

CRESCIMENTO URBANO E TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS EM CUIABÁ-MT: PERÍODO DE 1920-1992.

Gilda Tomasini Maitelli ¹

RESUMO

Foram analisadas as tendências climáticas da cidade de Cuiabá no período de 1920 a 1992 e associadas ao crescimento populacional. A população da cidade era de 33 678 hab. em 1920 e de 402.813 hab. em 1991. As temperaturas médias e mínimas médias mostraram tendências positivas, enquanto as temperaturas máximas médias mantiveram-se quase estáveis; a velocidade do vento aumentou, enquanto as taxas de umidade relativa tenderam a diminuir. No que se refere à quantidade de chuvas, observou-se o aumento de 1,4 mm. anuais.

Palavras chave: urbanização, clima urbano, variações térmicas.

RESUME

Nous avons étudié les tendances climatiques de la ville de Cuiabá pour une période allant de 1920 à 1992 en prenant en compte le paramètre de la croissance de la population. Le nombre d'habitants était de 33 678 en 1920 et de 402 813 en 1991. Les températures moyennes et moyennes minimales connaissent des tendances positives alors que les températures des moyennes maximales sont quasiment stables; la vitesse du vent augmente tandis que les taux d'humidité relative tendent à diminuer. Si on se réfère à la quantité des pluies observées l'augmentation est de 1.4 mm par an.

Mots Clés: urbanization, climat urbain, variations termiques.

¹ Profa. Dra. Adjunto I, Depto. de Geografia/ ICHS/ UFMT.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, considerável número de trabalhos têm sido realizados para detectar a tendência de aquecimento do ar à superfície das cidades e o comportamento de outras variáveis climatológicas, tais como umidade do ar, chuvas e ventos, visando estabelecer relações entre as condições da atmosfera local e o processo de urbanização. Dentre estes estudos destacam-se os desenvolvidos por JAUREGUI (1973); JOHNSON (1985); DUCHON (1986); ADEBAYO (1987); FENG ET AL (1988); MAITELLI (1994); MAITELLI (1996); CABRAL (1996), além de outros.

Aumentos significativos de temperatura são encontrados nos registros climáticos de numerosas cidades do mundo relacionados ao crescimento urbano medido pelo número de seus habitantes. Segundo LANDSBERG (1981) E OKE (1987), o aumento populacional constitui-se em parâmetro importante, uma vez que implica em intensas modificações da superfície urbana e na utilização de fontes que acrescem gases no ar como por exemplo, os veículos automotores e os processos industriais.

Em SANSIGOLO et al. (1992), foram analisadas as tendências das médias anuais de temperatura de nove cidades brasileiras, no período de 1910 a 1990, baseando-se em dados de estações climatológicas convencionais. Os resultados mostraram aumentos significativos para as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro e tendências quase nulas para outras de menor porte ou localizadas nas áreas litorâneas.

Estudos desenvolvidos por CHANGNON (1969) e SANTOS E SOUZA DE (1986) mostraram as tendências das chuvas sobre áreas urbanizadas; em MAITELLI AND WRIGHT (1996), foram estudadas as influências da vegetação e de superfícies líquidas no comportamento da direção e velocidade dos ventos em área urbana de Manaus.

Em MAITELLI (1994), encontram-se estudos das variações climatológicas médias mensais anuais de Cuiabá, analisadas separadamente nos período de 1920 a 1940; de 1941 a 1969 e de 1970 a 1992.

No presente trabalho, pretende-se avaliar as tendências climatológicas da referida cidade, no período de 1920 a 1992, de forma conjunta, referentes às médias anuais de temperatura, velocidade do vento, chuvas e umidade relativa do ar e relacioná-las ao crescimento urbano em igual período.

METODOLOGIA

Para a realização desses estudos foram utilizados dados coletados em Estação Climatológica Convencional, pertencente ao 9º Distrito de Meteorologia do INMET, e atualmente localizada nas proximidades do rio Cuiabá a uma distância de aproximadamente 2 km do centro da cidade.

A homogeneidade das séries históricas do período utilizado para os estudos, envolveu mudanças na localização da Estação Climatológica. No período de 1920 a 1940 os instrumentos meteorológicos estiveram expostos no pátio do Colégio São Gonçalo, centro da cidade, sobre uma área gramada e livre de obstáculos; de 1941 a 1966, a estação foi remanejada para um terraço cimentado e parcialmente gramado, situado pouco acima do telhado da referida escola. Após esta data, as observações foram realizadas em locais semelhantes à atual localização e em condições ambientais convencionais (BOMBLED, 1975 e MAITELLI, 1994).

As tendências das variáveis climatológicas foram obtidas através de regressões lineares simples entre as médias da temperatura, velocidade do vento, umidade relativa e chuva, e os respectivos anos de registro de 1920 até 1992.

A análise do crescimento urbano foi realizada utilizando dados estatísticos disponíveis e informações sobre a expansão da

área urbana e aspectos do uso do solo discutidos por AZEVEDO (1953 e 1957), SERRA (1987), SILVA (1990) e MAITELLI (1994).

O SÍTIO URBANO

O município de Cuiabá localiza-se entre as coordenadas de $15^{\circ}10'$ e $15^{\circ}50'$ de Latitude Sul e entre os meridianos de $54^{\circ}50'$ e $50^{\circ}10'$ de Longitude Oeste, porção centro-sul do Estado de Mato Grosso (Figura 01).

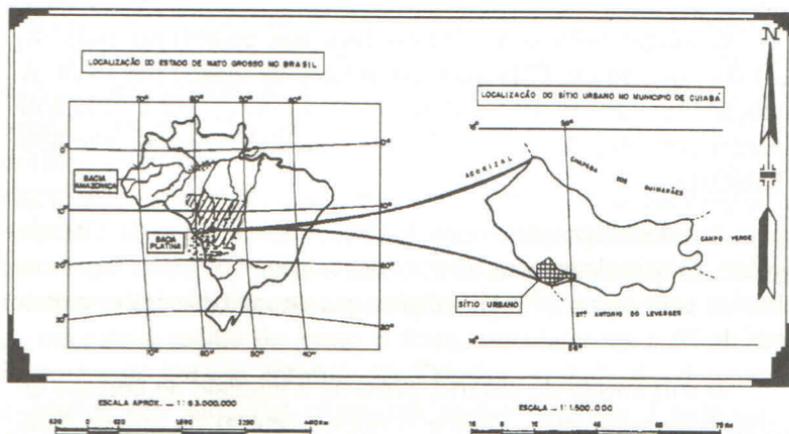


Figura 01 - Localização da área de estudo.

A cidade está situada à margem esquerda do rio Cuiabá, afluente do rio Paraguai, tem uma topografia suave, que varia entre 160 e 200 metros fazendo parte da Depressão Cuiabana, e nos seus terrenos, na direção sul, iniciam-se os primeiros declives do Pantanal mato-grossense. A área urbana é drenada pelo rio Cuiabá e seus afluentes, dos quais destacam-se o rio Coxipó e inúmeros córregos, tais como Prainha, Ribeirão da Ponte, Manoel Pinto, Moinho, Barbados, Gambá e São Gonçalo.

As áreas periféricas da cidade são dominadas pela vegetação de cerrado, com árvores de 4 metros de altura, caule e ramos retorcidos, suberosos, folhas ceriáceas, com copas que se tocam e cerradão, tipo vegetacional florestal de cerrado, com

árvores de 8 metros de altura e copas entrelaçadas. A mata ciliar acompanha os corpos d'água e tem árvores com 10 metros de altura. A mata semidecídua e a mata de encosta, com espécies arbóreas com estratos contínuos, ocorrem mescladas aos demais tipos de vegetação e nas áreas de relevo mais ondulado (GUARIM, 1990).

Assim, a vegetação nativa da região, com espécies remanescentes do cerrado, forma um verdadeiro cinturão verde em torno da área urbanizada de Cuiabá.

O núcleo urbano de Cuiabá teve sua origem no ciclo do ouro e foi fundado em 1719 recebendo foros de cidade em 1818. A população era de 35.987 habitantes em 1872; tinha 100.860 habitantes em 1970 e conta atualmente com aproximadamente 450 mil habitantes.

A cidade apresenta uma malha viária antiga de traçado irregular, principalmente no centro da cidade, com ruas estreitas alternadas com avenidas mais amplas que se multiplicaram após a década de 70.

O surgimento do casario, próximo e paralelo ao córrego da Prainha, hoje canalizado, definiu o núcleo central da cidade onde localizam-se o comércio varejista, os bancos e a grande parte das repartições públicas.

Atualmente, algumas ruas do centro foram fechadas para o tráfego de automóveis e constituem os calçadões cimentados, com grande circulação de pessoas e comércio de ambulantes, enquanto novos conjuntos habitacionais são implantados freqüentemente em áreas vazias, previamente desmatadas, principalmente nas direções norte e nordeste da cidade e, em geral, nos arredores do distrito comercial, predominam os prédios baixos com lotes médios e presença de árvores nos quintais, incluindo espécies frutíferas, características típicas das habitações cuiabanas mais tradicionais.

Nos loteamentos recentes, principalmente onde predominam os bairros com casas populares, ocorrem as menores densidades de áreas vegetadas. É provável que este fato esteja relacionado ao

pequeno tamanho dos lotes e aos aspectos culturais diferenciados dos habitantes, uma vez que, em geral, são oriundos de outras regiões do país.

O CLIMA DA CIDADE

As características climáticas de Cuiabá são típicas de regime tropical continental, tipo Aw na classificação de Köppen. Utilizando dados climatológicos do período de 1970-1992, referentes a valores médios mensais horários, pode-se dizer que a distribuição anual das chuvas evidencia a existência de duas estações bem definidas: uma estação seca (outono-inverno) e uma estação chuvosa (primavera-verão), e as variações das temperaturas médias anuais são pequenas durante os meses do ano, sendo que as maiores quedas térmicas registradas ocorreram nos meses de inverno e são resultantes de invasões de ar polar na região. A maior amplitude térmica ocorre nos meses de junho, julho e agosto e as menores taxas de umidade relativa média são observadas no mês de julho, no período da tarde. A velocidade média do vento é fraca, notadamente nos meses de inverno e no horário noturno. As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 mostram exemplos das variações climáticas médias mensais e horárias de Cuiabá no período de 1970-1992.

Tabela 1 - Totais médios de chuvas caídas (mm.), em Cuiabá, no período de 1970-1992

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Totais	223	204	197	140	61	20	14	18	74	108	176	193

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET.

Tabela 2 - Médias mensais horárias de temperatura do ar (°C), observadas em Cuiabá, no período de 1970-1992

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8:00h.	25.9	25.5	25.5	24.9	23.0	20.8	19.8	21.7	24.0	26.4	26.6	26.3
14:00h.	30.5	30.6	30.8	30.9	30.1	29.6	30.1	31.9	32.0	32.3	31.2	30.6
20:00h.	25.9	25.7	25.7	25.3	24.1	22.9	22.8	25.0	26.3	26.8	26.3	26.0

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET.

Tabela 3 - Médias mensais de temperaturas médias máximas e mínimas com as respectivas amplitudes térmicas (°C), observadas em Cuiabá, período de 1970-1992

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T.max.	32.4	32.5	32.7	32.5	31.5	30.9	31.6	33.5	33.6	34.2	33.2	32.6
T.mín.	23.3	23.1	23.0	22.3	20.2	18.0	16.5	18.3	20.9	22.7	23.2	23.4
A.T.	9.1	9.4	9.7	10.2	11.3	12.9	15.1	15.2	12.7	11.5	10.0	9.2

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET.

Tabela 4 - Médias mensais horárias de umidade relativa do ar (%), observadas em Cuiabá, período de 1970-1992

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8:00h.	85	87	87	87	87	87	82	76	75	75	78	83
14:00h.	67	66	65	62	58	53	44	41	48	54	61	66
20:00h.	87	88	89	87	85	83	73	66	69	76	82	86

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET.

Tabela 5 - Médias mensais horárias da velocidade do vento (m/s), observadas em Cuiabá, período de 1970-1992.

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8:00h.	1.9	1.0	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.7	2.2	2.0	2.1
14:00h.	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2	2.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5
20:00h.	1.3	1.2	1.0	1.1	1.0	0.9	1.1	1.3	1.5	1.4	1.2	1.3

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET.

Analisando as médias anuais dos dados referentes ao período de 1920 a 1992, a média térmica da cidade é de 26.6°C, sendo a média das máximas de 32.7°C e a média das mínimas de 20.8°C; a umidade relativa tem taxas médias de 72%, a velocidade média do vento é de 1.6m/s e os totais médios de chuvas são de 1 362,4 mm. No mesmo período a temperatura mais alta registrada foi de 42.1°C no ano de 1949 e a menor temperatura observada foi de 1.2°C em 1933; o menor total de chuvas foi de 950.6 mm. em 1936 e o maior total anual de chuvas ocorreu 1989, com 1790.5 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando o crescimento da população de Cuiabá com o comportamento das temperaturas referentes ao período de 1920 a 1990, parece haver uma influência positiva da urbanização, isto é, provocou aumento dos valores absolutos das temperaturas médias e mínimas médias anuais, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Médias anuais de temperatura do ar (°C), registradas em sete anos do período de 1920-1990, em Cuiabá-MT

TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS							
ANOS	1920	1940	1950	1960	1970	1980	1990
TAR.	24.9	27.0	27.3	26.9	27.3	26.8	26.8
T.MÁX.	31.7	33.6	32.9	32.3	33.3	32.6	32.5
T.MÍN.	20.2	20.8	20.7	21.1	20.3	21.5	22.0

Fonte: Dados do 9º Distrito de Meteorologia - INMET; Bombléd (1975).

Tabela 7 - Crescimento da população de Cuiabá-MT, no período de 1920 a 1991

POPULAÇÃO ABSOLUTA							
ANOS	1920	1940	1950	1960	1970	1980	1991
HAB.	33.670	54.394	56.204	56.828	100.860	212.964	402.813

Fonte: IBGE, Anuário Estatístico do Brasil 1997.

Censos Demográficos de 1940,1950,1960,1970,1980 (Silva,1990).

No período de 1920 a 1940 o crescimento populacional teve uma variação relativa de 61.5% com um acréscimo de 20.716 hab. Este fato mostra que, embora seja pouco provável que tenham ocorrido grandes alterações no uso do solo e na implementação do processo urbano, as atividades urbanas parecem ter exercido influência na elevação da temperatura do ar da cidade.

A partir de 1960 o crescimento populacional em Cuiabá teve um ritmo acelerado, com elevadas variações relativas, acima de 77%, quase dobrando o seu número de habitantes a cada 10 anos, e no período de 1970-1991, o crescimento populacional definiu a

cidade como sendo de porte médio, com uma população de 433.355 habitantes em 1996.

Segundo OKE (1987), a influência da urbanização no clima local está relacionada também à densidade da população, à concentração de áreas construídas, à geometria dos prédios, à presença de vegetação, além do número de habitantes.

Analisando as tendências das temperaturas médias e temperaturas mínimas médias, observou-se um acréscimo, com valores de $0.021^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ e $0.022^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ respectivamente, enquanto as temperaturas máximas médias mostraram tendência quase nula (Fig. 2, 3 e 4).

Na cidade de Cuiabá o crescimento populacional foi significativo a partir de 1970, quando houve gradativa expansão da área urbana. Entretanto, somente após 1985, é que foram incrementadas as construções de edifícios, com aumentos da densidade dos prédios, mas a vegetação de quintal, praças e arredores da cidade foi mantida, o que, provavelmente, contribuiu para que as temperaturas máximas médias não tenham aumentado. Além disso, no período da tarde quando as máximas ocorrem, é maior a velocidade do vento, o que propicia melhores condições de mistura de ar (Tabela 5).

As variações de temperatura observadas no período de 1940-1970, com aumento significativo nos valores absolutos das temperaturas médias e mínimas médias e queda nos valores das máximas médias, provavelmente foram ocasionadas também pelas mudanças de local onde foram realizadas as medidas, além das influências do uso do solo urbano, conforme registros encontrados em BOMBLED (1975) e discutidos por MAITELLI (1994).

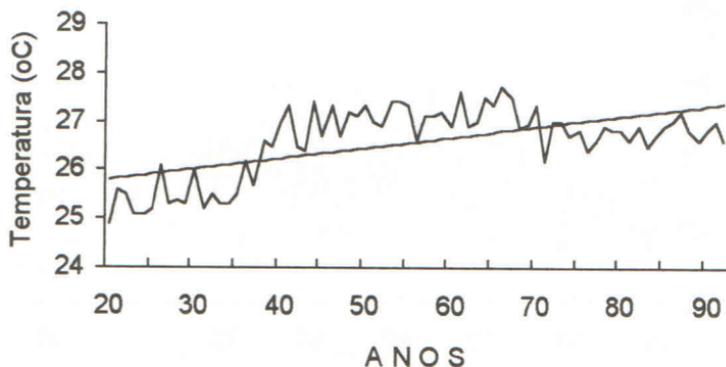


Figura 2 - Variações de temperatura média anual e respectiva linha de regressão em Cuiabá, período de 1920-1992.

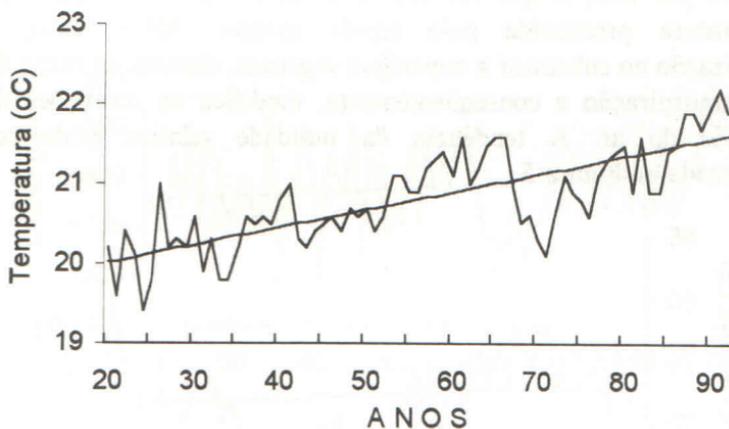


Figura 3 - Variações das temperaturas mínimas médias e respectiva linha de regressão, em Cuiabá, período de 1920-1992.

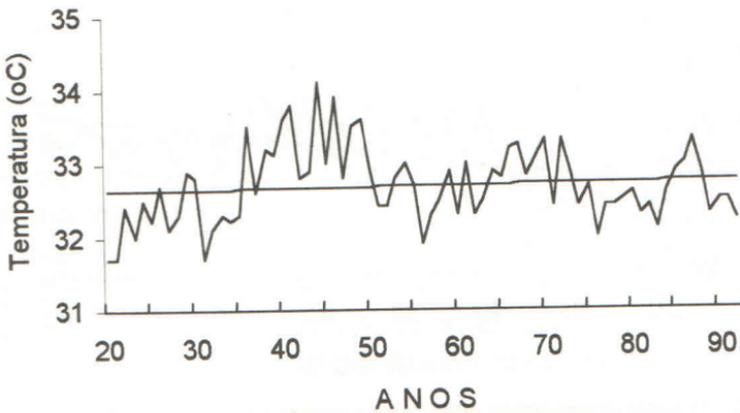


Figura 4 - Variações das temperaturas máximas médias e respectiva linha de regressão, em Cuiabá, período de 1920-1992.

O comportamento da umidade relativa do ar na cidade mostrou tendência negativa, isto é, de diminuição, com valor de 0.026% por ano, o que demonstra a influência da elevação da temperatura promovida pelo tecido urbano. Além disso, a urbanização ao substituir a superfície vegetada, diminui as taxas de evapotranspiração e conseqüentemente, modifica as condições de umidade do ar. A tendência da umidade relativa pode ser visualizada na Figura 5.

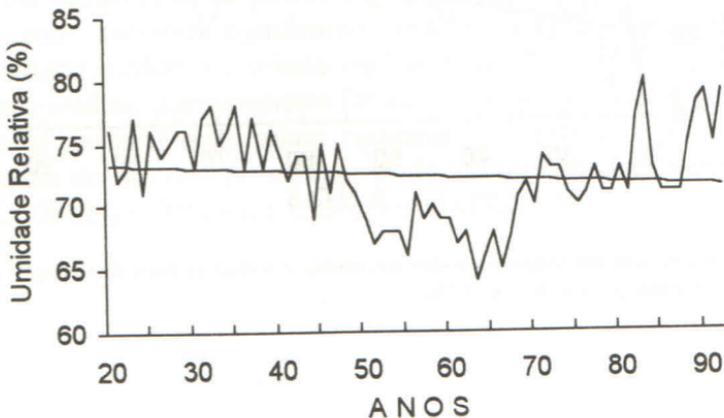


Figura 5 - Variações da umidade relativa média e respectiva linha de regressão, para Cuiabá, período de 1920-1992.

Estudos realizados por CHANGNON (1969) sobre a influência da urbanização na pluviosidade de cidades dos Estados Unidos revelaram que estas podem contribuir tanto para o aumento da quantidade de chuvas bem como para a sua distribuição espacial dentro da área urbana e seus arredores. Este fato, provavelmente, está relacionado ao acréscimo de materiais que funcionem como núcleos higroscópicos disponíveis para a condensação do vapor, principalmente se existirem áreas de atividades industriais no local e proximidades.

A análise das tendências da pluviosidade em Cuiabá mostrou-se positiva com valores de 1,47 mm/ano. Os estudos sobre as variações das chuvas de uma localidade são mais complexos do que análises de outras variáveis climatológicas, mas os resultados obtidos neste trabalho sugerem que as atividades urbanas estejam relacionadas ao comportamento das chuvas em Cuiabá. A curva de regressão da pluviosidade em Cuiabá está mostrada na Figura 6.

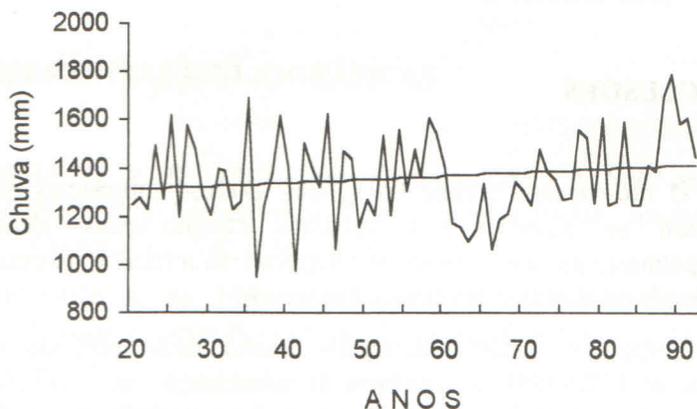


Figura 6 - Variações da pluviosidade total média e respectiva linha de regressão, em Cuiabá, período de 1920-1992.

A altitude e as características do relevo exercem influência na ventilação de uma cidade. Além disso, a geometria urbana, através de seus prédios de diferentes alturas e formas, a presença de superfícies líquidas e áreas vegetadas influenciam na direção e na velocidade do vento. Na cidade de Cuiabá, circundada por Chapadões, parece que a forma urbana e o uso do solo exercem

efeitos positivos na ventilação, com tendência de aumento de 0.006m/s ao ano, na velocidade do vento local, conforme pode ser visualizado na Figura 7.

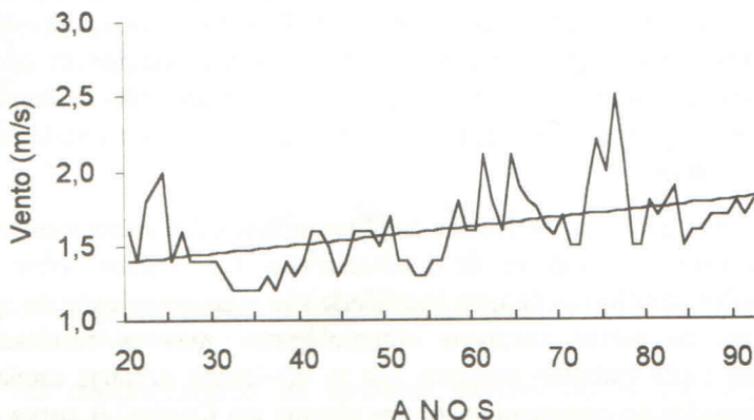


Figura 7 - Variações da velocidade média do vento e respectiva linha de regressão, em Cuiabá, período de 1920-1992.

CONCLUSÕES

O crescimento urbano de Cuiabá exerceu influências que tenderam ao aumento nas variáveis climatológicas locais, principalmente no que se refere às temperaturas médias e mínimas, quantidade de chuvas e velocidade dos ventos.

Embora o maior crescimento urbano tenha ocorrido no período de 1970-1991, a influência da urbanização nas condições térmicas da cidade foi observada em todo o período analisado. Entretanto, a tendência de acréscimo nas temperaturas mínimas médias foram as mais significativas no período de 1970-1992, sendo estas confirmadas nas tendências das observações realizadas no horário das 20:00 horas (MAITELLI 1994). Este fato mostra que o uso do solo urbano modifica as condições térmicas locais, uma vez que o tecido urbano, armazenando energia durante o dia com sua liberação durante a noite, provocou uma elevação das temperaturas mínimas que, em geral, ocorrem no período noturno.

Sendo o clima uma das mais importantes variáveis no ajustamento do homem ao meio ambiente, torna-se necessário conhecer as variações climáticas locais e regionais para orientar o planejamento urbano e a seleção de locais mais adequados para a construção de prédios, escolha de materiais a serem utilizados, orientação geográfica, além de outros.

Dessa forma, sendo Cuiabá uma cidade com características de clima tropical continental, com temperaturas elevadas e baixas taxas de umidade relativa, notadamente na estação seca, deve seguir um planejamento adequado a estas condições, visando garantir maior conforto e minimizar o consumo de energia para refrigeração dos ambientes. Além disso, a população deve ser orientada sobre a importância da manutenção da vegetação nos quintais residenciais, nas praças e avenidas e sobre os problemas que a cimentação excessiva pode causar aquecendo o ambiente e gerando desconforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEBAYO, Y. R., 1987. Short Communication : A Note on the Effect of Urbanization on Temperature in Ibadan. *Journal of Climatology*, Vol.7, pp. 185-192.
- AZEVEDO, A. de, 1953. Cuiabá, Capital do Estado de Mato Grosso. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, nº 15, pp. 69-79.
- _____. 1957. Cuiabá, Estudo de Geografia Urbana. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*. São Paulo, pp. 15-65.
- BRANDÃO, A.M.P.M., 1987. Tendências e Oscilações Climáticas na Área Metropolitana do Rio de Janeiro. *Dissertação de Mestrado*, Depto. de Geografia, FFLCHS, USP, São Paulo.
- BOMBLED, J., 1975. *Meio Século de Meteorologia*. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.

- CABRAL, E., 1997. Análise das Alterações Climáticas da Cidade de São Paulo (1887-1995) no Contexto da Expansão de sua Mancha Urbana. *Dissertação de Mestrado*, Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- DUCHON, C. E., 1986. Temperature Trends at San Juan, Puerto Rico. *American Meteorological Society*, Vol. 67, nº 11, pp. 1370-1377.
- FENG, J.Z. AND PETZOLD, D.E., 1988. Temperature Trends Through Urbanization in Metropolitan Washington, D.C., 1945-1979. *Meteorology Atmospheric Physics*, 38, pp. 195-201.
- GRIMMOND, C.S.B.; CLEUGH, H.A. and OKE, T.R., 1991. An Objective Urban Heat Storage Model and Its Comparison with Other Schemes. *Atmospheric Environment*, Vol. 25 B, n. 3, pp. 311-326.
- GUARIM, G.N., 1990. Diagnóstico Florístico e Faunístico da cidade de Cuiabá. *Relatório de Pesquisa*, Convênio Universidade Federal de Mato Grosso/Prefeitura Municipal de Cuiabá.
- IBGE, 1997. *Contagem da População*, 1996. Volume 1, Rio de Janeiro.
- JAUREGUI, E., 1973. The Urban Climate of Mexico City. *Erdkunde*, Band. XXVIII, Helft 4, pp. 298-307.
- JOHNSON, D.B., 1985. Urban Modification of Diurnal Temperature in Birmingham, U.K. *Journal of Climatology*, Vol. 5, pp. 221-225.
- LANDSBERG, H.E., 1981. *The Urban Climate*. Academic Press, New York.
- MAITELLI, G.T., 1994. Um Estudo Tridimensional de Clima Urbano em Área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá-MT. *Tese de Doutorado*, Depto. de Geografia, FFLCH, USP, São Paulo.

- MAITELLI, G. T. AND WRIGHT, I., 1996. The Climate of a riverside City in the Amazon Basin: urban-rural differences in temperature and humidity, in *Amazonian Deforestation and Climate*. Edited by J.H.Gassh, C.A.Nobre, J.M.Roberts and R.L.Victoria, Wiley, Institute of Hydrology, UK, pp. 193-206.
- OKE, T.R., KALANDA, B.D. and STEYN, D.G., 1981. Parameterisation of Heat Storage in Urban Areas. *Urban Ecology*, V. 5, pp. 45-54.
- OKE, T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. Routledge, London and New York, Second Edition.
- SANSIGOLO, C.A.; RODRIGUES, R.C.M. E ETCHICHURY, P.C., 1992. Tendências nas Temperaturas Médias do Brasil. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo, Vol. I, pp. 367-369.
- SERRA, G., 1987. *O Espaço Natural e a Forma Urbana*. Nobel, São Paulo, pp. 181-211.
- SILVA, J.A. da, 1990. População de Cuiabá-Análise da Dinâmica Demográfica. *Relatório Final de Pesquisa, Plano Diretor de Cuiabá*, Convênio FUFMT/Prefeitura Municipal.