

OSONO TROPOSFÉRICO, ACORRÊNCIAS HOSPITALARES E AGUDIZAÇÃO DE ASMA

Mário Talaia^(1*), Ana Almeida⁽²⁾

⁽¹⁾ CIDTFF, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

*e-mail: mart@ua.pt

⁽²⁾ Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

Resumo

Neste trabalho é apresentado um estudo de caso que ocorreu na região centro de Portugal, região de Coimbra. Os registos de parâmetros meteorológicos, dados da qualidade do ar e ocorrências hospitalares permitiram conhecer o agravamento de agudização de asma quando se registou uma sucessão de dias de intensas trovoadas. De forma inequívoca, o estudo mostra, que o aumento da temperatura do ar associado ao aumento da concentração de ozono troposférico faz eclodir maior número de casos nos serviços de urgência hospitalar.

1. Introdução

A Sociedade Internacional de Biometeorologia tem mostrado grande preocupação na definição de Índices Bioclimáticos, capazes de informar condições ambientais susceptíveis de favorecer a agudização de doenças do foro respiratório, nomeadamente da asma brônquica.

A influência de alterações do ambiente atmosférico na saúde humana pode constituir um importante e complexo problema. Na realidade, a variabilidade de parâmetros meteorológicos pode condicionar o eclodir de certas doenças respiratórias, nomeadamente da asma.

É sabido que a saúde de uma população é influenciada não só pelas condições climáticas mas também pela forma como o habitat circundante afecta as variáveis atmosféricas como a temperatura do ar, humidade relativa do ar, entre outras.

Tromp (1980) explica que a biometeorologia humana tenta esclarecer como reage o corpo humano a trocas do ambiente atmosférico. Uma parte importante da biometeorologia humana consiste em estabelecer, como a variabilidade biológica, pode ser considerada como o resultado último de trocas inerentes ao tempo, às estações do ano e ao clima.

Nos últimos anos, muitos estudos têm sido realizados, na tentativa de esclarecer muito do que ainda se considera de difícil entendimento. Estes estudos parecem mostrar a existência de uma forte influência de alguns factores meteorológicos no eclodir de certas doenças respiratórias [ver por exemplo, Hobbs (1980), Collins (1987) e Talaia e Vieira da Cruz (2001)].

Por exemplo, o ozono é um gás altamente reactivo que pode oxidar moléculas directamente e criar

radicais livres altamente energéticos que podem danificar as membranas das células. Este poluente tem vários efeitos agudos nas vias respiratórias, enfraquecendo o funcionamento pulmonar e danificando as células. Crianças asmáticas expostas a baixas concentrações de ozono, e subsequente exposição a SO₂ sentem um enfraquecimento da função pulmonar com concentrações deste segundo poluente que à partida não deveriam ter qualquer efeito (McMicheal *et al.*, 1996).

Weisel *et al.* (2002) e Boutin-Forzado *et al.* (2004) mostraram que existe uma relação estatisticamente significativa entre as emergências diárias hospitalares de doentes de asma e os valores médios das concentrações de ozono.

Stieb *et al.* (1996) observaram uma associação significativa entre as concentrações de ozono e as ocorrências hospitalares por agudização de asma, dois dias após a exposição ao poluente e Abramson *et al.* (1995) mencionaram que a exposição ao ozono está associada à diminuição das funções pulmonares, à hipersensibilidade brônquica e às ocorrências hospitalares por agudizações de asma.

Acero *et al.* (2004) mostraram que altas temperaturas devidas a uma onda de calor propiciaram altas concentrações de ozono troposférico.

O ar que se respira afecta a saúde das populações e principalmente grupos sensíveis cuja capacidade respiratória se encontra em formação ou debilitada, como por exemplo crianças, idosos e doentes asmáticos (<http://www.qualar.org/INDEX.PHP?Page=1&subpage=2>).

2. Dados

O período de análise engloba um estudo de caso para um período de 50 dias, de 11 de Outubro a 30 de Novembro de 2001 e para a cidade de Coimbra limitada por uma região geográfica até 25 km de raio.

Os dados clínicos diários (emergências nos serviços hospitalares) foram gentilmente cedidos pelo Hospital Universitário de Coimbra, e os dados da concentração dos poluentes, poluentes (O₃, NO₂, CO, NO e SO₂) foram gentilmente cedidos pela Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Centro.

Considerou-se um período que se chamou de “sequência de dias críticos” porque as ocorrências estão acima da média do período de 50 dias (de 17 de Outubro a 7 de Novembro).

Foi também assumida uma sequência de dias considerados “muito críticos” que estão associados à ocorrência de fortes e persistentes trovadas no final do mês de Outubro, conforme informação da comunicação diária, ver por exemplo o Diário de Coimbra (2001) do dia 30 de Outubro, com a notícia de título “Trovoada fez subir níveis de ozono.

Para o estudo foram considerados os diferentes poluentes que definem a qualidade do ar, nomeadamente a concentração do monóxido de carbono medido segundo a média registada durante 8h consecutivas (CO 8h), o dióxido de azoto (NO₂), o dióxido de enxofre (SO₂), o ozono (O₃) e as partículas inaláveis ou finas, cujo diâmetro médio é inferior a 10 µm (PM₁₀).

Para uma avaliação do efeito das concentrações de poluentes na agudização da asma comparou-se os valores registados com valores parametrizados no Índice de Qualidade do ar para o ano 2001 descritos na Tabela 1.

Poluente em causa / Classificação	CO		NO ₂		O ₃		PM ₁₀		SO ₂	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Mau	16000	400	360	125	500
Fraco	14000	15999	290	399	180	359	70	124	470	499
Média	7000	13999	140	289	120	179	30	69	210	469
Bom	5000	6999	100	139	60	119	20	29	140	209
Muito Bom	0	4999	0	99	0	59	0	19	0	139

Tabela 1 – Classificação do Índice de Qualidade do ar (2001). Concentrações em µg/m³.

3. Resultados e discussão

Os dados utilizados de 11 de Outubro de 2001 a 30 de Novembro de 2001, correspondem às semanas 41 a 49. A Fig. 1 mostra a variação de temperatura (máxima e mínima) e ocorrência ao longo das semanas que condicionam este estudo de caso.

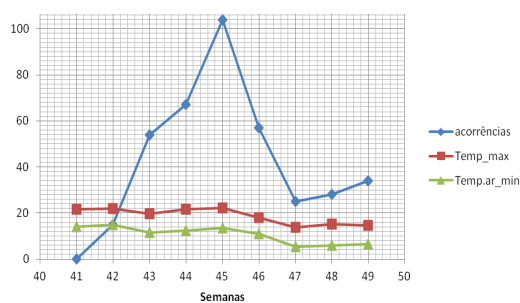


Fig. 1.- Ocorrências e média da temperatura semanal

A observação da Figura 1 mostra que as maiores ocorrências foram registadas nas semanas 43, 44, 45 e 46. Considerou-se a interpretação física das ocorrências considerando parâmetros meteorológicos, concentrações de poluente e tipos de circulação de tempo atmosférico (Trigo e Câmara, 2000) para o período de 25 a 30 de Outubro por serem dias com trovadas intensas. De salientar que a observação do gráfico da figura parece mostrar que

o aumento ligeiro da temperatura máxima não favorece o aumento significativo das ocorrências hospitalares. Nestas circunstâncias avaliou-se a influência de poluentes que constituem a qualidade do ar na agudização de asma com recurso aos serviços de urgência hospitalar. Na Fig.2 é possível observar, noutra perspectiva de variáveis, a evolução de diversos parâmetros.

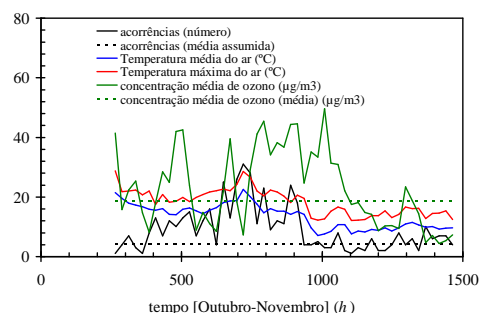


Fig. 2.- Ocorrências e concentração do ozono no tempo

Os valores indicados na Tabela 2 mostram que o maior número de ocorrências hospitalares parece estar associado a anticiclone (Trigo e Câmara, 2000). O tipo de circulação E corresponde à presença e influência em Portugal de anticiclone o que corrobora os dados da Tabela 3, 1ª e 2ª linha, sobre os conselhos para a saúde em função do Índice de Qualidade do ar. Estas linhas descrevem os estados do tempo associados aos índices Mau e Fraco.

Dia	Circulação	Casos	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Hum. (%)
25	E	4	21.6	9.9	80.1
26	NW	4	22.1	11.6	85.6
27	S	23	22.6	13.3	81.0
28	SE	11	22.1	13.5	84.1
29	SE	16	24.2	13.6	80.3
30	SE	16	28.6	15.5	55.7

Dia	Circulação	NO ₂ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³
25	E	67.0	36.0	19.0	2088.0
26	NW	101.0	24.0	27.0	3712.0
27	S	36.0	52.0	11.0	1392.0
28	SE	50.0	202.0	16.0	2552.0
29	SE	82.0	72.0	24.0	5220.0
30	SE	67.0	22.0	19.0	3248.0

Tabela 2 – Dados obtidos para o período mais gravoso e para concentrações de valor máximo

Índice	Tempo	Conselhos de Saúde
Mau	- Anticiclone com vento fraco; - Estabilidade prolongada; - Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto; - Ozono: forte radiação / tempo quente contínuo.	Todos os adultos devem evitar esforços físicos ao ar livre . Os grupos sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) deverão permanecer em casa com as janelas fechadas e utilizando de preferência sistemas apropriados de circulação/refrigeração do ar.
Fraco	- Anticiclone com vento fraco; - Situações de transição do estado do tempo; - Estabilidade; - Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto; - Ozono: forte radiação / temperaturas elevadas associadas a dias de céu limpo.	As pessoas sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) devem evitar actividades físicas intensas ao ar livre . Os doentes do foro respiratório e cardiovascular devem ainda respeitar escrupulosamente os tratamentos médicos em curso ou recorrer a cuidados médicos extra, em caso de agravamento de sintomas. A população em geral deve evitar a exposição a outros factores de risco , tais como o fumo de tabaco e a exposição a produtos voláteis contendo solventes na sua composição.
Médio	- Diversas situações meteorológicas com características de tempo agradáveis.	As pessoas muito sensíveis, nomeadamente crianças e idosos com doenças respiratórias devem limitar as actividades ao ar livre .
Bom	- Passagem de frentes com actividade moderada; - Outras situações meteorológicas com ventos moderados.	Nenhuns.
Muito Bom	- Vento moderado a forte; - Temperaturas frescas; - Ocorrência de precipitação; - Passagem de frentes com actividade moderada.	Nenhuns.

Tabela 3 – Índice Qualidade do ar - Conselhos Saúde (<http://www.qualar.org/INDEX.PHP?page=1&subpage=8>)

Foi também investigada como a frequência acumulada das ocorrências estava relacionada com alguns parâmetros utilizados. O resultado é mostrado nos gráficos das Fig. 3 e Fig.4.

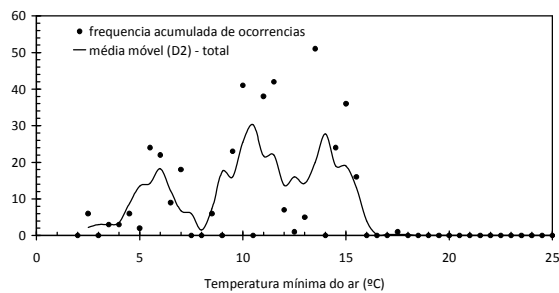


Fig. 3 - Frequências acumuladas de ocorrências em função da temperatura mínima do ar

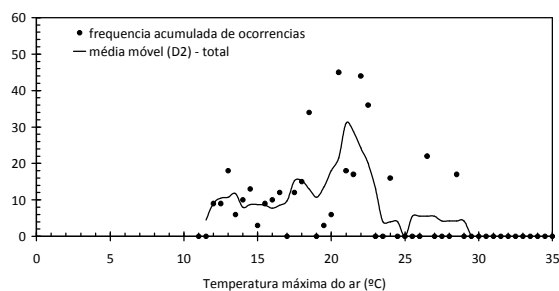


Fig. 4 - Frequências acumuladas de ocorrências em função da temperatura máxima do ar

As considerações derivadas da observação do gráfico da Fig.3 estão em concordância com os valores indicados na Tabela 2, sugerindo assim que as agudizações da asma estão também ligadas às variações das condições do tempo atmosférico. Deste modo os resultados deste estudo mostram uma concordância com a afirmação de Goldstein (1980) que refere que determinadas condições atmosféricas podem agravar a agudização de crises de asma para indivíduos em que a DPCO foi diagnosticada.

Os poluentes dióxido de azoto (NO_2), monóxido de carbono (CO) e óxido de enxofre (SO_2) registaram concentrações cujos valores descritos na Tabela 2 se encontravam dentro dos intervalos de concentrações que definiam índices de qualidade do ar de Muito Bom e Bom. Deste modo verificou-se que o único poluente cuja concentração deteriorava a qualidade do ar era o ozono troposférico (O_3) que registou valores acima do normal que equivale a afirmar ter um índice de qualidade do ar de Fraco.

Como houve grande intensidade de trovoadas, durante o período em análise, avaliou-se se houve influência da temperatura máxima no aumento da concentração de ozono troposférico e conseqüente aumento na agudização da asma com recurso aos serviços de urgência hospitalar.

A Fig. 5 mostra como se relaciona a concentração de ozono com a temperatura. A observação da figura mostra que, como seria esperado, a um aumento da

concentração de ozono troposférico corresponde um aumento da temperatura máxima do ar.

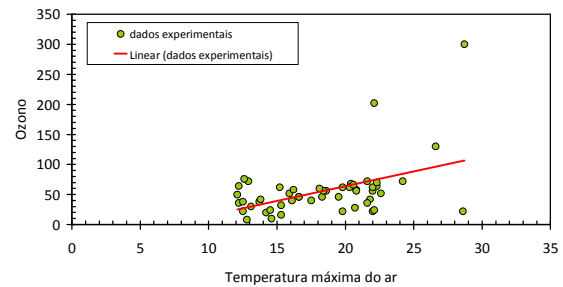


Fig. 5 - Relação entre aumento da concentração de ozono troposférico e aumento da temperatura máxima do ar

Nestas circunstâncias, os resultados obtidos, sugerem que a presença de intensas trovoadas suscitam a destruição de molécula de oxigénio para a formação de ozono troposférico, que através do aumento da sua concentração agravou as emergências hospitalares.

Mais uma vez pode-se afirmar que a análise dos resultados obtidos neste estudo parece estar de acordo com o enunciado por Tromp (1980), que definia que para temperaturas do ar inferiores a 17°C existia maior ocorrência de agudização de asma. Os valores indicados na Tabela 2 encontram-se dentro do esperado pela análise da Fig. 3, e deste modo enquadram-se dentro do intervalo definido por Tromp (1980).

Pela análise da Tabela 2 verifica-se que para o dia em que a concentração de ozono troposférico aumentou (dia 27 de Outubro) o número de ocorrências atinge o seu maior valor em número de 23 ocorrências e mantém-se elevado para os 2 dias seguintes cujas concentrações de ozono são também acima da média que se estavam a registar. Estas considerações sugerem que os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com o previsto por Fauroux *et al.* (2000) que enunciaram que existe uma relação significativa entre as ocorrências hospitalares e valores médios das concentrações de ozono troposférico. O estudo agora realizado também está de acordo com o enunciado por Ross (2002) que refere que a concentração de ozono troposférico se encontra associado ao agravamento dos sintomas de asma.

Adicionalmente o estudo indica que a evolução da concentração de ozono troposférico e das ocorrências hospitalares são concordantes, sendo notório o agravamento de ocorrências registadas durante as trovoadas, devido à transformação do oxigénio em ozono. O processo de transformação de oxigénio em ozono deve-se ao fato da ligação da molécula de oxigénio ser quebrada, por ação das descargas elétricas produzidas pela trovoadas (<http://www.lenntech.com.pt/biblioteca/ozono/faq/faqozono.htm>; <http://www.meteopt.com/forum/meteorologia-geral/trovoadas-com-cheiro-6083.html>).

Os resultados obtidos confirmam os resultados obtidos por Anderson *et al.* (2001) que referem um aumento das agudizações da asma durante trovoadas e também que existe uma correlação entre o aumento das agudizações e o aumento da concentração de ozono.

Este estudo, ainda, parece mostrar que a agudização da asma com recurso à emergência hospitalar está nitidamente correlacionada com as mudanças das condições atmosféricas, tal como previsto por Goldstein (1980).

Inequivocamente os resultados obtidos sugerem que existe uma relação direta entre a temperatura do ar, episódios de trovoadas, aumento da concentração de ozono e a agudização da asma com recurso a emergência hospitalar. Deste modo o estudo sugere que os doentes asmáticos tomem as medidas preventivas referidas na 1ª e 2ª linha da Tabela 3 para situações em que a temperatura mínima seja inferior a 15°C, situações de trovoadas intensas e concentrações dos níveis de ozono elevadas.

Para a interpretação dos resultados obtidos foram usados mapas de tempo, que foram construídos, para o período mais gravoso de ocorrências hospitalares. Por opção apresentam-se apenas os relativos aos dias 27 e 28 de Outubro e para a mesma hora.

As Fig. 6 a Fig. 9 mostram alguns mapas traçados e interpretados.

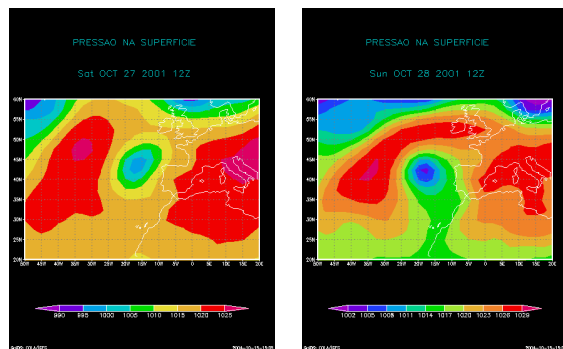


Fig. 6 – Pressão (dia 27 e 28 Outubro)

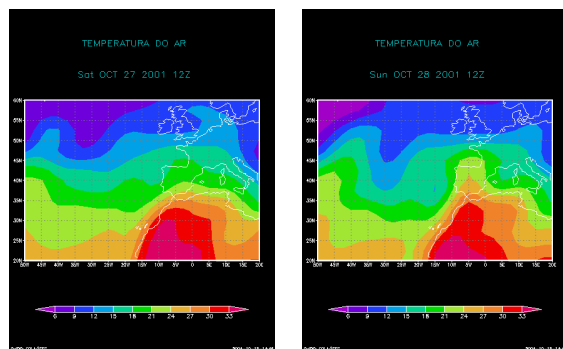


Fig. 7 – Temperatura (dia 27 e 28 Outubro)

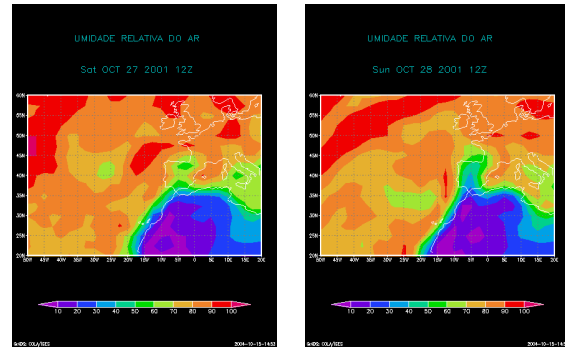


Fig. 8 – Humidade relativa (dia 27 e 28 Outubro)

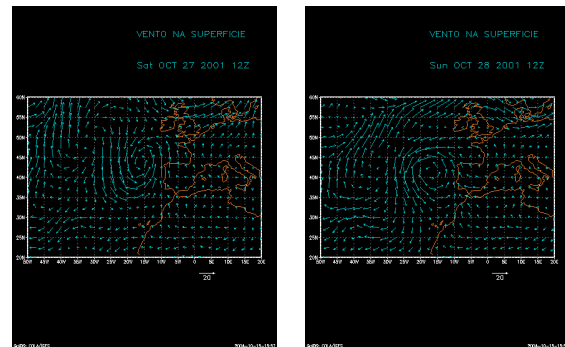


Fig. 9 – Vento (dia 27 e 28 Outubro)

4. Considerações finais

Este estudo permitiu estabelecer relações entre a agudização da asma com recurso à emergência hospitalar com vários parâmetros meteorológicos e concentração de ozono troposférico.

A análise dos resultados obtidos é concordante com a literatura da especialidade consultada sobre os impactos das alterações das condições atmosféricas [por exemplo as variações de temperatura descritas por Tromp (1980) e dos aumentos das concentrações de ozono troposférico Ross (2002) na agudização de crises asmáticas].

Os resultados obtidos mostraram que há uma relação directa entre as trovoadas e o aumento da concentração de ozono; deste modo infere-se que para episódios de trovoadas os asmáticos devem adotar medidas preventivas, em especial os que pertencem ao grupo etário mais vulnerável. Verificou-se a existência de uma relação linear entre o aumento da temperatura máxima do ar e o aumento da concentração de ozono.

Os resultados deste estudo mostram um acréscimo no número de ocorrências hospitalares para uma pequena flutuação nos valores da concentração de ozono troposférico sugerindo assim que os asmáticos são extremamente sensíveis às variações da concentração deste poluente.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem ainda que uma temperatura mínima inferior a 17°C parece favorecer a falência do organismo em termos de aparelho respiratório a partir do qual se regista agudização da asma.

Agradecimentos

Os autores agradecem a partilha de informação recebida da administração do Hospital Universitário da Universidade de Coimbra e da Direcção de Serviços de Monitorização Ambiental da Direcção Regional do Ambiente e do Ordenamento do Território do Centro.

Bibliografia

Abramson, M.J., Marks, G.B. and Pattemore, P.K. (1995). Are non-allergenic environmental factors important in asthma, *Medical Journal of Australia*, 163 (2), 542-545.

Acero, Diaz, F.J., Mateus Masa, V.L., Garcia, J.A. e Nunez, Cochero, M. (2004). Concentraciones de ozono troposférico en extremadura durante la orla de calor del 2003. In XXVIII jornadas Cientificas de Meteorología y el clima Atlanticos e 5º Encuentro hispanoluso de meteorología, la Meteorología y climatología en los sectores publicos y privado. <http://www.ame-web.org/jornadas/acero.pdf>.

Anderson W, Prescott GJ, Packham S, Mullins J, Brookes M, Seaton A. (2001). Asthma admissions and thunderstorms: a study of pollen, fungal spores, rainfall, and ozone. *QJM* 94(8):429-433.

Ar AdQd. (2001). Classificação do Índice de Qualidade do ar. http://www.qualar.org/INDEX.PHP?page=1&subpage=7&ano_esc=2001

Boss, et al. (2002). Effect of ozone and aeroallergens on the respiratory health of asthmatics. *Archives Of Environmental Health*. 57(6):568-578.

Boutin-Forzado, S., Adel, N., Gratecos, L., Jullian, H., Garnier, J.M., Ramadour, M., Lanteaume, A., Hamon, M., Lafay, V. and Charpin, D. (2004). Visits to the emergency room for asthma attacks and short-term variations in air pollution- A case-crossover study, *Respiration*, 71 (2), 134-137.

Collins, K.J. (1987). Effects of Cold on Old People. *British Journal of Hospital Medicine*, 506-514.

Diário de Coimbra (2001). Trovoada fez subir níveis de ozono. 30 de Outubro.

FAQ's Ozono. <http://www.lenntech.com.pt/biblioteca/ozono/faq/faqozono.htm>

Fauroux B, Sampil M, Quénel P, Lemoullec Y. (2000). Ozone: A trigger for hospital pediatric asthma emergency room visits. *Pediatr Pulmonol*. 30(1):41-46.

Goldstein I. (1980). Weather patterns and asthma epidemics in New York City and New Orleans, U.S.A. *International Journal of Biometeorology*. 24(4):329-339

Hobbs, J.E. (1980). *Applied Climatology, A Study of Atmospheric Resources*, Physical Geography Series, Dawson Westview Press, Colorado.

McMichael, A.J., Haines, A., Slooff, R. and Kovats, S. (1996). Climate change and human health, World Health Organization.

Saúde D-Gd. (2001). Manual de Boas Práticas na Asma. In: Saúde D-Gd, editor.

Stieb, D.M., Burnett, R.T., Beveridge, R.C. and Brook, J.R. (1996). Association between ozone and asthma emergency department visits in Saint John, New Brunswick, Canada, *Environmental Health Perspectives*, 104 (12), 1354-1360.

Talaia, M.A.R. e Vieira da CRUZ, A.A. (2001). Será que a Temperatura do ar tem Influência no Eclodir de Certas Doenças Respiratórias?, *Quo*, 74, 88-89.

Trigo RM, Câmara C. (2000). Circulation Weather Types and their Influence on the Precipitation Regime in Portugal. *International Journal of Climatology*. 20:1559-1581.

Tromp, S.W. (1980). *Biometeorology, the Impact of the Weather and the Climate on Humans and their Environment*. Heyden International Topics in Science, London, 1980

Trovoada com cheiro <http://www.meteopt.com/forum/meteorologia-geral/trovoada-com-cheiro-6083.html>

tvi24 (2012). Asma afecta um milhão de portugueses <http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/asma-saude-tvi24/1250402-4071.html>.

Weisel, C.P., Cody, R.P., Georgopoulos, P.G., Purushothaman, V., Weiss, S.H., Bielory, L., Gregory, P., and Stern, A.H. (2002). Concepts in developing health-based indicators for ozone, *International Archives of occupational and Environmental health*, 75 (6), 415-422.