



CONFORTO TÉRMICO URBANO E A RELAÇÃO COM AS ADMISSOES HOSPITALARES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM CRIANÇAS

Edelci Nunes da Silva¹

Helena Ribeiro²

Tese de Doutorado, defendida em abril de 2010

RESUMO

Mudanças climáticas constituem risco para a saúde pública. Contudo, poucos estudos têm procurado identificar como a dinâmica do clima afeta a saúde, a fim de se obter dados para alimentar modelos de previsão de riscos à saúde. Nas cidades tropicais esses estudos são particularmente escassos. Esta pesquisa teve como objetivo verificar como o ambiente atmosférico urbano afeta a saúde respiratória das crianças menores de cinco anos associando o índice bioclimático PET (*Physiological Equivalent Temperature*) com as admissões hospitalares. Analisou-se 12.269 casos de internação por doenças respiratórias em crianças. As variáveis climáticas foram obtidas na estação meteorológica do aeroporto de Congonhas e o índice de qualidade do ar na CETESB/CONGONHAS. Análise estatística descritiva e modelo de regressão foram usadas. Os resultados apontaram associação estatística entre o índice bioclimático e as internações hospitalares. O modelo de regressão apontou risco nas faixas de desconforto para o frio. **Conclusões:** As condições de desconforto para frio consistiram em fatores mais agravantes para o desencadeamento das doenças em crianças, no ambiente urbano.

Palavras-chave: clima intra-urbano, saúde urbana, doenças respiratórias, conforto térmico.

INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo, com aproximadamente 11 milhões de habitantes, ocupa uma área de 1.509 km², situada entre 23°20' e 24°00' de latitude S e 46°20' e 46°50' de longitude W, incrustada no planalto Atlântico. Apresenta duas sub-unidades morfológicas: a da bacia sedimentar com baixas altitudes (de 700 a 800 metros) e a de seu rebordo cristalino com altitudes mais elevadas (entre 800 e 1000 metros).

O processo de expansão urbana e metropolização, consolidado a partir da década de 1970, trouxe modificações no clima – caracterizando o clima urbano. O território urbanizado acrescentou, portanto, aos seus problemas econômicos e sociais também aqueles relacionados à atmosfera urbana, como a ilha de calor, o desconforto térmico e a poluição. A dinâmica espacial e populacional criou uma cidade heterogênea, aprofundando os problemas sociais e a pobreza. Contudo, RIBEIRO (2006) e SANTOS (2003) apontam que a urbanização em si não é um mal. Do ponto de vista da saúde, a urbanização trouxe muitos benefícios tanto no nível individual quanto no coletivo. De modo geral, houve queda nas taxas de mortalidade

¹ Geografa, docente do curso de Geografia da Universidade Federal de São Carlos, enunes@ufscar.br

² Geografa, Diretora e Docente da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, lena@usp.br.



e de mortalidade infantil tardia e aumento na expectativa de vida, em função dos vários benefícios trazidos pelos equipamentos urbanos, como o acesso à água potável, saneamento básico e energia, vacinação, acesso aos serviços médicos, educação e informação, entre outros.

A modernização, no entanto, levou a uma mudança no perfil da morbimortalidade, da população urbana, com o surgimento e o agravamento das patologias ligadas ao modo de vida e às desigualdades sociais e ambientais. No meio urbano paulistano, ressalta RIBEIRO (2006 p. 292) “as patologias mais relevantes estão relacionadas às faixas etárias, ao ambiente social e aos impactos ambientais das diversas poluições”.

A apreensão dos impactos do ambiente na saúde deve, portanto, considerar esse complexo processo de transformações: espacial, populacional, social e ambiental ocorrido nas áreas urbanas, sobretudo nas cidades dos países em desenvolvimento.

Do ponto de vista climático, a organização do espaço urbano, em São Paulo, criou, ao mesmo tempo, ambientes confortáveis, com áreas verdes e ruas arborizadas, e desconfortáveis: áreas muito poluídas, bastante adensadas e sem arborização. Dessa forma, a apreensão dos fenômenos climáticos, nas escalas local e micro, é essencial para o entendimento sobre a repercussão na saúde dos diferentes grupos sociais ou segmentos de grupos (crianças, idosos etc.), residentes em ambientes agravantes ou amenizadores dos atributos climáticos.

Partiu-se da premissa de que as variações de ambiente atmosférico e de conforto térmico estão associadas com a ocorrência de doenças, tanto na escala urbana, quanto na escala intraurbana. A primeira hipótese era que, na escala intraurbana, as condições atmosféricas podem ser fatores ambientais importantes no desencadeamento das doenças respiratórias. A pesquisa verificou como as condições atmosféricas intraurbanas influenciam as internações hospitalares por problemas respiratórios em crianças menores de cinco anos considerando as variáveis meteorológicas e o índice de conforto bioclimático.

METODOLOGIA

Selecionou-se a porção Sul/Sudeste da cidade de São Paulo, onde há uma estação meteorológica com dados regulares e confiáveis, cujo entorno apresentam características de adensamento: o do Aeroporto de Congonhas EM-CONGONHAS. A estação do aeroporto está em uma área intensamente urbanizada.



O recorte espacial abrangeu 14 distritos - Cidade Ademar, Cidade Dutra, Campo Belo, Campo Grande, Cursino, Socorro, Itaim Bibi, Jabaquara, Moema, Pedreira, Sacomã, Santo Amaro, Saúde e Vila Mariana, cujas características representam uma amostra do mosaico diversificado de ocupação do espaço urbano da cidade de São Paulo (Figura 1).



Figura 1 – Localização das Estações Meteorológicas IAG/USP e CONGONHAS, e do setor Sul/Sudeste, município de São Paulo, SP, Brasil.

Fonte: Google earth, 2010.

Conforto Térmico

Foi calculado índice de conforto PET utilizando o software Rayman versão 2.0, disponível gratuitamente no endereço <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman>. Os parâmetros utilizados para o cálculo do índice PET foram: temperatura média do ar (oC), umidade relativa média (%), velocidade média do vento (m/s), obtido na Estação Meteorológica do Aeroporto de Congonhas. Os dados de radiação global foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Astronômico e Geofísico da USP distante aproximadamente 3 km do aeroporto. Além dos parâmetros



meteorológicos, foram usados dados de latitude, longitude e altitude da estação e o fuso horário da cidade de São Paulo.

O índice de conforto PET foi calibrado para ser utilizado como parâmetro em áreas externas na cidade de São Paulo por MONTEIRO (2008, p. 187), que encontrou boa correlação (0,84) entre esse indicador e as repostas dos entrevistados em sua pesquisa. O autor modificou a faixa de interpretação para avaliação da sensação térmica em espaços abertos mais abrangentes. A escala de interpretação constitui-se em um índice de temperatura equivalente à sensação térmica do indivíduo, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala de interpretação para o índice de conforto PET calibrada para a cidade de São Paulo em ambientes externos.

PET	Sensação Térmica	Estresse Fisiológico
<4° C	Muito Frio	Forte estresse de frio
<12° C	Frio	Moderado estresse de frio
< 18° C	Pouco Frio	Leve estresse de frio
18° C – 26° C	Confortável	Sem estresse térmico
> 26° C	Pouco calor	Leve estresse de calor
> 31° C	Calor	Moderado estresse de calor
> 43° C	Muito calor	Forte estresse de calor

Fonte: MONTEIRO (2008, p. 180)

Os índices de poluição atmosférica medidos na Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB foram incluídos como parâmetro de controle. Utilizou-se os dados da estação situada no Bairro Aeroporto, zona Sul do município de São Paulo, à latitude 23o36'29"S e longitude 46o39'37"W, altitude de 760 m, distante 400 metros do Aeroporto de Congonhas (CETESB 2004).

Admissões hospitalares

A população estudada foi de crianças menores de cinco anos e consistiu em 12.269 internações por doenças respiratórias – pela Classificação Internacional de Doenças — CID 10, Capítulo 10, que trata das “Doenças do Aparelho Respiratório”, no período 2003 a 2007. Esse grupo apresenta maior vulnerabilidade aos impactos negativos do ambiente atmosférico. Os dados de morbidade referente às internações hospitalares registradas nas Autorizações de Internações Hospitalares foram obtidos no Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), selecionados por código de endereçamento postal - CEP (DATASUS 2009).



O estudo feito privilegia a escala de análise intra-urbana, que, do ponto de vista do clima urbano, é considerada escala local.

A análise dos dados.

Em primeiro lugar foi feita análise temporal dos dados buscando analisar a tendência sazonal das internações hospitalares. Foi feita análise de regressão com cada variável atmosférica a fim de avaliar o possível impacto na morbidade das crianças residentes no setor Sul/Sudeste. A construção do modelo de regressão seguiu o seguinte procedimento:

- Organizou-se o banco de dados com as informações diárias das internações;
- Calculou-se a incidência diária padronizada das internações hospitalares com base na projeção da população anual, por faixa etária, para os anos de 2003 a 2007;

$$\text{Inc.} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de internações/dia}}{\text{população da faixa etária do setor Sul/Sudeste no ano}} \times 10.000 \text{ habitantes}$$

- Calculou-se a mediana da incidência das internações. Foram estabelecidos como *dias não doentes* os que apresentaram valores abaixo da mediana e aqueles com valores acima da mediana como *dias doentes*, transformando a informação em variável dicotômica;
- Construiu-se o modelo de regressão logística para o índice de conforto PET por faixa de exposição.
- A variável “poluente” foi categorizada em boa e ruim. A categoria ruim abrangeu os dias de qualidade do ar regular e inadequado, conforme classificação de CETESB.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ritmo das taxas mensais mostrou clara sazonalidade, com ocorrência de taxas mais elevadas de abril a julho, sendo que o mês de abril apresenta o pico mais alto de 2003 a 2006 e, em 2007, o pico mais alto ocorreu em março. Observou-se também que os meses que correspondem à primavera – setembro/outubro há elevação das taxas de incidência de internação muito embora mais baixas do que aquelas observadas nos meses de outono/inverno – abril a julho (dados não mostrados).



BENICIO et al 2000 relatam o aumento da morbidade respiratória em crianças em todas as modalidades no período de outono-inverno, na cidade de São Paulo, o que pode apontar para influência do clima na ocorrência das doenças do aparelho respiratório.

A Tabela 2 apresenta os resultados da associação entre as internações hospitalares e a faixa de sensação do índice PET. A faixa Confortável foi considerada como referencia, ou seja, sem risco. Os resultados mostram que a faixa de Frio (<12° C) é protetora, em outras palavras, há menor risco de haver dias doentes ou com excesso de internações nessa faixa de conforto em relação aos dias confortáveis.

Com relação à faixa de pouco frio houve 1,3 vezes mais chance de ocorrer dias doentes – com excesso de internações – em relação aos dias confortáveis, com significância estatística. A faixa de pouco calor foi protetora, ou seja, há cerca de 50% menos chance de haver dias doentes em relação à faixa confortável com significância estatística $p < 0,05$.

A faixa de calor apresentou resultados contraditórios e estatisticamente não significantes. Deve-se ressaltar que a amostragem nessa faixa de exposição é muito pequena e correspondeu a somente cinco dias da amostragem.

Tabela 2 – Risco Relativo, Intervalo de Confiança, valor de p por faixa de exposição do índice de conforto (PET) e internações por doenças respiratórias em crianças de menores de cinco anos no setor Sul/Sudeste, São Paulo, SP, 2003 a 2007, controlados pela poluição do ar.

	EM-Congonhas*	p
	RR (IC 95%)	
Faixa de Sensação Térmica		
Confortavel (18 a 26° C)		1
Frio (< 12° C)	0.751(0.54-1.03)	0.08
Pouco Frio (< 18° C)	1.261(1.01-1.56)	0.04
Pouco Calor (> 26° C)	0.504(0.33-0.75)	0.00
Calor (> 31° C)	3.993(0.44-36.10)	0.22
Poluição **		
Ruim	1.547(1.26-1.90)	0.00

*n=1722 **n=1793

Com relação à qualidade do ar, houve associação significativa em todos os modelos apresentados com até 1,5 vezes mais chance de ocorrer internações quando a qualidade do ar é ruim (regular ou inadequado).



BENICIO et al. (2000) consideram que fatores como a poluição atmosférica, a presença de ácaros na moradia e a frequência a creches estão relacionados ao aumento das doenças respiratórias em crianças. Além desses fatores, estão relacionadas ao desencadeamento das doenças respiratórias em crianças, a circulação de vírus, a densidade nos domicílios, o estado nutricional e a convivência com fumantes, fatores esses que independem das condições climáticas.

Outros estudos têm observado tanto a diminuição e/ou as oscilações da temperatura e da umidade, quanto o aumento da amplitude térmica como fatores agravantes das doenças respiratórias em crianças pequenas em áreas urbanas (NEDEL 2008; ALCOFORADO 1991; BOTELHO et al. 2003; PITTON e DOMINGOS 2004; BARROS 2006; SOUZA 2007).

Os resultados da presente pesquisa indicam que a população estudada é sensível aos impactos negativos do clima. O índice de conforto PET, usado como indicador complexo na caracterização bioclimática intraurbana, indicou que, no ambiente mais urbanizado, há maior aguçamento das condições de frio.

As pesquisas que avaliam a relação entre clima e saúde, conduzidas em cidades de diferentes países do hemisfério norte, têm incluído, crescentemente, pelo menos um indicador de conforto térmico como parâmetro de exposição ao agravamento da saúde da população. Os autores apontam que as condições de estresse térmico de frio e calor são mais agravantes às condições de saúde do que as condições consideradas como confortáveis (NASTOS et al. 2006; DONATO et al. 2008; LASCHEWSKI e JENDRITZKY 2002).

O parâmetro poluição foi avaliado como controle nas análises e também se configurou em um indicador importante como variável atmosférica no aumento da morbidade por doenças respiratórias, no conjunto da população do setor Sul/Sudeste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações que as aglomerações urbanas provocam na atmosfera urbana são conhecidas, bem como os efeitos deletérios à saúde causados pela poluição atmosférica.

No entanto, estudos de bioclimatologia urbana, que relacionam aspectos do clima urbano e sua influência na saúde da população são mais complexos. A construção do conhecimento da influência do clima sobre a saúde humana requer uma compreensão integradora de algumas áreas do conhecimento, tais como a



geografia, epidemiologia, a medicina e a estatística, consistindo em uma área interdisciplinar.

Os resultados mostraram associação entre a morbidade e o índice de conforto indicou que as condições de desconforto para frio consistiram em fatores mais agravantes para o desencadeamento das doenças. O fator protetor na faixa de conforto abaixo de 12°C indica possível adaptação ao ambiente térmico durante o meio da estação, com diminuição das doenças respiratórias.

Deve-se ressaltar a limitação da amostra, ou seja, os dados das internações – relativos ao SUS – referem-se, de forma geral, à camada mais pobre da população. A ausência de informações sistematizadas e confiáveis relacionadas às internações na rede hospitalar privada não permitiu avaliar o universo mais amplo e as diferenças entre os grupos socioeconômicos.

A variável resposta — internações hospitalares —, dicotomizada em dias doentes e dias não doentes, no modelo de regressão logística, solucionou o problema da quantidade de dias com zero internação, permitindo a análise entre as variáveis atmosféricas e as internações hospitalares por faixa de exposição.

Considera-se, portanto, que informações mais abrangentes sobre doenças devem ser produzidas e sistematizadas a fim de ampliar o conhecimento dos efeitos atmosféricos sobre a saúde e propiciar a busca por soluções para a melhoria dos ambientes urbanos e, conseqüentemente, para a saúde da população.

É necessário refinar os modelos de análise das relações clima e saúde em áreas urbanas. Nas regiões metropolitanas, países tropicais, além das características climáticas peculiares e com grande diversidade socioespacial é necessário expandir as pesquisas a fim de compreender a relação entre desigualdades sociais e ambientais e o processo saúde-doença da população. Os efeitos à saúde ainda são de difícil mensuração, pois são complexos e interrelacionados. Algumas condições de moradia são agravantes de riscos à saúde: construções precárias, mal ventiladas, sem isolamento térmico.

A bibliografia existente sobre o assunto ainda é escassa, mas os estudos existentes podem auxiliar a entender as implicações, os efeitos à saúde e os potenciais de adaptação frente à mudança climática global. Há indícios que precisam ser mais pesquisados em diferentes escalas geográficas, da local à micro-climática. O ambiente atmosférico deve ser considerado em políticas e programas de saúde ambiental. Há necessidade de se intervir no espaço para que essas condições sejam melhoradas e as pessoas possam ter maior proteção às condições



climáticas agravantes. A intervenção pode ser feita em vários níveis: do planejamento urbano, com a implementação de fatores controladores do clima, como arborização, praças, arruamentos, políticas para diminuição das emissões de poluentes etc., e da casa, com melhoria nas condições construtivas que favoreçam o isolamento térmico para proteção dos moradores.

Um terceiro nível de intervenção é o da educação: campanhas de esclarecimento e conscientização dos efeitos adversos do clima e orientação de atitudes que possam proteger do frio/calor ou da poluição.

REFERENCIAS

- ALCOFORADO M J Influência do tempo no desencadeamento de crises de dispnéia em doentes respiratórios. **Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia**, v. XXVI, n.51, p. 105-116, 1991.
- BARROS JR Tipos de Tempo e Incidência de Doenças Respiratórias: Um Estudo Geográfico Aplicado ao Distrito Federal. UNESP/IGCE/Rio Claro. Rio Claro, SP, 2006 (**tese de doutoramento**).
- BENICIO M H D'A et al. – Tendência secular da doença respiratória na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 34; n. 6, p. 91-101, dezembro 2000. Suplemento
- BOTELHO C et al. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda **Cadernos de Saúde Pública** Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p.1771-1780, nov-dez, 2003.
- CETESB (Companhia Ambiental de São Paulo) 2008 Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp> [ultimo acesso 17 de abril 2010].
- DATASUS (Departamento de Informática do SUS) 2009 Informações de Saúde: Epidemiológicas e de Morbidade. São Paulo, SP Disponível em ftp://msbbs.datasus.gov.br/Arquivos_Publicos/Estado_SP/00_index.htm. [ultimo acesso em 10 de fevereiro de 2009].
- DONATO E.K. et al. Airport and city-centre temperatures in the evaluation of the association between heat and mortality. **Int J Biometeorol** v. 52 p.301-310, 2008.
- LASCHEWSKI G and JENDRITZKY G Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. **Climate Research**, v. 21, p. 91-103, may 2002.
- MONTEIRO L M Modelos Preditivos de Conforto Térmico: Quantificação de relação entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. (**Tese de doutoramento**). 2008.
- NASTOS PT e MATZARAKIS A. Weather impacts on respiratory infections in Athens, Greece **International Journal of Biometeorology**, v. 50, p. 358-369, 2006.
- NEDEL AS Condições Meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças respiratórias em crianças da cidade de São Paulo. USP/IAG/DCA. São Paulo 2008. (**Tese de doutoramento**).
- PITTON S E C. e DOMINGOS A E Tempo e Doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes-SP. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 75-56, junho 2004.



RIBEIRO H Patologias do ambiente urbano: Desafios para a Geografia da Saúde. in SILVEIRA ML et al. (org.) **Questões territoriais na América Latina**. CLACSO Livros/Depto. De Geografia da Universidade de São Paulo 2006 P. 277-293.

SANTOS M Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 1, p. 309-314, 2003.

SOUZA C G A Influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos. UNESP/FCT/Presidente Prudente. Presidente Prudente, SP 2007 (**dissertação de mestrado**).