

Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos*

Potential impacts of climate variability on respiratory morbidity in children, infants, and adults

Amaury de Souza, Widinei Alves Fernandes, Hamilton Germano Pavão, Giancarlo Lastoria, Edilce do Amaral Albrez

Resumo

Objetivo: Estudar a relação existente entre a o número de internações por doenças do aparelho respiratório em lactentes, crianças e adultos e as variações meteorológicas na cidade de Campo Grande (MS). **Métodos:** Foram utilizados dados diários de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperatura do ar, umidade e velocidade dos ventos entre 2004 e 2008. Foram calculados os índices de conforto térmico humano, temperatura efetiva e temperatura efetiva com velocidade do vento com base nas variáveis meteorológicas. Foram realizados modelos lineares generalizados utilizando o modelo múltiplo de regressão de Poisson para prever as internações por doenças respiratórias. **Resultados:** Foram observados valores relativamente elevados dos coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas e internações por pneumonia em crianças ($R^2 = 68,4\%$), lactentes ($R^2 = 71,8\%$) e adultos ($R^2 = 81,8\%$). **Conclusões:** Os resultados aqui apresentados indicam em termos quantitativos o risco para um aumento no número de hospitalizações de crianças, lactentes e adultos de acordo com o aumento ou a diminuição das temperaturas, umidade, precipitação, velocidade dos ventos e índice de conforto térmico na cidade de Campo Grande.

Descritores: Meteorologia; Pneumonia/epidemiologia; Fatores de risco.

Abstract

Objective: To determine whether climate variability influences the number of hospitalizations for respiratory diseases in infants, children, and adults in the city of Campo Grande, Brazil. **Methods:** We used daily data on admissions for respiratory diseases, precipitation, air temperature, humidity, and wind speed for the 2004-2008 period. We calculated the thermal comfort index, effective temperature, and effective temperature with wind speed (wind-chill or heat index) using the meteorological data obtained. Generalized linear models, with Poisson multiple regression, were used in order to predict hospitalizations for respiratory disease. **Results:** The variables studied were (collectively) found to show relatively high correlation coefficients in relation to hospital admission for pneumonia in children ($R^2 = 68.4\%$), infants ($R^2 = 71.8\%$), and adults ($R^2 = 81.8\%$). **Conclusions:** Our results indicate a quantitative risk for an increase in the number of hospitalizations of children, infants, and adults, according to the increase or decrease in temperature, humidity, precipitation, wind speed, and thermal comfort index in the city under study.

Keywords: Meteorology; Pneumonia/epidemiology; Risk factors.

Introdução

Os fatores de risco para internação hospitalar por doenças respiratórias incluem a exposição a poluentes ambientais (especialmente o tabagismo), a aglomeração domiciliar, o déficit no estado nutricional, a sazonalidade climática, os esquemas de imunização incompletos, a baixa condição socioeconômica e a exposição a agentes

biológicos, como o pólen. Tais fatores atingem principalmente os indivíduos nos extremos de idade, como crianças menores de 5 anos ou idosos maiores de 65 anos.⁽¹⁻³⁾

A sazonalidade climática tem sido pesquisada devido a seus potenciais riscos à saúde humana, especialmente em relação ao

* Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.

Endereço para correspondência: Amaury de Souza. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Caixa Postal 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil. Tel. 55 67 3345-7990. E-mail: amaury.de@uol.com.br

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 13/6/2012. Aprovado, após revisão, em 25/9/2012.

sistema respiratório.⁽⁴⁾ Os riscos à saúde incluem aqueles que são relacionados diretamente ao clima e aqueles que ocorrem indiretamente, devido a sensíveis sistemas biológicos, tais como infecções dependentes de vetores, patógenos que contaminam alimentos, produção de aeroalérgenos e doenças adquiridas através da água.^(5,6)

Foram documentados vários efeitos da sazonalidade climática em saúde pública em áreas de clima temperado e subtropical,⁽⁷⁻⁹⁾ mas as relações entre a saúde e o clima ainda não são bem entendidas.⁽¹⁰⁾ Alguns trabalhos encontraram uma conexão entre temperatura ou umidade e o aumento na proporção de doenças respiratórias; entretanto, esses estudos foram baseados em dados secundários, sujeitos a vieses, o que causa preocupação quanto a sua validade e confiabilidade metodológicas.⁽¹¹⁻¹³⁾

A diversidade das soluções arquitetônicas e paisagísticas criou uma variedade de espaços abertos nos quais as condições de conforto térmico foram verificadas. Os métodos empregados basearam-se na temperatura neutra exterior e na nova temperatura efetiva para a aplicação de um modelo adaptativo. Os resultados mostraram que a ventilação adequada e, principalmente, o sombreamento são absolutamente necessários, agregando valor a esses espaços e, conseqüentemente, à arquitetura do complexo, que teve como ponto de partida a inserção climática e a valorização dos espaços. Os espaços abertos estudados apresentaram condições de conforto térmico satisfatórias, devidas principalmente à adequada consideração de estratégias de ventilação e sombreamento no projeto arquitetônico e paisagístico, assim como nos edifícios.⁽¹⁴⁾

Em que pese às hipóteses de variações climáticas globais pelas atividades humanas, é mais evidente, porém, que a sua capacidade para controlar ou alterar o clima e o tempo está ainda muito limitada ao clima local, principalmente nas áreas urbanas.⁽¹⁵⁾

Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a relação existente entre o número de internações por doenças do aparelho respiratório em lactentes, crianças e adultos e as variações meteorológicas na cidade de Campo Grande (MS).

Métodos

O presente trabalho é um estudo ecológico realizado no município de Campo Grande (MS). Os

dados diários dos atendimentos ambulatoriais nas unidades de saúde do município foram obtidos na Secretaria Municipal da Saúde e se referem aos atendimentos de lactentes (1 a 4 anos), crianças (5 a 14 anos) e adultos (> 14 anos) por pneumonia. O período analisado foi entre primeiro de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2008. As doenças respiratórias foram codificadas de acordo com a Classificação Internacional de Doenças, revisão 9 (460 a 519).

As informações sobre precipitação, temperatura do ar, umidade e velocidade dos ventos foram obtidas junto a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Gado de Corte, em Campo Grande.

Conforto térmico pode ser definido como a condição da mente a qual expressa satisfação com o ambiente térmico. Desse modo, cada pessoa terá seu próprio conforto térmico. O conforto térmico é afetado pela temperatura do ar, movimento do ar (velocidade), umidade, vestimenta, nível de atividade (quantidade de trabalho físico realizado), temperatura média radiante (temperatura média das paredes, solo, janelas, etc.) e muitos outros fatores. Entretanto, os principais fatores ambientais que contribuem para o conforto térmico são a temperatura do ar, a umidade e a velocidade do ar, que foram consideradas no presente estudo. Para analisar o conforto térmico no período do estudo, foram utilizados dois índices que, embora não levem em conta os processos fisiológicos do corpo humano, consideram os processos desencadeantes das respostas fisiológicas ao estresse térmico que provoca frio ou calor.⁽¹⁶⁾

Entre os índices utilizados na determinação da disponibilidade do conforto térmico a nível geográfico está o índice de temperatura efetiva, definido pela seguinte equação:

$$TE = T - 0,4 \times (T - 10) \times (1 - UR/100) \quad (1)$$

onde TE é a temperatura efetiva (°C), T é a temperatura do bulbo seco (°C), e UR é a umidade relativa (%).

Também foi utilizado um índice que depende, além da temperatura e da umidade, da velocidade do vento, definido pela seguinte equação:

$$TEV = 37 - (37 - T)/[0,68 - 0,0014 \times UR + 1/(1,76 + 1,4 \times v \times 0,75)] - 0,29 \times T \times (1 - UR/100) \quad (2)$$

onde TEV é a temperatura efetiva em função do vento (°C), T é a temperatura do bulbo seco (°C);

UR é a umidade relativa (%); e v é a velocidade do vento (m/s).

Os índices de conforto térmico em humanos (CTH) são divididos em nove faixas, variando desde muito frio até muito quente: muito frio (< 13°C), frio (13-16°C), frio moderado (16-19°C), ligeiramente frio (19-22°C), confortável (22-25°C), ligeiramente quente (25-28°C), quente moderado (28-31°C), quente (31-34°C) e muito quente (> 34°C). Esse critério é conhecido como critério de Fanger⁽¹⁶⁾ e foi obtido como resultado de medições das respostas fisiológicas do ser humano quando exposto ao calor ou frio. As variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade do ar, velocidade do vento e radiação, afetam diretamente o CTH e, de forma geral, o comportamento dos indivíduos. Essa é a importância do estudo de índices biometeorológicos. No presente estudo, foram calculadas TE máxima, TE mínima, TE média, TEV máxima, TEV mínima e TEV média através das equações 1 e 2.

As variáveis quantitativas foram descritas por meio de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão e percentis) com o cálculo dos coeficientes de variação. Posteriormente, foram realizados modelos lineares generalizados utilizando o modelo múltiplo de regressão de Poisson.⁽¹⁷⁾ Para a construção dos modelos foram selecionadas as variáveis meteorológicas que apresentaram valores de $p < 0,25$ nos modelos univariáveis de regressão de Poisson, que foram então utilizadas no modelo múltiplo de regressão de Poisson pela a seguinte equação:

$$\log(E(Y)) = \alpha + \sum \beta_i (X_i) \quad (3)$$

onde Y é a contagem diária de admissões, $E(Y)$ é o valor esperado de contagem, α e β são os parâmetros a serem estimados e o X_i representa as variáveis independentes.

O risco relativo, utilizando-se os parâmetros estimados no modelo, foi calculado mediante a seguinte equação:

$$RR = \exp(\beta \times X) \quad (4)$$

onde RR é o risco relativo, X é o valor da variável independente, e β é o parâmetro estimado pela regressão de Poisson.

Resultados

Durante o período de estudo, foram atendidas 6.630 crianças, 2.866 lactentes e 4.195 adultos por pneumonia.

Na Figura 1, observa-se a variação mensal da morbidade por pneumonia para lactentes, crianças e adultos durante todo o período de estudo. Nota-se um aumento na morbidade durante os meses de inverno e no mês que prenuncia a chegada dessa estação (marca a transição entre as duas estações), ou seja, entre maio e agosto. Esse aumento no número de internações nesse período se deve, em parte, a entrada de massas de ar frio e seco e por esse período ser considerado o período mais poluído do ano. Observa-se, também, uma diminuição da morbidade por pneumonia nos meses mais quentes (janeiro, fevereiro, novembro e dezembro).

Foram observados valores relativamente elevados dos coeficientes de correlação entre internações por pneumonia nos diferentes grupos etários e as variáveis estudadas. Em crianças, lactentes e adultos, respectivamente, esses variaram de -0,77 a 0,83, de -0,79 a 0,84 e de -0,86 a 0,89. Os valores negativos indicam uma relação inversa entre as variáveis, ou seja, enquanto o número de internações cresce, por exemplo, essas variáveis tendem a diminuir, o que pode ser observado na Figura 1.

As curvas dos gráficos dos índices de CTH (sem velocidade e com velocidade)⁽¹⁸⁻²⁰⁾ têm o mesmo formato e comportamento das temperaturas obtidas no presente estudo, em forma de V (Figura 1).

Na análise dos componentes principais, após a rotação varimax, onde estão incluídos apenas as variáveis meteorológicas e os índices de conforto, observa-se a extração de dois fatores, com uma variância explicada total, em relação às internações por pneumonias em crianças, lactentes e adultos, respectivamente, de 82,9%, 83,6% e 83,9% (Tabela 1). O fator 1 apresenta variâncias explicadas de 68,8%, 69,0% e 68,8%, respectivamente, em relação às internações por pneumonias em crianças, lactentes e adultos, com altos pesos positivos para o grupo das temperaturas (variando de 0,82 a 0,99). No entanto, com base nesse fator, acredita-se que um aumento ou uma diminuição das temperaturas pode acarretar em um leve aumento nas internações por pneumonia. Para o fator 2, houve variâncias explicadas de 14,1%, 14,6% e 15,1%, respectivamente, em relação às internações nos mesmos grupos etários, com altos pesos negativos para a umidade relativa e precipitação e um peso menor para velocidade dos ventos (-0,994, -0,83 e -0,28, respectivamente), opostos ao número

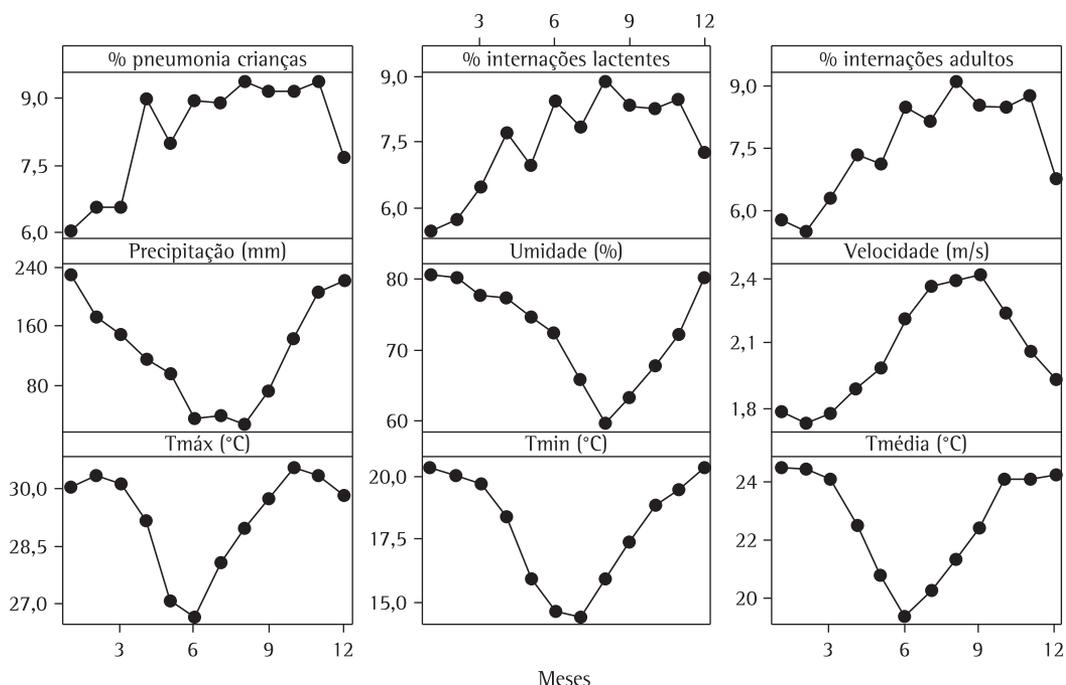


Figura 1 - Variação temporal das variáveis estudadas em função dos meses dos anos.

Tabela 1 - Resultados de análise dos dois fatores principais para as variáveis em relação a atendimentos por pneumonia em crianças, lactentes e adultos. O fator 1 foi associado com um grupo de energia e conforto térmico humano e o fator 2 com a componente úmida, envolvendo a precipitação e umidade relativa do ar.

Variáveis	Crianças		Lactentes		Adultos	
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2
Precipitação	0,24	-0,83	0,57	-0,65	0,29	-0,79
Umidade	0,42	-0,90	0,01	-0,99	0,37	-0,91
Velocidade	0,07	-0,28	0,02	-0,26	0,06	-0,22
Tmáx	0,98	-0,16	0,96	0,25	0,99	-0,12
Tmin	0,03	-0,95	0,41	-0,85	0,07	-0,94
Tmédia	-0,17	0,41	-0,32	0,27	-0,19	0,40
TEmáx	0,95	-0,28	0,98	0,14	0,96	-0,24
TEmin	0,82	-0,55	0,97	-0,17	0,84	-0,51
TEmédia	0,89	-0,43	0,99	-0,03	0,91	-0,39
TEVmáx	0,97	-0,18	0,96	0,24	0,98	-0,14
TEVmin	0,90	-0,36	0,97	0,05	0,92	-0,32
TEVmédia	0,92	-0,39	0,99	0,03	0,93	-0,34
Variação, %	68,8	14,1	69,0	14,6	68,8	15,1

T: temperatura; máx: máxima; min: mínima; TE: temperatura efetiva; e TEV: temperatura efetiva em função do vento.

de interações por pneumonia, indicando que o decaimento da umidade, precipitação e velocidade dos ventos (altas polares, que se caracterizam por serem frias e secas) favorecem a interações por pneumonia (Tabela 1).

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram os riscos relativos e as variáveis explicativas para o modelo em relação

a crianças, lactentes e adultos. Os coeficientes b assumiram valores negativos e positivos dependendo da variável, confirmando que o número de interações diminui quando esses valores aumentam, ou seja, quanto menor for o CTH, maior é o número de pessoas com doenças do aparelho respiratório e vice-versa. O maior risco

Tabela 2 – Coeficientes de regressão, erro padrão e respectivos intervalos de confiança de 95% para o modelo para crianças.

Variáveis	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior	Risco relativo
Intercepto	0,276937	2,0046	3,0902	
Umidade	0,002138	-0,0001	0,0083	1,004108
TEmin	0,043991	0,0270	0,1995	1,119968
TEmáx	0,029523	-0,1457	-0,0299	0,915944
TEVmin	0,053146	-0,2551	-0,0467	0,859934
TEVmáx	0,020339	0,0259	0,1057	1,068013

TE: temperatura efetiva; min: mínima; máx: máxima; e TEV: temperatura efetiva em função do vento.

Tabela 3 – Coeficientes de regressão, erro padrão e respectivos intervalos de confiança de 95% para o modelo para lactentes.

Variáveis	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior	Risco relativo
Intercepto	0,4563	1,4025	2,3151	
TEmin	0,0614	0,1097	0,2325	1,186609
TEmáx	0,0695	-0,2879	-0,1489	0,803804

TE: temperatura efetiva; min: mínima; e máx: máxima.

Tabela 4 – Coeficientes de regressão, erro padrão e respectivos intervalos de confiança de 95% para o modelo para adultos.

Variáveis	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior	Risco relativo
Intercepto	0,3234	2,2593	2,9061	
TEmin	0,05414	0,00076	0,10904	1,056435
TEmáx	0,0223	-0,2512	-0,2066	0,795408
TEVmin	0,0351	-0,2091	-0,1389	0,840297
TEVmáx	0,0204	0,0441	0,0849	1,066626

TE: temperatura efetiva; min: mínima; máx: máxima; e TEV: temperatura efetiva em função do vento.

relativo (IC95%) foi para a variável temperatura mínima, seguido do indicador biometeorológico que envolve as temperaturas, umidade relativa e velocidade dos ventos.

Para a avaliação do ajuste do modelo foi realizada a análise residual. Tal análise pode ser realizada por meio do gráfico dos desvios residuais de cada observação em relação aos valores ajustados pelo modelo. Um modelo bem ajustado possui o gráfico com pontos o mais próximo possível de zero no intervalo entre -2 e 2.

O modelo ajustado para crianças foi o seguinte:

$$\log P_{cria} = -2,31 - 0,00044 \times P + 0,0166 \times UR + 2,20 \times V + 0,014 \times TE_{min}$$

onde P_{cria} é o número de crianças com pneumonia, P é a precipitação, V é a velocidade dos ventos e TE_{min} é a TE mínima, com $R^2 = 68,4\%$ e R^2 ajustado = 50,3%.

O modelo ajustado para lactentes foi o seguinte:

$$\log Plact = -2,50 - 0,00102 \times P + 0,0128 \times UR + 2,03 \times V + 0,045 \times TE_{min}$$

onde $Plact$ é o número de lactentes com pneumonia, com $R^2 = 71,8\%$ e R^2 ajustado = 55,6%.

O modelo ajustado para adultos foi o seguinte:

$$\log Padul = 2,74 + 0,00221 \times P - 0,0233 \times UR + 1,43 \times V - 0,053 \times TE_{Vmin}$$

onde $Padul$ é o número de adultos com pneumonia, com $R^2 = 81,1\%$ e R^2 ajustado = 70,4%.

O aumento do número de indivíduos apresentando sintomas respiratórios durante o inverno estava associado a uma significativa redução da umidade como resultado da baixa precipitação e das temperaturas mínimas.

Discussão

Neste grupo de modelos estatísticos, a variável dependente (número de internações hospitalares) é um processo de contagem, ou seja, é uma

variável quantitativa discreta, enquanto as variáveis independentes são variáveis candidatas a explicar o comportamento da série ao longo do tempo. Como variáveis independentes, foram utilizadas as variáveis meteorológicas (temperaturas máxima, média e mínima, umidade, índices de CTH, velocidade dos ventos e precipitação) As variáveis “dia da semana” e “feriado” foram utilizadas para controlar a sazonalidade de curta duração. Para controlar sazonalidade de longa duração, foi utilizada a variável “ano”.

Associações positivas foram encontradas entre as variáveis meteorológicas e a incidência de doenças respiratórias (pneumonias) em Campo Grande. Esses efeitos são semelhantes aos encontrados em outras cidades do Brasil, em especial àqueles observados na cidade de São Paulo (SP),⁽⁴⁾ tanto na diversidade dos indicadores meteorológicos associados quanto na magnitude dos efeitos estimados. O aumento da incidência de doenças respiratórias (pneumonia) nos períodos mais frios do ano deve-se ao principal fator: as baixas temperaturas, como demonstrado pelos riscos relativos por internações por doenças respiratórias (pneumonia; Tabelas 2, 3 e 4).

Os seres humanos possuem uma faixa de temperatura ideal. Possuem a capacidade de se adaptar às condições do meio, fazendo com que o organismo funcione adequadamente dentro de uma faixa relativamente ampla de temperatura, segundo os critérios de Fanger. Para o índice TE_{min} , no qual foram utilizadas as temperaturas mínimas e a umidade relativa média, houve 1,4% de dias confortáveis; para o índice $TE_{máx}$, no qual foram utilizadas as temperaturas máximas e a umidade relativa média, houve 11,4% de dias confortáveis, enquanto para o índice $TE_{média}$ (temperaturas médias e umidade relativa média), houve 48,8% de dias confortáveis, mostrando que esse último é o melhor indicador para a distribuição dos dias dentro da zona de conforto de 22-25°C. Para os índices TEV_{min} (temperaturas mínimas, umidade relativa média e velocidade dos ventos), $TEV_{máx}$ (temperaturas máximas, umidade relativa média e velocidade dos ventos) e $TEV_{média}$ (temperaturas médias, umidade relativa média e velocidade dos ventos) houve, respectivamente 5,3%, 5,5% e 26,7% de dias confortáveis.

Como se observa, os efeitos causados pelo aumento e diminuição das temperaturas são significativamente variados e atingem as crianças,

lactentes e adultos. As variações de temperatura têm provocado maiores riscos de internações (Tabelas 2, 3 e 4) justamente porque a maioria das pessoas, assim como das cidades e construções urbanas, não está preparada e nem adaptada às mudanças que estão ocorrendo.

A altura média alcançada pela precipitação durante o ano apresenta uma distribuição de 1.533 mm para a cidade de Campo Grande. Entretanto, essas precipitações não se distribuem igualmente através do ano, pois mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março (baixo índice de internações, Figura 1), sendo geralmente mais chuvoso o trimestre novembro-janeiro; durante esse trimestre, chove, em média, 45-55% do total anual. Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco (alto índice de internações, Figura 1). Nessa época do ano, as chuvas são muito raras, havendo, em média, somente 4-5 dias de chuva por mês. A seca acontece no trimestre de inverno, ou seja, junho-agosto, com baixa umidade do ar, baixas temperaturas e maiores riscos de internações (Figura 1 e Tabelas 2, 3 e 4).

As maiores médias térmicas são observadas entre os meses de outubro e março, o que corresponde ao verão no domínio dos climas tropicais no Hemisfério Sul, sendo o mês de outubro aquele que apresenta as maiores médias e maiores índices de internações, visto que, durante esse mês, ocorre a transição entre o período seco e chuvoso. Assim, as mudanças nos padrões de circulação atmosférica, os altos índices de evapotranspiração, as baixas velocidades médias dos ventos, as precipitações incipientes e a baixa umidade do ar favorecem a elevação das temperaturas, que indicam o início do verão. Outra análise que pode ser feita a partir das temperaturas é que a amplitude térmica observada entre os meses com maiores e menores temperaturas é muito baixa, variando 4°C, em média, entre o mês de junho (menores médias térmicas) e o mês de outubro (mês mais quente e alto índice de internações; Figura 1).

A estação chuvosa (de outubro a março/abril) concentra mais de 85% das chuvas anuais, sendo que dezembro e janeiro contribuem com mais de 35% da precipitação anual. Já a estação seca, que em alguns anos tem início no mês de abril e se estende até o início de outubro, tem como característica uma redução sensível nos índices pluviométricos, sendo que, no trimestre mais seco

do ano (junho-agosto), as chuvas representam, em média, menos de 2% do total anual.

Em relação à ocorrência de calmarias diárias e à intensidade dos ventos na superfície, verifica-se que, entre maio e setembro, respectivamente, ocorrem os menores e os maiores valores. Isso se justifica pela frequência maior de entradas de massas de ar polar, promovendo uma variação maior nos gradientes de pressão. Tal fato reduz o tempo de permanência de partículas na atmosfera, mas aumenta a possibilidade de queimadas pelo incremento no fluxo de oxigênio.

A distribuição das direções dos ventos a 10 m de altura tem grande variação; os ventos apresentam direção predominante de norte e nordeste, com intensidade média de 2,06 m/s.

Os resultados aqui apresentados indicam em termos quantitativos o risco para um aumento no número de hospitalizações de crianças, lactentes e adultos de acordo com o aumento ou a diminuição das temperaturas, umidade, precipitação, velocidade dos ventos e índices de conforto térmico na cidade de Campo Grande. Os resultados sugerem que as temperaturas mínima e máxima promovem efeitos adversos para a saúde das crianças, lactentes e adultos.

Referências

- IV Brazilian Guidelines for the management of asthma [Article in Portuguese]. *J Bras Pneumol*. 2006;32(Suppl 7):S447-S474. PMID:17420905.
- Cançado JE, Braga A, Pereira LA, Arbex MA, Saldiva PH, Santos Ude P. Clinical repercussions of exposure to atmospheric pollution [Article in Portuguese]. *J Bras Pneumol*. 2006;32(Suppl 2):S5-S11. PMID:17273599. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132006000800003>
- Nascimento LF, Marcitelli R, Agostinho FS, Gimenes CS. Análise hierarquizada dos fatores de risco para pneumonia em crianças. *J Bras Pneumol*. 2004;30(5):445-51. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132004000500008>
- 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 (Rio J)*. 2008;84(6):543-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572008000700012>
- Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ; Comparative Risk Assessment Collaborating Group. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*. 2002;360(9343):1347-60. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11403-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11403-6)
- Global Partnership to Roll Back Malaria. Using climate to predict infectious disease outbreaks: a review. Geneva: World Health Organization; 2004.
- Zanolin ME, Pattaro C, Corsico A, Bugiani M, Carrozzi L, Casali L, et al. The role of climate on the geographic variability of asthma, allergic rhinitis and respiratory symptoms: results from the Italian study of asthma in young adults. *Allergy*. 2004;59(3):306-14. PMID:14982513. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1398-9995.2003.00391.x>
- Moyes CD, Waldon J, Ramadas D, Crane J, Pearce N. Respiratory symptoms and environmental factors in schoolchildren in the Bay of Plenty. *N Z Med J*. 1995;108(1007):358-61. PMID:7566773.
- Lee YL, Shaw CK, Su HJ, Lai JS, Ko YC, Huang SL, et al. Climate, traffic-related air pollutants and allergic rhinitis prevalence in middle-school children in Taiwan. *Eur Respir J*. 2003;21(6):964-70. PMID:12797489. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.03.00094602>
- Gosai A, Salinger J, Dirks K. Climate and respiratory disease in Auckland, New Zealand. *Aust N Z J Public Health*. 2009;33(6):521-6. PMID:20078568. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-6405.2009.00447.x>
- Kendrovski VT. The impact of ambient temperature on mortality among the urban population in Skopje, Macedonia during the period 1996-2000. *BMC Public Health*. 2006;6:44. PMID:16504096 PMCid:1403761. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-6-44>
- Liang WM, Liu WP, Kuo HW. Diurnal temperature range and emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Taiwan. *Int J Biometeorol*. 2009;53(1):17-23. PMID:18989710. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-008-0187-y>
- Green RS, Basu R, Malig B, Broadwin R, Kim JJ, Ostro B. The effect of temperature on hospital admissions in nine California counties. *Int J Public Health*. 2010;55(2):113-21. PMID:19771392. <http://dx.doi.org/10.1007/s00038-009-0076-0>
- Monteiro LM, Duarte D, Gonçalves J, Alucci MP. Conforto térmico como condicionante do projeto arquitetônico-paisagístico: o caso dos espaços abertos do novo centro de pesquisas da Petrobras no Rio de Janeiro, CENPES II. *Ambiente Construído*. 2008;8(4):61-86.
- Ayoade JO. Introdução à Climatologia para os Trópicos. São Paulo: Bertrand Brasil; 1991.
- Fanger PO. Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill; 1972.
- Tadano YS, Ugaya CM, Franco AT. Método de regressão de Poisson: metodologia para avaliação do impacto da poluição atmosférica na saúde populacional. *Ambiente e Sociedade*. 2009;12(2):241-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2009000200003>
- Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology*. 2001;12(6):662-7. PMID:11679794. <http://dx.doi.org/10.1097/00001648-200111000-00014>
- Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol*. 2002;155(1):80-7. PMID:11727288. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/k115.1.80>
- Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008;19(5):711-9. <http://dx.doi.org/10.1097/EDE.0b013e318176bfcd>

Sobre os autores

Amaury de Souza

Professor. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.

Widinei Alves Fernandes

Professor. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.

Hamilton Germano Pavão

Professor. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.

Giancarlo Lastoria

Professor. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.

Edilce do Amaral Albrez

Doutoranda. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (MS) Brasil.