

### **3. TENDÊNCIA DA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL NA REGIÃO DE MANAUS - AM.**

**MOTA, M. R.**

**Laboratório de Hidráulica, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos**

**Universidade Federal do Amazonas - Manaus, AM.**

#### **Ementa**

A Amazônia é a área mais rica em biodiversidade de todo o mundo. Entretanto seu frágil equilíbrio se encontra ameaçado pelos constantes e crescentes desmatamentos. O comportamento da temperatura média anual pode ser usado como um indicador dos reflexos destas agressões.

#### **Resumo**

O objetivo deste trabalho é o de analisar de forma preliminar uma série histórica das temperaturas médias coletada na zona periférica da cidade de Manaus. Encontrou-se que nesta área nos últimos 30 anos apresentou uma temperatura média de 26,1o C, o ano mais quente foi o de 1997 com uma temperatura média de 28o C e o ano mais frio foi o de 1976 com 25,1o C, há uma tendência de aumento da temperatura na região periférica de Manaus onde o modelo que melhor se adequou foi uma equação polinomial de terceira ordem.

#### **Introdução**

Nos últimos anos, se tem verificado que o interesse científico tem se voltado as atenções para as temperaturas médias globais do ar na superfície terrestre, visando melhor caracterizar e entender a tendência de aquecimento. Em seus estudos de Hansen e Lebedeff (1987) e Jones e Wigley (1990) mostram evidências de aquecimento em torno de 0,7 oC, no século passado, sendo que no hemisfério sul o aquecimento ficou na ordem de 0,5 oC e também Folland, Parker e Kates (1984) citam evidências deste aumento na temperatura das águas dos oceanos na ordem de 0,008 oC.

Com relação às temperaturas, observa-se na Região Norte do Brasil temperaturas elevadas, com pouca variabilidade durante o ano, caracterizando o clima quente nesta Região. Nas médias latitudes a variação da temperatura no decorrer do ano é muito importante para a definição do clima. No período de inverno há maior penetração de massas de ar frio de altas latitudes, o que contribui para a predominância de baixas temperaturas.

O mesmo ocorre na Região de Manaus possui uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura, pois durante o inverno do Hemisfério Sul toda a zona meridional da Região Norte, que atravessam a Cordilheira dos Andes ao sul do Chile. Alguns são excepcionalmente intensos, podendo chegar a provocar o fenômeno friagem (Nimer, 1979). Em virtude da alta umidade relativa e intensa nebulosidades que caracterizam a Região, não são registradas temperaturas máximas diárias excessivas durante o ano.

No entanto, nos últimos anos tem se registrados aumentos significativos nos registros climáticos de numerosas cidades do mundo. Muitas vezes estas tendências têm sido erroneamente atribuídas ao "efeito estufa", sendo que dentre suas causas primeiras são expressões do crescimento dos centros urbanos locais e não efeitos do aquecimento atmosférico global. A urbanização afeta os registros longos de temperatura nos mais diferentes graus, e o crescimento das ilhas de calor produz aquecimento espúrio nos registros climáticos.

Esta tendência potencial do efeito urbano nos conjuntos de dados globais de temperatura do ar à superfície ainda não foi devidamente quantificada (Karl e Jones, 1989). Algumas estimativas já tem sido desenvolvidas sendo atribuídos valores entre 0,1 e 0,4 oC nos 100 últimos anos (Hansen e Lebedeff, 1987).

O objetivo deste trabalho é uma análise preliminar de uma série histórica das temperaturas médias coletadas na zona periférica da cidade de Manaus, visando detectar as tendências e as magnitudes das tendências a médio e longo prazo.

## **Material e Métodos**

Para realização deste trabalho foram utilizados dados de uma série histórica desde 1973 a 2002 que foram coletados na Estação Experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA) situada a 25 km ao leste da cidade de Manaus que está localizada a 3o08' sul, 60o12' oeste e 90 m de altitude em relação ao nível do mar.

As tendências em longo prazo foram obtidas através de regressões lineares entre as temperaturas médias anuais e os respectivos anos de registro, conforme o proposto Spiegel (1985) e os critérios de confiabilidade pelo teste de t, (Gomes, 1982; Sneryers, 1975; Sokal e Rohlf, 1968).

## **Resultados e Discussão**

Analisando os dados de temperatura media da região de Manaus, conforme Tabela 1, obteve-se ano com maior temperatura média no período analisado foi 1997 com uma temperatura média de 28,0 oC e o ano que apresentou a menor foi de 1976 com um valor de 25,1 oC e com um valor médio de 26,1 oC. Estes valores estão de acordo com os valores encontrados por Salati e Marques, 1984 e Horel et al., 1989.

Observando a figura 1 se observa que a temperatura anual média mostra uma clara tendência de aumento nos últimos 10 anos, este aquecimento pode estar relacionado a principalmente ao contínuo crescimento da zona urbana da cidade de Manaus, como já foi citado por Hansen e Lebedeff (1987) e Jones e Wigley (1990) e que é confirmado muitos autores nos Estados Unidos (EUA) Goodridge (1989), Karl e Quaille (1989), Jones, Raper e Wigley (1986) e no Brasil também tem mostrado esta mesma tendência Sansigolo, Rodrigues e Etchichury (1992).

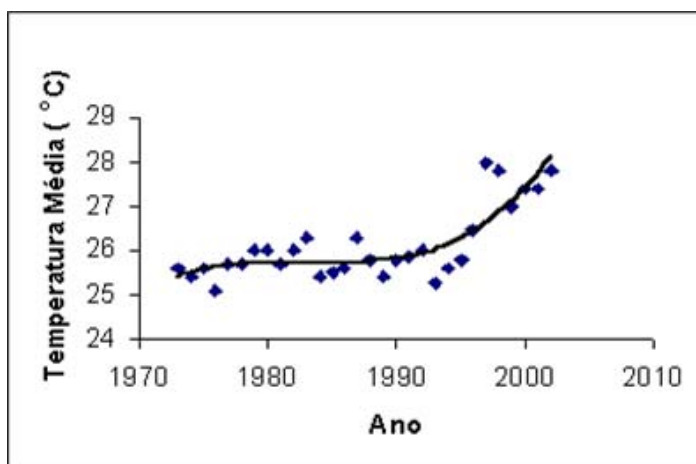
Ainda observando a figura 1 e buscando uma equação que melhor descrevesse o comportamento da temperatura média anual no período estudado, para que se possa fazer projeções das tendências futuras, verificou-se que a curva que melhor se ajusta aos

dados é um polinômio de terceira ordem onde a temperatura é descrita em função do ano dado pela equação  $Y = 0,0004x^3 - 2,2081x^2 + 4379.2x - 3.106$  com um  $r^2 = 0,71$ .

Estes resultados sugerem a idéia de que os efeitos da urbanização da cidade de Manaus têm contribuído de forma significativa para o aumento da temperatura. O efeito da urbanização adicionado ao "efeito estufa" causará um crescente aumento das temperaturas médias nas áreas urbanas (Jones et al., 1990).

**Tabela 1. Valores da série histórica da temperatura média da EMBRAPA para o período de 1973 à 2002.**

Ano	Temperatura média (°C)
1973	25.6
1974	25.4
1975	25.6
1976	25.1
1977	25.7
1978	25.7
1979	26
1980	26
1981	25.7
1982	26
1983	26.3
1984	25.4
1985	25.5
1986	25.6
1987	26.3
1988	25.8
1989	25.4
1990	25.8
1991	25.9
1992	26
1993	25.3
1994	25.6
1995	25.8
1996	26.5
1997	28
1998	27.8
1999	27
2000	27.4
2001	27.4
2002	27.8



**Figura 1. Evolução da temperatura média na região periférica da cidade de Manaus.**

## Conclusão

A região de Manaus nos últimos 30 anos apresentou uma temperatura média de 26,1o C.

O ano mais quente foi o de 1997 com uma temperatura média de 28o C e o ano mais frio foi o de 1976 com 25,1o C.

A aplicação de uma regressão linear para evolução da temperatura nos últimos 30 anos aponta para uma tendência de aumento da temperatura na região periférica de Manaus.

O modelo que melhor se adequou para descrever o comportamento da temperatura nos últimos 30 anos foi uma equação polinomial de terceira ordem, a qual aponta para uma forte tendência no aumento da temperatura na zona periférica a cidade de Manaus.

## Bibliografia

- Folland, C.K.; Parker, D.E.; Kates, F.E. Worldwide Marine Temperature Fluctuation 1956-1981. *Nature*. 310: 670 - 673. 1984.
- Gomes, F.P. Curso de Estatística. 10a ed. São Paulo: Livraria Nobel. 438p 1982.
- Goodridge, J. Air Temperature from 1916 - 1987 in California. Preprints Sixth Conference Appl. Climatology. Charleston, SC. 116 - 117p. 1989.
- Hansen, J.; Lebedeff, S. Global Trends Of Measured Surface Air Temperature. *Journal of Geophysics Research*. 92(11): 13345 - 13347. 1987.
- Horel, J.D.; Hahmann, A.N.; Geisler, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2(11), 1388 – 1403. 1989.
- Jones, P.D; Wigley, T.M.L. Global Warming Trends. *Scientific American*. 8: 84 – 94. 1990.
- Jones, P.D; Raper, C.B.; Wigley, T.M.L. Southern Hemisphere Surface Air Temperature Variations: 1851 - 1984. *Journal Clim. Appl. Met.* 25: 1213 - 1230. 1986.
- Karl, T.R.; Jones, P.D. Urban Bias in Area averaged Surface Air Temperature Trends. *Bull. Amer. Met. Soc.* 70(3): 265 - 270. 1989.
- Karl, T.R.; Quail, R.G. Temperature Changes in the Modern Climate Record: How Should this Information be used to Detect the "Greenhouse Effect"? Preprints Sixth Conference Appl. Climatology Charleston, SC. 178 - 183p. 1989.

- Nimer, E. Climatologia do Brasil. SUPREN/IBGE. Volume 4. 1979.
- Salati, E.; Marques, J. Climatology of the Amazon region. In The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Sioli, H. (ed.). Dr. W. Junk Publishers, 763 p. 1984.
- Sansigolo, C.A.; Rodrigues, R. de C. M.; Etchichury, P.C. Tendências nas Temperaturas Médias do Brasil. VII Congresso Brasileiro de Climatologia. v.1: 367 - 371. 1992.
- Sneryers, R. l'Analyse Statistique des Séries d'Observations. OMM Note Tech. 143. 192p. 1975.
- Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. Biometri. State niversity of New York - Stane Brook. 10a ed. 776p. 1968.
- Spiegel, M.R. Estatística. 2a ed. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil. 454p. 1985.

**Trabalho apresentado na 7ª Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente - DMA, nos dias 11 a 13 de agosto de 2003, no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.**