

# ESTUDO DAS POSSÍVEIS VARIAÇÕES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM BELÉM -Pá

Maria do Carmo Felipe de OLIVEIRA\*, Paulo Fernando de Souza SOUZA\*

## RESUMO

A cidade de Belém, situada na zona equatorial, sofre durante o ano todo, uma grande incidência dos raios solares, os quais atingem à superfície quase que perpendicularmente, tornando a temperatura do ar, constantemente elevada. Em virtude disso, a região é dominada pôr um centro de baixa pressão, onde predominam os movimentos convectivos, que são intensificados pela convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, as quais fornecem uma quantidade significativa de vapor de água para a formação de nuvens e conseqüentemente originando o alto índice pluviométrico que ocorre na região. O objetivo deste trabalho foi estudar os elementos meteorológicos, como, temperatura, umidade, precipitação, nebulosidade, insolação (horas de brilho solar) e pressão atmosférica, no período de 1896 a 1995, à fim de identificar possíveis tendências de variabilidades e mudanças climáticas, o que certamente contribuirá para um melhor planejamento urbano, visando a melhoria da qualidade do conforto ambiental.

No estudo estatístico verificou-se que a precipitação e a insolação, apresentaram a maior variabilidade. Com relação as médias interanuais normalizadas pelo desvio-padrão, observou-se um movimento cíclico, ao longo do período estudado, mas com uma tendência de aumento, havendo no entanto, a intercalação de alguns períodos de declínio.

## INTRODUÇÃO

Muito se tem perguntado a respeito das possíveis mudanças climáticas, devido ao uso indiscriminado dos recursos naturais e da ocupação do homem nas grandes cidades.

Belém, estando localizada na faixa equatorial e edificada às margens da Baía de Guajará, sofre com os "efeitos de barreira" impostos pêlos prédios que margeiam esta orla litorânea e impedem a suavização do microclima local. Além disso a expansão populacional associada com o crescimento das edificações são fatores decisivos, não apenas para o aumento da poluição atmosférica, mas também para a formação de "ilhas de calor".

O objetivo do presente trabalho foi estudar os elementos do tempo em Belém, como forma de identificar possíveis tendências de variabilidade e mudanças no comportamento destas variáveis, o que certamente contribuirá para um melhor planejamento urbano, visando a melhoria da qualidade do conforto ambiental

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados dados meteorológicos de superfície obtidos dos arquivos do Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET), no período de 1896 a 1995, tais como: temperatura do ar média, máxima e mínima em °C; precipitação pluviométrica em mm; umidade relativa do ar em porcentagem; nebulosidade em partes da abóbada celeste de 0-10; insolação em horas e décimos e pressão atmosférica em hPa.

No que se refere ao estudo da variabilidade dos elementos em questão, utilizou-se o cálculo da média e elaborou-se diagramas representativos da variabilidade anual. As médias anuais foram normalizadas pelo desvio-padrão, para se determinar a intensidade da variação com relação a média total.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os dados meteorológicos de Belém - Pá referentes ao período estudado, determinaram para a região as seguintes condições gerais de clima: a temperatura do ar apresentou média anual de 25.8 °C; as médias das temperaturas máximas e mínimas alcançaram valores de 31.5 °C e de 22.2 °C, respectivamente; a

---

\* Departamento de Meteorologia - UFPá

umidade relativa média foi de 87 % ; a nebulosidade de 6.3 décimos ; a precipitação pluviométrica média alcançou um total de 2745.3 mm ; a insolação foi de 2265.1 horas ; a pressão atmosférica de 1010.5 hPa.

Analisando a fig. 1. observou-se uma certa variabilidade interanual da temperatura média do ar e percebeu-se a existência de uma tendência a um aquecimento da região , à partir da década de 40 , havendo no entanto , a intercalação de alguns períodos de declínio. Provavelmente esse aquecimento que vem ocorrendo nas décadas mais recentes , podem estar relacionados com as modificações impostas nas características da superfície , tais como albedo e tipo de vegetação . uma vez que em áreas de florestas , o aquecimento do ar é amortecido pela intensa evapotranspiração . Onde não existem florestas ou tem pouca vegetação , a energia solar é usada intensivamente no aquecimento do ar , ocasionando então valores elevados de temperatura.

As médias das máximas e principalmente das mínimas (figs. 2 e 3 ) , também refletem esta tendência , ficando evidente as expressivas variabilidades. Observa-se ainda que nos anos de 1915 e 1970 , foram registradas as maiores médias das máximas , em torno de  $33^{\circ}\text{C}$  , e que no início do século era comum valores acima da média , no entanto entre 1930 a 1960 os valores diminuíram , sendo que logo após , voltaram a aumentar novamente. Quanto as temperaturas médias mínimas , observou-se que no início do século era comum valores abaixo da média , sendo que , a partir de 1940 , ocorreram valores superiores a  $22.2^{\circ}\text{C}$  , com alguns períodos de declínio. O curso interanual da umidade relativa acompanha os cursos interanuais da cobertura do céu e da precipitação (figs. 4, 5 e 6 , respectivamente ) , isso vem mostrar que existe uma forte correlação entre elas. O comportamento da umidade relativa reflete uma grande influência do fator térmico , já que a tensão de saturação do vapor de água é diretamente proporcional a temperatura , além disso , os altos valores de umidade relativa registrados em Belém -Pá , devem-se provavelmente a sua proximidades com o Oceano Atlântico Sul Oeste , que adveceta ar úmido para a região , que além de manter elevada a umidade relativa , faz com que apresente pequena variação interanual. A variabilidade média interanual , fig. 4 , oscilou entre 82 % e 93 % , mostrando os anos de 1958 e 1965 com os menores valores e o ano de 1900 com o valor máximo , o que caracteriza , como dito anteriormente , a região como bastante úmida , e que gera um grande desconforto ambiental.

A elevada precipitação pluviométrica ( fig. 5 ) que foi registrada no período estudado tem como uma de suas conseqüências a massa de ar equatorial continental que ocorre na região , condicionando movimentos convectivos que são intensificados pela convergência dos alísios de nordeste e sudeste , fazendo com que Belém seja tradicionalmente reconhecida como sujeita a chuvas abundantes . Pode-se também concluir que a precipitação interanual em Belém , apresentou uma distribuição regular durante o período observado. A normalização da precipitação anual com relação ao desvio-padrão da série , apresentou variação de 2.68 a -1.86 , sendo que o valor de 2.68 esta associado ao ano de 1989 , considerado como o mais chuvoso , com 3752 mm e -1.86 ao ano de 1903 , como o menos chuvoso , com 2025 mm. Da série temporal , caracterizamos um movimento cíclico ao longo do período , mas com uma tendência de aumento.

A curva de insolação ( fig. 6 ) , demonstra uma intensa variabilidade interanual, com o menor valor no ano de 1949 , 1557 hs , e ao ano de 1936 , 2722 hs , como o de maior insolação , condicionando que , Belém fica submetida a um total de brilho solar , cerca de 35 a 60 % , do montante das horas que poderiam ocorrer na região. A insolação apresenta grande relação com os elementos hídricos , com destaque para a dependência em relação a nebulosidade , com a qual se relaciona inversamente.

Belém é uma cidade com grau de nebulosidade bastante elevada , em virtude do que já foi dito em parágrafos anteriores (fig. 7) , com variação média interanual de 7.5 a 4.4 décimos , nos anos de 1963 e 1903 , respectivamente. Observou-se também , que no início do século , eram comuns taxas inferiores a 6.3 décimos , e na fase posterior não tivemos valores inferiores a média.

A pressão atmosférica ( fig. 8 ) , acusou médias anuais de 1008.2 hPa para o ano de 1954 e de 1013.0 hPa para os anos de 1908 e 1912.

O estudo estatístico de todos os elementos , mostrou uma distribuição regular com uma tendência de um movimento cíclico durante o período estudado , com a precipitação e insolação apresentando a maior variabilidade.

## CONCLUSÃO

Belém, estando localizada em zona tropical, possui altos valores de temperaturas e umidade, caracterizando seu clima como quente e úmido, tendo um conteúdo bastante significativo de vapor de água atmosférico proveniente da convecção local e da advecção de ar úmido oriundo do Oceano Atlântico Sul Oeste, que possibilita a formação de nuvens e consequentemente, bastante precipitação o ano todo.

No estudo estatístico verificou-se que a precipitação e a insolação apresentaram a maior variabilidade.

As médias anuais normalizadas pelo desvio-padrão, apresentaram uma tendência de aumento, havendo no entanto, a intercalação de alguns períodos de declínio, observando-se ainda uma distribuição regular, com um movimento cíclico.

A temperatura do ar, insolação e pressão atmosférica, apresentaram relação direta entre si e relação inversa a umidade relativa, nebulosidade e precipitação pluviométrica.

O perfeito entendimento do comportamento das variações e possíveis mudanças climáticas, dos elementos do tempo, em Belém, poderão proporcionar grandes auxílio em estudos relacionados com a qualidade ambiental e consequentemente à qualidade de vida do ser humano.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia, na pessoa do Diretor do 2º Disme, Dr. Adrioso Raimundo dos Santos, pelo fornecimento dos dados utilizados no presente trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

- LOMBARDO, M. A. A ilha de calor nas metrópoles. O exemplo de São Paulo. SP. ed. Hucitec, 1985.
- NASRALLAH, H. A.; BRAZEL, A. J.; BALLING, R. C. Analysis of Kuwait city urban heat island. International journal of climatology, v. 10, 1990, p. 401-405
- STULPNAGEL, A.; HOBERT, M. and SUKOPP, H. The importance of vegetation for the urban climate. Urb. And Ecology, p. 175 - 193. 1990.

Fig. 1 - Temperatura média anual - Belém - Pá

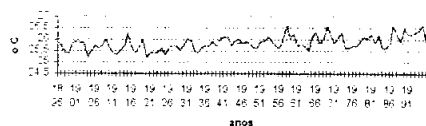


Fig. 2 - Temperatura máxima média anual - Belém - Pá

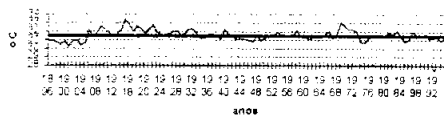


Fig. 3 - Temperatura mínima média anual - Belém - Pá

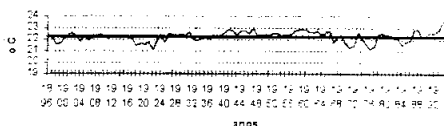


Fig. 4 - Umidade Relativa média anual - Belém - Pá

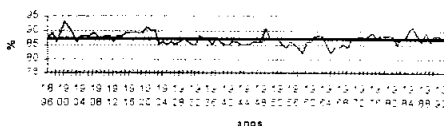


Fig. 5 - Total Pluviométrico anual - Belém - Pá

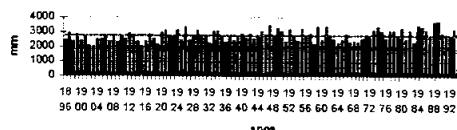


Fig. 6 - Total anual de Brilho Solar - Belém - Pá

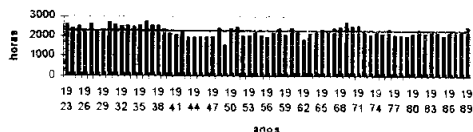


Fig. 7 - Nebulosidade média anual - Belém - Pá

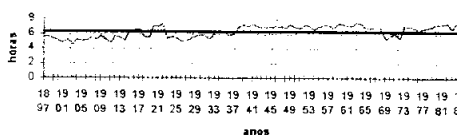


Fig. 8 - Pressão Atmosférica média anual - Belém - Pá

