

VII-025 - VARIABILIDADE DAS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NO BRASIL: INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E POSSÍVEIS ASSOCIAÇÕES COM POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Igor Vinicius Reynaldo Tibúrico

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Robson Will

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestrando em Engenharia Ambiental na UFSC.

Victoria Walendowsky Knih

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Leonardo Hoinaski

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental (UFSC). Doutor em Engenharia Ambiental (UFSC). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Endereço: Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rua Delfino Conti - Trindade - Florianópolis - SC - CEP: 88.040-970 - Brasil - Telefone: (48) 3721 - 4993. Email: leonardo.hoinaski@ufsc.br

RESUMO

A poluição atmosférica é um dos grandes causadores de doenças respiratórias em todo mundo. No Brasil, os efeitos negativos causados pela má qualidade do ar são também conhecidos. Entretanto, as influências causadas por fatores climáticos na manifestação de tais doenças ainda foram pouco estudadas em âmbito nacional. Este trabalho objetiva a análise da influência entre o fator climático temperatura e internações por doenças respiratórias, bem como possíveis associações com a poluição do ar. Através de dados do DATASUS, INMET e IBGE realizou-se a divisão de internações para cada 10 mil habitantes e comparou-se as distribuições de internações para cada região do Brasil. Posteriormente, tais informações foram distribuídas ao longo de um ano e analisou-se a relação entre internações e as variações de temperatura. Métricas estatísticas como coeficiente de correlação de Pearson e p-valor foram utilizados para verificar correlação entre as variáveis estudadas e sua significância. A região Sul se destacou pela elevada variabilidade no número de internações por doenças respiratórias ao longo do ano. Existe correlação significativa entre o número destas internações e a temperatura ambiente em todas as regiões, com destaque para o Sul e Sudeste. Tais regiões possuem maior amplitude térmica, invernos mais rigorosos e menor incidência de radiação solar principalmente durante o inverno. Estes fatores climáticos (baixa radiação e temperatura) estão fisicamente associados à fraca dispersão e acúmulo de poluentes na atmosfera.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Atmosférica, Doenças Respiratórias, clima.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica está presente na realidade de muitas localidades atuando como agente modificador na qualidade do ar. De acordo com a OMS, estima-se que a poluição do ar causa aproximadamente 3,7 milhões de mortes prematuras por ano no mundo, sendo 88% destas em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (WHO, 2014).

Porém, a relação homem-atmosfera não se limita a poluentes. Quando associados com o clima, os efeitos dos poluentes sobre a saúde humana podem ser maximizados (PATZ, 2005). Um exemplo clássico da influência climática ocorreu em Londres, em 1952. No ano mencionado, um evento extremo de inversão térmica combinado com a alta emissão de poluentes acarretou no acúmulo destes na área do centro urbano. Ao fim do mês do evento, ocorreram 4 mil óbitos a mais do que a média esperada para a cidade inglesa (LOGAN, 1953).

No Brasil, os efeitos causados pela má qualidade do ar são conhecidos de longa data (GOUVEIA *et al*, 2003). Estima-se que em São Paulo, até 2030, haverá um total de mais de 240 mil mortes e 950 mil internações somente associadas à poluição do ar (RODRIGUES *et al*, 2015).

Fatores como temperatura e umidade também podem influenciar no número de internações por doenças respiratórias. Por exemplo, eventos com temperaturas muito elevadas ou muito baixas podem intensificar os quadros de internações por este tipo de doenças (PINHEIRO *et al*, 2014 e Gouveia *et al*, 2003). Estes impactos na saúde são mais graves em idosos e crianças.

Fatores meteorológicos e concentração de poluentes estão intimamente associados. A investigação destes efeitos de forma combinada é importante para a compreensão dos fatores que acarretam em internações hospitalares. Dessa forma, este artigo tem como objetivo avaliar a influência da temperatura nas internações por doenças respiratórias em diferentes regiões do Brasil e possíveis efeitos de poluentes atmosféricos nos registros hospitalares por doenças respiratórias.

OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar a influência da temperatura nas internações por doenças respiratórias em diferentes regiões do Brasil, e possíveis associações com a concentração de poluentes atmosféricos nos registros hospitalares deste tipo de morbidade.

METODOLOGIA

Os dados de morbidade por doenças respiratórias foram obtidos através do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Datasus de 2010 a 2017 de todos os estados brasileiros. Foram utilizados também dados populacionais do IBGE, sendo estes sensoriais ou projetados a partir do censo de 2010. Os dados meteorológicos foram obtidos da página do INMET, sendo utilizadas as normais meteorológicas da série de dados entre os anos de 1981-2010. As normais das cidades foram agrupadas por estados e regiões através de média aritmética, de maneira a obter-se um valor único de temperatura para cada análise necessária.

Para fins de comparação, os dados de diferentes estados e regiões foram relativizados para grupos de 10 mil habitantes. Posteriormente, fez-se necessária a divisão do número de casos registrados no DATASUS pelo tamanho da população de cada estado (IBGE, 2018).

Os gráficos foram construídos através do uso da linguagem *Python v3.6*, especificamente com o uso das bibliotecas *numpy*, *matplotlib*, *scipy* e *seaborn*. A mesma linguagem e suas bibliotecas tiveram utilidade para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson e *p-valor*, considerando o nível de significância α com valor 0,05.

RESULTADOS OBTIDOS

O primeiro passo foi sintetizar as informações por região, de forma a compreender a dinâmica de internações para cada uma delas. Estes dados são apresentados na Figura 1. Foram obtidos resultados que destacaram as regiões Sul e Sudeste, ambas se dispondo entre os extremos com valores de taxa média de internações a cada 10 mil habitantes de 7.83 e 4.51, respectivamente. Já as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste mantiveram valores próximos: 5.81, 5.12 e 5.77, respectivamente. Outro fator que destaca a região Sul é a variabilidade dos dados, que se mostrou mais ampla que as demais regiões. A comparação entre os valores das medianas revelaram que a região sul foi a que apresentou o maior número de internações hospitalares por grupo de 10 mil habitantes.

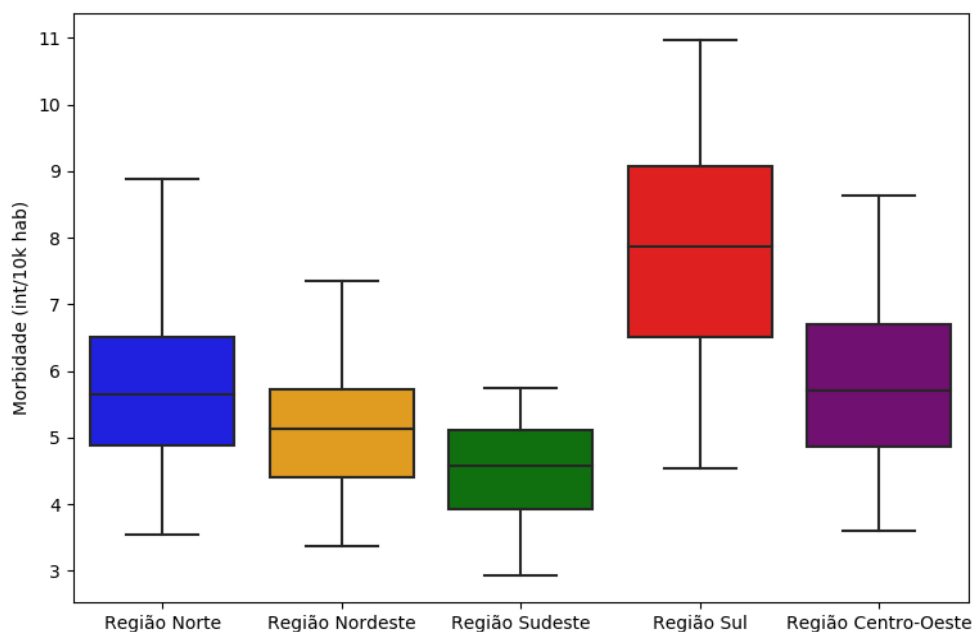


Figura 1 - Distribuição de internações por região.

Para compreender melhor a influência da sazonalidade da temperatura nas internações por região, os dados históricos de internações e de temperaturas médias mensais foram dispostos cronologicamente de janeiro a dezembro, como mostra a Figura 2. Adicionalmente, de forma a verificar a associação entre as duas variáveis, foram criados gráficos de regressão linear com os respectivos valores do coeficiente de Pearson e *p-valor*, dispostos na Figura 3.

A influência da temperatura nas internações, como disposto no Figura 2, se mostrou mais evidente nos estados do Sul e Sudeste do país. Através da análise estatística realizada na Figura 3, pôde-se verificar esta hipótese, tendo em vista que as maiores correlações obtidas, tal como os menores *p-valor*, também se apresentaram para as regiões Sul e Sudeste. Nota-se também, que todas as regiões apresentaram correlações de Pearson estatisticamente significativas.

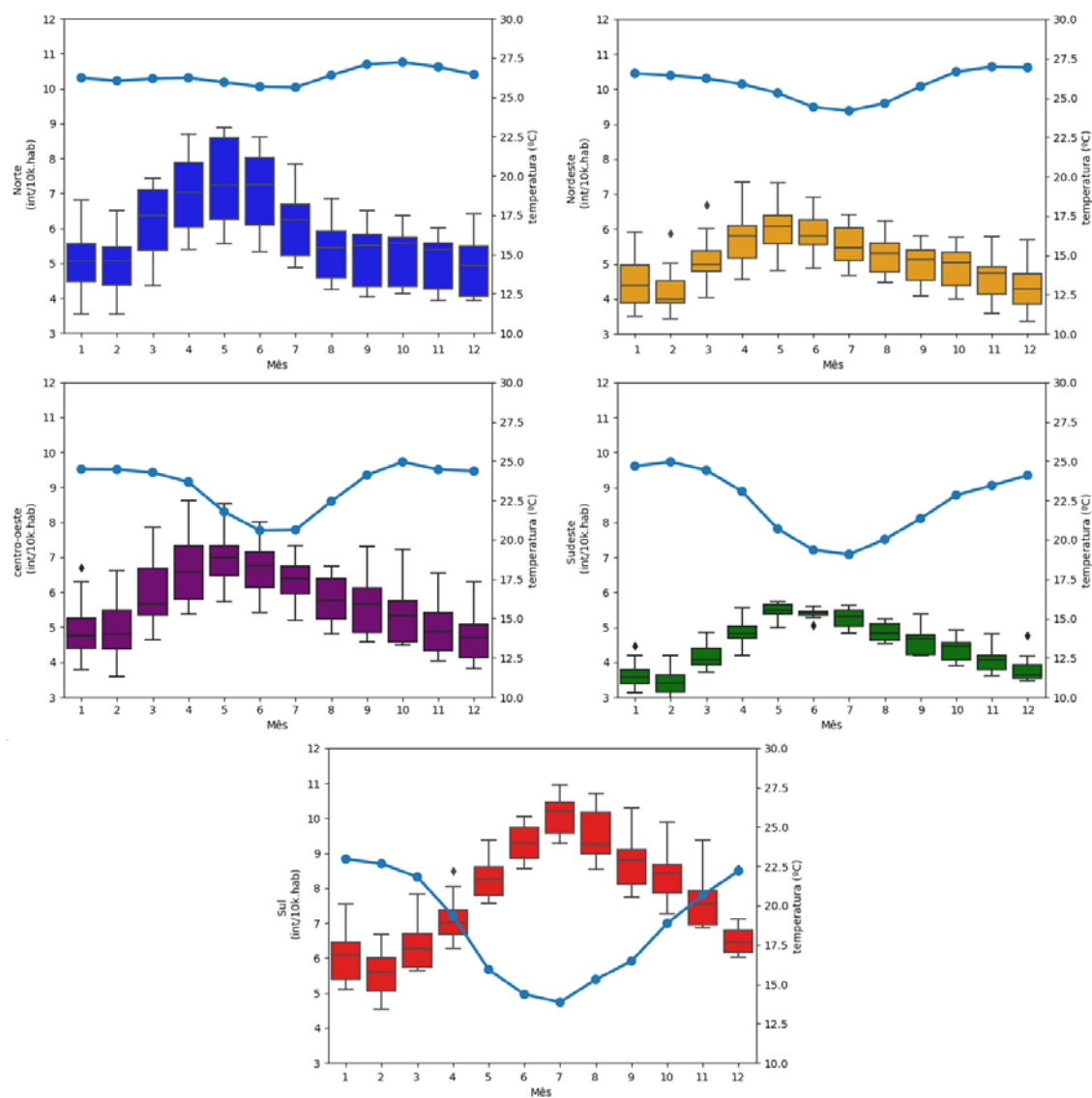


Figura 2 - Distribuição de internações e temperatura por mês.

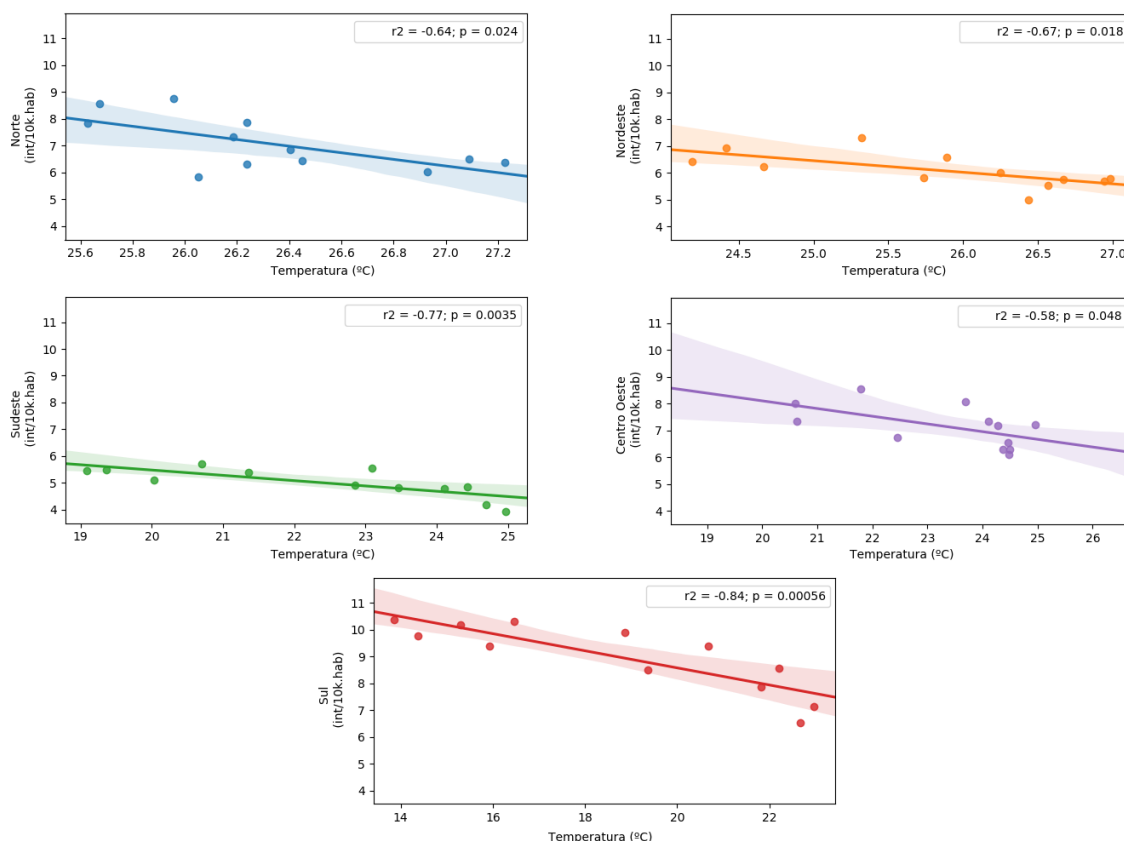


Figura 3 - Coeficiente de Pearson (como r^2) e p-valor (como p) para temperatura e internações.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com os dados obtidos, todas as regiões apresentaram correlação significativa entre temperatura e internações hospitalares por doenças respiratórias. Entretanto, ainda é desconhecido se esta relação é puramente explicada pela variação da temperatura ou se é influenciado indiretamente pela concentração de poluentes do ar. Observando a Figura 1 é possível constatar que a região Sudeste apresenta menor taxa de internações, apesar de sua intensa urbanização e industrialização (IBGE, 2018). Em contrapartida, é possível observar que o número de registros das enfermidades por doenças respiratórias para cada grupo de 10 mil habitantes foi maior na região Sul do que nas demais regiões brasileiras, entre os anos de 2010 e 2017.

Outro fator que diferencia as regiões Sul e Sudeste das demais, principalmente a região Sul, é a radiação solar. A radiação solar é um fator importante na dispersão dos poluentes, sendo responsável pelo empuxo térmico que auxilia no aumento da turbulência atmosférica. Os estados do Sul recebem menos radiação solar em relação às demais regiões brasileiras, sendo assim, mais sensíveis às emissões de contaminantes atmosféricos. Portanto, nestes locais existe uma maior probabilidade de eventos com condições meteorológicas pouco propícias para a dispersão de poluentes, como a baixa da camada limite durante o inverno (FREIRE, 2012). Sabe-se que ao longo do ano a radiação solar é alterada pela posição da Terra em relação ao Sol. Conforme verificado na Figura 2, os meses de inverno, onde a radiação é menos intensa, apresentam um aumento no número de internações.

Além da possibilidade de menor dispersão dos poluentes no inverno, as duas regiões citadas anteriormente apresentam amplitudes térmicas maiores se comparada com as de outras regiões. Segundo Ayoade (1983), fatores como umidade e temperatura influenciam no vigor físico humano e sua capacidade de se proteger de enfermidades. De acordo com Azevedo *et al* (2015), crianças recém-nascidas são mais suscetíveis às infecções respiratórias pelas alterações de temperatura. Logo, além dos efeitos da oscilação de temperatura que por si só já acarretam em consequências na saúde, a suscetibilidade aos poluentes dos indivíduos aumenta nas ocasiões

de eventos extremos de temperatura (baixo e alto). Os efeitos mais severos são sentidos em temperaturas baixas (inverno), coincidindo com eventos com maior probabilidade de serem encontradas concentrações elevadas de poluentes do ar (PINHEIRO *et al*, 2014 e Gouveia *et al*, 2003).

Por fim, através dos resultados de correlação entre as temperaturas médias mensais das regiões e as taxas de internação para cada 10 mil habitantes, foram encontradas evidências que reforçam a relação do fator climático temperatura associado ao número de internações. É levantada, portanto, a hipótese de associação entre condições meteorológicas pouco propícias para a dispersão de poluentes e internações por doenças respiratórias, sendo possível que os estados do Sul possuam uma atmosfera menos resiliente e/ou indivíduos mais suscetíveis quando comparado com as outras regiões do país.

CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou avaliar a relação entre a temperatura nas taxas de internação por doenças respiratórias no Brasil. Através da análise dos resultados constatou-se que a temperatura se correlaciona significativamente com as internações em todas as regiões do país. Os valores mais altos de correlação foram encontrados para as regiões Sul e Sudeste. A região Sul apresentou maior taxa de internação e maior variabilidade nos dados. Já para a região Sudeste foram encontrados os menores valores tanto na taxa quanto na variabilidade.

As temperaturas nas duas regiões variam de forma equivalentes, apesar das particularidades climáticas de cada região. Portanto, as baixas temperaturas contribuem para o aumento nas chances do aparecimento de enfermidades, principalmente em crianças. Outro fator que pode influenciar indiretamente o aumento da taxa de internações por doenças respiratórias é a baixa da camada limite durante o inverno. Este fenômeno tem potencial para diminuir a capacidade de dispersão dos poluentes na atmosfera, fator que pode fomentar aumento nas internações. É possível que o número de internações hospitalares seja um reflexo de uma combinação entre resiliência da atmosfera em diluir poluentes e suscetibilidade dos habitantes.

Vale lembrar que os indicadores de saúde utilizados nesta análise são influenciados por diversos fatores ambientais, pelo estilo de vida, genética dos habitantes, entre outros. Portanto, não são o reflexo absoluto da qualidade do ar. A má qualidade do ar é apenas uma das razões para o aumento das internações por doenças respiratórias. Esta análise motiva o aprofundamento da investigação de influências climáticas e de poluição atmosférica na saúde dos brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012**, 2014. Disponível em: <http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf>.
2. PATZ, Jonathan A. et al. Impact of regional climate change on human health. **Nature**, v. 438, n. 7066, p. 310, 2005.
3. LOGAN, W. P. D. et al. Mortality in the London fog incident, 1952. **Lancet**, p. 336-8, 1953.
4. GOUVEIA, Nelson et al. Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 29-40, mar. 2003. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742003000100004&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 16 out. 2018.
5. RODRIGUES, C. G. et al. Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 489-509, 2015.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Informações de Saúde: Epidemiológicas e Morbidade**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=6927&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/nr>>. Acesso em: 09 out. 2018.
7. BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Populacional 2018**.
8. _____. _____. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2018.
9. BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 09 out. 2018.

10. FREIRE, Livia Souza. **Teorias de Camada Limite Atmosférica:** modelo de crescimento, fluxo de entranhamento e análise espectral. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27998/R%20-%20D%20-%20LIVIA%20SOUZA%20FREIRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 out. 2018.
11. AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para Os Tópicos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
12. AZEVEDO, J. et al. Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de campina grande e monteiro, paraíba, brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 30, n. 4, p.467-477, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO).
13. FRANCO, Tânia; DRUCK, Graça. Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, p. 61-72, 1998.
14. SCHRAMM, Joyce Mendes de Andrade et al. Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 9, p. 897-908, 2004.
15. PINHEIRO, Samya de Lara Lins de Araujo et al . Isolated and synergistic effects of PM10 and average temperature on cardiovascular and respiratory mortality. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo , v. 48, n. 6, p. 881-888, Dec. 2014 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102014000600881&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 de mai. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2014048005218>.
16. GOUVEIA, Nelson; HAJAT, Shakoar; ARMSTRONG, Ben. Socioeconomic differentials in the temperature–mortality relationship in São Paulo, Brazil. **International Journal Of Epidemiology**, [s.l.], v. 32, n. 3, p.390-397, jun. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyg077>. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ije/article/32/3/390/637100>>. Acesso em: 30 mar. 2019.