acessado 2015 Jan 4]. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=510760>.
- Sette DM. *O clima urbano de Rondonópolis-MT* [dissertação]. São Paulo; Universidade de São Paulo; 1996.
- Sette DM. Os climas do cerrado do Centro-Oeste. *Revista Brasileira de Climatologia*. 2005; 1(1):29-42.
- Rouquayrol MZ, Almeida Filho N. *Epidemiologia e saúde*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). [acessado 2015 Jan. 20]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.
- Departamento de Informática do SUS (DATASUS). [acessado 2015 Jan 20]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>.
- Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde (CNES). [acessado 2015 Jun 20]. Disponível em: [http://dab.saude.gov.br/portaldab/historico\\_cobertura\\_sf.php](http://dab.saude.gov.br/portaldab/historico_cobertura_sf.php)
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União* 2013; 13 dez.
- Box GEP, Jenkins GM. *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day; 1970.
- Akaike H. A new look at statistical model identification. *IEEE* 1974; 19(6):716-723.
- Priestley MB. *Spectral analysis and time series*. New York: Academic Press; 1989.
- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [acessado 2015 jan 20]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
- Shaman J, Kohn M. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *PNAS USA* 2009; 106(9):3243-348.
- Pereira VS, Rosa AM, Castro HA, Ignotti E. Análise dos atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias no município de Alta Floresta - Mato Grosso - Amazônia brasileira. *Epidemiol Serv Saúde* 2011; 20(3):393-400.
- Souza A, Schujmann E, Fachel JMG, Fernandes WA. Indicadores ambientais e doenças respiratórias em crianças. *Mercator* 2013; 12(27):101-109.
- Silva Junior JLR, Padilha TF, Rezende JE, Rabelo ECA, Ferreira ACG, Rabahi MF. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. *Braz J Pulmol* 2011; 37(6):759-767.
- Guimarães PRB, Berger R, Perez FL, Pires PTL. Relações entre as doenças respiratórias e a poluição atmosférica e variáveis climáticas na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. *FLORESTA* 2012; 42(4):817-828.
- Silva RE, Mendes PC. O clima e as doenças respiratórias em Patrocínio/MG. *Rev Ele Geo* 2012; 4(11):123-137.
- Ayres JG, Forsberg B, Annesi-Maesano I, Dey R, Ebi KL, Helms PJ, Medina-Ramón M, Windt M, Forastiere F, Environment and Health Committee of the European Respiratory Society. Climate change and respiratory disease: European Respiratory Society position statement. *Eur Resp J* 2009; 34(2):295-302.
- Gardinassi LG, Simas PVM, Salomão JB, Durigon EL, Trevisan DMZ, Cordeiro JA, Lacerda MN, Rahal P, Souza FP. Seasonality of viral respiratory infections in Southeast of Brazil: the influence of temperature and air humidity. *Braz J Microbiology*. 2012; 43(1):98-108.
- Alonso WJ, Laranjeira BJ, Pereira AS, Florencio CM, Moreno EC, Miller MA, Giglio R, Schuck-Paim C, Moura FE. Comparative dynamics, morbidity and mortality burden of pediatric viral respiratory infections in an equatorial city. *Pediatr Infect Dis J* 2012; 31(1):e9-14.
- Pilger DA, Cantarelli VV, Amantea SL, Leistner-Segal S. Detection of human bocavirus and human metapneumovirus by real-time PCR from patients with respiratory symptoms in Southern Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2011; 106(1):56-60.

37. Welliver R. The relationship of meteorological conditions to the epidemic activity of respiratory syncytial virus. *Pediatr Res* 2009; 10(Supl. 1):6-8.
38. Costa LF, Yokosawa J, Mantese OC, Oliveira TF, Silveira HL, Nepomuceno LL, Moreira LS, Dyonisio G, Rossi LMG, Oliveira RC, Ribeiro LZG, Queiróz DAO. Respiratory viruses in children younger than five years old with acute respiratory disease from 2001 to 2004 in Uberlândia, MG, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2006; 101(3):301-306.
39. Souza A, Fernandes WA, Pavão HG, Lastoria G, Albrez E. Potential impacts of climate variability on respiratory morbidity in children, infants, and adults. *J Bras Pneumol* 2012; 38(6):708-715.
40. Thompson AA, Matamale L, Kharidza SD. Impact of climate change on children's health in Limpopo Province, south Africa. *Int J Environ Res Public Health*. 2012; 9(3):831-854.
41. Omonijo AG, Oguntoke O, Matzarakis A, Adeofun CO. A study of weather related respiratory diseases in eco-climatic zones. *African Physical Review*. 2011; 5(3):41-56.
42. Pitzer VE, Viboud C, Alonso WJ, Wilcox T, Metcalf CJ, Steiner CA, Haynes AK, Grenfell BT. Environmental drivers of the spatiotemporal dynamics of respiratory syncytial virus in the United States. *PLOS Pathogens* 2015; 1(1):1-14.
43. Leecaster M, Gesteland P, Greene T, Walton N, Gundlapalli A, Rolfs R et al. Modeling the variations in pediatric respiratory syncytial virus seasonal epidemics. *BMC Inf Dis* 2011; 11(105):1-9.
44. Panozzo CA, Fowlkes AL, Anderson LJ. Variation in timing of respiratory syncytial virus outbreaks: lessons from national surveillance. *Pediatr Infect Dis J* 2007; 26(11):s41-s45.
45. Zachariah P, Shah S, Gao D, Simões EA. Predictors of the duration of the respiratory syncytial virus season. *Pediatr Infect Dis J*. 2009; 28(9):772-726.
46. Liu Y, Guo Y, Wang C, Li W, Lu J, Shen S, Xia H, He J, Qiu X. Association between temperature change and outpatient visits for respiratory tract infections among children in Guangzhou, China. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12(1):439-454.
47. Fu Y, Pan L, Sun Q, Zhu W, Zhu L, Xue C, Wang Y, Liu Q, Ma P, Qiu H. The clinical and etiological characteristics of Influenza-Like Illness (ILI) in outpatients in Shanghai, China, 2011 to 2013. *PLoS One* 2015; 10(3):1-15.
48. Murray EL, Klein M, Brondi L, McGowan Júnior JE, Van Mels C, Brooks WA, Kleinbaum D, Goswami D, Ryan PB, Bridges CB. Rainfall, household crowding, and acute respiratory infections in the tropics. *Epidemiol Infect* 2012; 140(1):78-86.
49. Gessner BD, Shindo N, Briand S. Seasonal influenza epidemiology in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Lancet* 2011; 11(3):223-235.
50. Nastos PT, Matzarakis A. Weather impact on respiratory infections in Athens, Greece. *Inter J Biometeorology* 2006; 50(6):358-369.
51. Sloan C, Moore ML, Hartert T. Impact of pollution, climate, and sociodemographic factors on spatiotemporal dynamics of seasonal respiratory viruses. *Clin Transl Sci* 2011; 4(1):48-54.
52. Paynter S, Yakob L, Simões EAF, Lucero MG, Tallo V, Nohynek H, Ware RS, Weinstein P, Williams G, Sly PD. Using mathematical transmission modelling to investigate drivers of respiratory syncytial virus seasonality in children in the Philippines. *PLoS One* 2014; 9(2):1-11.
53. Moore HC, Jacoby P, Hogan AB, Blyth CC, Mercer GN. Modelling the seasonal epidemics of respiratory syncytial virus in young children. *PLoS One* 2014; 9(6):e100422.
54. Rosa AM, Ignotti E, Botelho C, Castro HA, Hacon SS. Respiratory disease and climatic seasonality in children under 15 years old in a town in the Brazilian Amazon. *J Pediatr* 2008; 84(6):543-549.
55. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Analysis of hospitalizations for respiratory diseases in Tangará da Serra, Brazil. *Braz J Pulmonol* 2008; 34(8):575-582.
56. Barreto ICHC, Grisi SJFE. Reported morbidity and its conditionings in children 5 to 9 years old in Sobral, CE, Brazil. *Rev bras epidemiol* 2010; 13(1):35-48.
57. Freitas FTM. Sentinel surveillance of influenza and other respiratory viruses, Brazil, 2000-2010. *Braz J Infect Dis* 2013; 17(1):62-68.
58. Moura FE, Nunes IF, Silva Jr GB, Siqueira MM. Short report: respiratory syncytial virus infection in north-eastern Brazil: seasonal trends and general aspects. *Am J Trop Med Hyg* 2006; 74(1):165-167.
59. Bezerra PGM, Britto MCA, Correia JB, Duarte MCMB, Fonseca AM, Rose K, Hopkins MJ, Cuevas LE, McNamara PS. Viral and atypical bacterial detection in acute respiratory infection in children under five years. *PLoS One* 2011; 6(4):e18928.
60. Moore HC, Klerk N, Richmond P, Keil AD, Lindsay K, Plant A et al. Seasonality of respiratory viral identification varies with age and aboriginality in metropolitan Western Australia. *Pediatr Infect Dis J* 2009; 28(7):598-603.
61. Annamalai AA, Khoo SK, Jacoby P, Bizzintino J, Zhang G, Chidlow G, Lee WM, Moore HC, Harnett GB, Smith DW, Gern JE, LeSouef PN, Laing IA, Lehmann D, Kalgoolie Otitis Media Research Project Team. Prevalence of and risk factors for human rhinovirus infection in healthy aboriginal and non-aboriginal Western Australian children. *Pediatr Infect Dis J* 2012; 31(7):673-679.
62. Lipsitch M, Viboud C. Influenza seasonality: lifting the fog. *PNAS USA* 2009; 106(10):3645-3646.
63. Oliveira TFM, Freitas GRO, Ribeiro LZG, Yokosawa J, Siqueira MM, Portes SAR, Silveira HL, Calegari T, Costa L, Mantese OC, Queiróz DA. Prevalence and clinical aspects of respiratory syncytial virus A and B groups in children seen at Hospital de Clínicas of Uberlândia, MG Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2008; 103(5):417-422.
64. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política Nacional de Atenção Básica*. Brasília: MS; 2012.

---

Artigo apresentado em 10/06/2015

Aprovado em 02/04/2016

Versão final apresentada em 04/04/2016

