



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ANÁLISE MACROCLIMÁTICA EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO EM REGIÃO DE CLIMA TROPICAL CONTINENTAL

Armindo de Arruda Campos Neto¹; Carolina de Rezende Maciel²;
Flávia Maria de Moura Santos³; Angela Santana de Oliveira⁴; Luciane Cleonice Durante⁵;
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira⁶

RESUMO

A climatologia urbana atualmente constitui-se como um dos focos de estudos mais divulgados em todo o mundo. Isso porque o questionamento sobre a influência das ações do homem sobre o clima tem se intensificado, principalmente pelos indícios de modificações climáticas como a intensificação do efeito estufa, ilhas de calor e o aquecimento global. O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise macroclimática entre duas estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) com a finalidade de entender a influência da cidade no clima urbano e verificar indícios de ilha de calor para a cidade de Cuiabá-MT. A metodologia utilizada foi desenvolvida por meio de um estudo macroclimático com os dados das estações meteorológicas das cidades de Cuiabá e de Santo Antônio no estado de Mato Grosso, caracterizando uma área urbana e rural, respectivamente. Essa análise apresentou indícios da presença de ilha de calor, com as temperaturas mínimas superiores na área urbana, comprovada pela diferença significativa no comportamento térmico, utilizando estatística de análise de variância com dados pareados.

Palavras-chave: Ilha de calor, temperatura, umidade.

ANALYSIS MACROCLIMATICA A FUNCTION OF OCCUPATION OF LAND IN AREA OF CLIMATE TROPICAL CONTINENTAL

ABSTRACT

The urban climate is currently as a study of outbreaks of more widespread throughout the world. This is because the question on the influence of human actions on climate has intensified, especially the evidence of climatic change and the intensification of the greenhouse effect, heat islands and global warming. The aim of this study is to perform an analysis between two stations macroclimática INMET (National Institute of Weather) in order to understand the influence of climate in the city and see signs of urban heat island for the city of Cuiabá-MT. The methodology was developed through a study macroclimático with data from meteorological stations in the cities of Cuiabá and Santo Antônio in Mato Grosso, characterizing an urban area and rural, respectively. This analysis showed evidence of the presence of heat island, with minimum temperatures higher in the urban area, as evidenced by the significant difference in thermal behavior, using statistical analysis of variance with paired data.

Keywords: Urban climate, temperature, humidity.

Trabalho recebido em 10/07/2009 e aceito para publicação em 26/11/2009.

¹ Mestre em Física e Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Av. Fernando Correa da Costa, s/n°, Cuiabá-MT, Professor do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Cuiabá. e-mail: armindoarruda@uol.com.br;

² Mestranda em Física Ambiental, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, UFMT, E-mail: carolmaciel_arq@yahoo.com.br;

³ Doutoranda em Física Ambiental, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, UFMT, E-mail: flavia_mms@hotmail.com;

⁴ Doutoranda em Física Ambiental, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, UFMT E-mail: angela_cefetmt@yahoo.com.br;

⁵ Doutoranda em Física Ambiental, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, Professora pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, UFMT, e-mail: luciane.durante@hotmail.com;

⁶ Professora Associada II pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, UFMT, Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Arquitetura Ambiental, Credenciada ao Programa de Pós-graduação em Física Ambiental nível de mestrado e doutorado, UFMT, e-mail: mcjan@ufmt.br.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas evidenciados nas grandes cidades são as ações rigorosas do clima, que por ser um sistema complexo, envolve grande número de variáveis, as quais muitas vezes não obedecem ao pensamento cartesiano, dificultando as previsões da ação do clima sobre os habitantes das cidades, ocorrendo grandes enchentes, ondas de calor ou de frio, sem que a população esteja preparada.

Para Araújo & Assis (2004), o grande desafio das grandes cidades é o crescimento e desenvolvimento urbano que proporcione geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes. As grandes cidades procuram, atualmente, investir em uma condição ambiental adequada aos seus habitantes, isso porque está acontecendo o chamado “êxodo urbano”, com o deslocamento da população urbana para cidades menores, fugindo da violência e dos rigores climáticos dos grandes centros urbanos.

O equilíbrio entre o crescimento econômico e a proteção ambiental é um desafio para todas as grandes cidades do mundo, e estas cada vez mais estão investindo para evitar que a população se desloque para cidades menores com condições mais salubres de vida. Este fator é bem notório na cidade de Cuiabá, que

apesar de ser a capital do estado de Mato Grosso, constituindo-se em um dos pólos mais importantes do agro negócio do Brasil, muitos imigrantes não se adaptam ao rigor térmico da cidade e passam a deslocar-se para as cidades do interior ou retornam ao seu lugar de origem.

A vida nas cidades é intrinsecamente movida pelo clima urbano. O regime das chuvas, a radiação solar direta e difusa, a movimentação e a umidade relativa do ar, são fatores que podem interferir no cotidiano das cidades. Portanto, a conformação urbana é moldada pela ação do homem e esta passa a interferir na qualidade de vida, quando gera um ambiente insalubre e sem condições para que o homem desenvolva suas atividades sem agravos á sua saúde.

O crescimento horizontal das cidades é evidenciado com o surgimento de grandes assentamentos irregulares, gerando sérias modificações na conformação urbana como a eliminação das áreas verdes de espécies nativas, que compunham o entorno da cidade e introduzindo novos materiais como o concreto, pavimentos flexíveis, vidro e outros. Esses materiais terão um saldo de radiação solar acumulado superior aos de áreas verdes. Esse fato resulta em temperaturas superiores nas áreas de grande densidade construídas em relação às áreas verdes,

evidenciado, principalmente no período noturno, sem a presença da radiação de onda curta, e com pouca estratificação do ar.

Além da expansão horizontal promovida pelos bairros, muitas vezes irregulares, outro problema evidenciado nas grandes cidades é a verticalização das regiões centrais. Essa verticalização impede a dissipação do calor acumulado nos pavimentos, além de influenciar na ventilação da região.

Muitos projetos de urbanização das cidades não estão fundamentados na climatologia da cidade, sem qualquer estudo relacionado com a importância das áreas verdes e superfícies de água, e principalmente sem levar em conta o clima local.

Fontes & Mattos (1997) afirmam que geralmente a expansão urbana irregular é evidenciada em áreas sensíveis à ocupação urbana e, para que se faça um planejamento adequado nessas regiões, são necessárias primeiramente pesquisas climatológicas, que além de constituírem importantes fontes de grandes informações para um planejamento urbano, evitam fracassos funcionais, estruturais e contribuem para a racionalização de energia.

Um dos erros mais comuns é se pensar um conforto térmico e

racionalização energética, enfocando apenas o interior das edificações sem estudar o seu entorno. Pietrobon (1999) afirma que o edifício é um produto humano que exerce e também recebe influência das adjacências, ele não é apenas uma construção em si.

Para Oke (2004), o estudo do tempo e do clima urbano possui uma perspectiva sem igual. Segundo o autor, existe atualmente um grande interesse nas modificações do clima urbano causado pelo homem, principalmente em regiões que apresentam rigores climáticos.

Regiões como a Depressão Cuiabana deveriam ser objeto de estudos freqüente, no que se diz respeito a climatologia urbana, visto que essa região possui uma grande deficiência de ventilação por possuir em seu entorno regiões mais elevadas como serras e chapadas.

A cidade de Cuiabá possui um rigor climático, do tipo tropical semi-úmido (classificação AW de Köppen), sendo a principal característica desse regime térmico a presença constante de temperaturas elevadas, registrando média anual em torno de 25o a 32oC e mínimas de 25oC, com duas estações bem definidas: uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão). O índice pluviométrico anual varia de 1250 a 1500mm (MAITELLI, 1994).

Estudos bioclimáticos inseridos em regiões com grandes problemas ambientais são de grande importância para qualquer planejamento urbano, pois podem servir de parâmetros para as mais variadas regiões, onde são encontrados os mais diversos tipos de microclima.

Massa (1999) afirma que os benefícios das estratégias bioclimáticas podem atingir todas as situações encontradas no clima das cidades. No inverno estão relacionados com a maximização da insolação, ao acesso da radiação solar nos espaços públicos, a proteção dos pedestres contra os ventos frios e a minimização do consumo de energia através dos aquecedores. Em períodos de verão os benefícios estão relacionados com a maximização da ventilação natural na escala urbana e das edificações, a proteção da radiação solar nos espaços públicos abertos e nas edificações, o resfriamento através da evaporação na escala urbana, e a minimização do consumo de energia no condicionamento do ar.

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma análise macroclimática entre duas estações meteorológicas com a finalidade de entender a influência da cidade no clima urbano e verificar indícios de ilha de calor para a cidade de Cuiabá-MT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização do clima urbano e detecção da presença de ilha de calor desenvolveu-se um estudo comparativo de dados climáticos das seguintes estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia):

a) Estação Convencional 83361 - Cuiabá, de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia com lat. 15° 33' S e long. 56° 07' W, tendo ainda uma altitude de 151,34m. Classificada como Climatológica Principal.

b) Estação Convencional 83364 Padre Remetter – Santo Antônio, de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia com lat. 15° 47' S e long. 56° 04' W, tendo ainda uma altitude de 140m. Classificada também como Climatológica Principal.

Qualquer análise inicial para o estudo de um clima urbano requer observações tanto da topografia do sítio como dos modelos de morfologia urbana do grande número de combinações que pode existir. Acima de tudo, a ordem de grandeza entre o porte do sítio e o porte da cidade deve ser considerada (MASCARÓ, 1996).

Para Pezzuto et al. (2003) a acelerada urbanização nos grandes centros pode provocar sérios danos ao meio ambiente. Em relação à qualidade climatológica, a

autora afirma que existem diferenças significativas entre dados climáticos do ambiente urbano comparado com o rural, demonstrando que o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana.

A escolha das duas estações do INMET ocorreu devido ao fato de que a estação de Cuiabá de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia está localizada no aglomerado urbano formado entre as cidades de Várzea Grande e Cuiabá, distante apenas 4 km do centro da cidade de Cuiabá. Já a estação Padre Remetter encontra-se localizada na fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em uma área suburbana da cidade de Santo Antônio do Leverger – MT, distante aproximadamente 27 km da cidade de Cuiabá (Figura 1). Essa comparação entre o comportamento térmico entre uma área urbana e rural permite a identificação de indícios de ilha de calor na cidade.

A estação de Cuiabá caracteriza-se como o clima urbano e a estação de Santo Antônio representa o clima rural, dois elementos utilizados para avaliar a existência da ilha de calor, sem contudo, abordar a conformação ou extensão da ilha de calor na área de estudo.

As duas estações meteorológicas além de caracterizarem os climas urbano e

rural, não possuem expressiva diferença de altitude. Outro fator importante na escolha das estações é o fato de que se trata de duas estações de mesma categoria (Climatológica Principal).

2.1. A Análise Macroclimática

Para a análise macroclimática optou-se pela análise térmica de dois pontos: um caracterizado como área urbana (INMET de Cuiabá) e outro como área rural (INMET da cidade de Santo Antônio).

A avaliação térmica baseou-se na análise das temperaturas máximas, mínimas e médias das estações entre o ano de 2005 e 2006 nos meses de julho de 2005 a junho de 2006, já que foi a única seqüência registrada por completo na estação de Cuiabá.

Analisou-se as variáveis climáticas dos meses estudados como a média mensal da temperatura máxima e mínima; a diferença térmica mensais das temperaturas máximas e mínimas; a média mensal de umidade relativa e média mensal de precipitação. Com os dados de temperaturas foi realizado um teste T pareado utilizando o software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences – pacote estatístico para as ciências sociais) para verificar as proximidades do comportamento térmico das duas estações meteorológicas.



Figura 1. Vista das estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio do Leverger.
Fonte: Google Earth 2006

A partir dessa comparação pôde-se constatar a existência de indícios de ilha de calor na cidade de Cuiabá.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a constatação da ilha de calor nas cidades a análise da escala pode ser macroclimática, comparando uma área urbana com uma área rural, observando, contudo, sua localização e aspectos que podem influenciar no macroclima como é o caso da altitude dos pontos estudados.

3.1. Indícios da ilha de calor na cidade de Cuiabá

Por meio dos dados meteorológicos já corrigidos em relação à altitude das estações convencionais de Cuiabá e de Santo Antônio, classificadas como

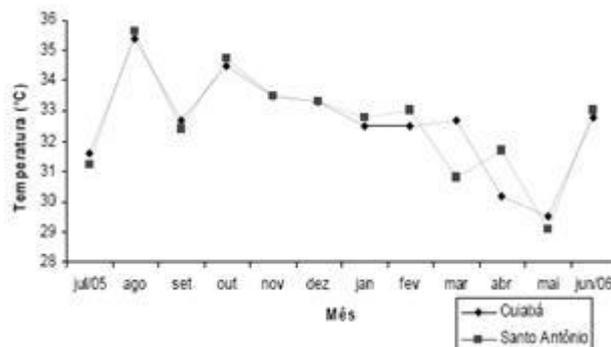
Climatológica Principal, passa-se então para a análise da influência da cidade sobre o clima urbano através da comparação entre as temperaturas médias das duas áreas através de um estudo estatístico, feito pela análise de variância com dados pareados.

3.1.1. Temperaturas Máximas nas Estações Meteorológicas

Com os dados obtidos nas estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio, foi elaborada a Tabela 1 onde se encontram as temperaturas máximas para cada mês analisado com as respectivas amplitudes térmicas. Com as médias das temperaturas máximas para os meses analisados chegou-se a um gráfico comparativo das duas estações climatológicas (Figura 2).

Tabela 1. Temperatura máxima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Máxima Mensal Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto. Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	31,6	31,2	0,4
ago/05	35,4	35,6	0,2
set/05	32,7	32,4	0,3
out/05	34,5	34,7	0,2
nov/05	33,5	33,5	0
dez/05	33,3	33,3	0
jan/06	32,5	32,8	0,3
fev/06	32,5	33	0,5
mar/06	32,7	30,8	1,9
abr/06	30,2	31,7	1,5
mai/06	29,5	29,1	0,4
jun/06	32,8	33	0,2
Maior Mx	35,4/agosto	35,6/ago	0,2
Menor Mx	29,5/maio	29,1/maio	0,4
		Maior amplitude	1,9/março
		Menor amplitude	0/nov.dez

**Figura 2.** Temperaturas Máximas Mensais para Cuiabá e Santo Antônio.

A estação de Santo Antônio apresentou 6 meses com temperaturas superiores as encontradas na estação de Cuiabá que obteve apenas 4 meses de temperaturas máximas mais elevadas (Figura 2), podendo constatar as proposições de Mascaró (1996) que atribui as maiores temperaturas máximas encontradas em regiões rurais devido ao céu limpo, diferentemente da situação de poluição encontrada nos grandes centros urbanos, impedindo a passagem da radiação direta do sol. Entretanto, observa-se que as amplitudes térmicas não foram significantes.

A maior diferença térmica encontrada no período estudado foi de 1,9°C caracterizado como sendo um acréscimo da temperatura máxima mensal

na estação de Cuiabá no mês de março em relação a estação de Santo Antônio.

Os meses de novembro e dezembro, caracterizados como estação úmida na região, não apresentou diferença térmica em relação a temperatura máxima mensal, mostrando um comportamento semelhante para as duas estações meteorológicas, podendo ser atribuído a algumas características como a proximidade nas altitudes, confirmando a escolha das duas estações para a análise do índice de ilha de calor na cidade de Cuiabá.

O comportamento similar das estações de Cuiabá e Santo Antônio em relação à temperatura máxima mensal pode ser constatado através do teste T pareado.

Com um nível de significância de 5% encontrou-se, conforme a Tabela 2, um valor de $t = 0,037$, correspondendo a uma probabilidade de 0,97, ou seja, rejeita-se a hipótese inicial de que não existe diferenças significativas entre as temperaturas máximas mensais, já que essa hipótese tem 97,1% de probabilidade de não ser confirmada. A maior frequência de temperaturas para a estação de Cuiabá ocorreu entre as temperaturas de 32 a 33°C com uma média de 32,6°C e um desvio padrão de 1,62°C no período estudado, conforme a curva normal da figura 17 abaixo. Observa-se ainda uma simetria em torno da média de 32,6°C com pouco espalhamento mostrando um comportamento equilibrado em torno da média (Figura 3). A média das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio foi de 32,59°C e um desvio padrão de 1,74°C (Figura 4).

As temperaturas máximas para a estação de Santo Antônio foram mais frequentes no intervalo de 33 a 34°C superior a encontrada para a estação de Cuiabá, confirmando a hipótese das maiores temperaturas máximas nas regiões rurais. A distribuição das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio apresentou também um comportamento de equilíbrio em relação a média de 32,59°C sem grandes dispersões durante o período estudado.

Em geral as temperaturas máximas mensais apresentaram um comportamento de grande similaridade entre as duas estações meteorológicas, observando um equilíbrio em relação as médias e indicando ainda uma frequência de temperaturas máximas maiores para a estação de Santo Antônio com uma média superior a estação de Cuiabá, podendo ser atribuído a maior nitidez do céu na área de Santo Antônio, região de característica rural.

3.1.2. Temperaturas Mínimas nas Estações Meteorológicas

Com os dados das estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio foram selecionadas as médias das temperaturas mínimas de cada mês do período analisado e suas amplitudes térmicas (Tabela 3).

Na Figura 5 observa-se que as médias das temperaturas mínimas de cada mês analisado apresentam um comportamento crescente nos meses de outubro (final da estação seca) ao mês de março (estação úmida) onde a região apresenta maiores temperaturas. Pelo gráfico observa-se que as médias das temperaturas mínimas de cada mês foram todas maiores na estação de Cuiabá caracterizada como uma área urbana.

Tabela 2. Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas máximas

Teste de Amostras Emparelhadas								
	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade	P
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença				
				Inferior	Superior			
Pair 1 Cuiabá – St.Ant.	,00833	,78214	,22578	-,48861	,50528	,037	11	,971

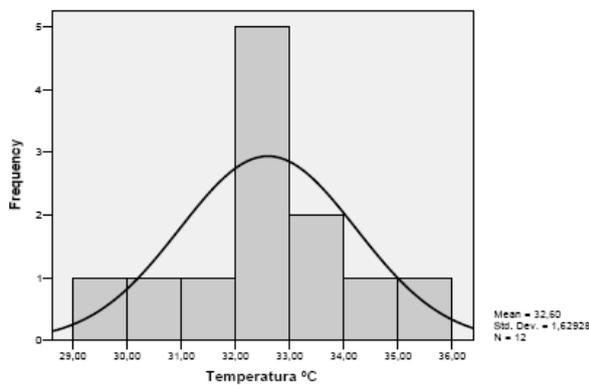


Figura 3. Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Cuiabá

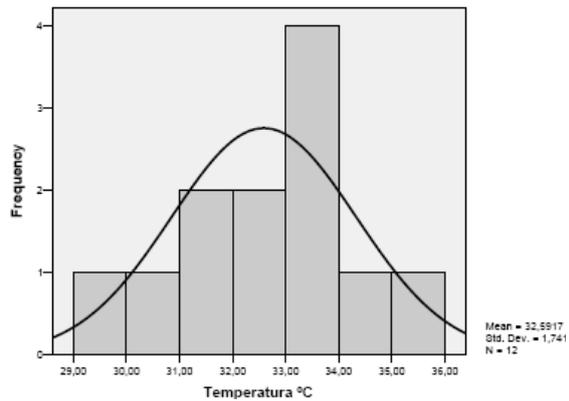


Figura 4. Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio

Tabela 3. Temperatura mínima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Mínima Mensal - Jul/2005 a Jun/2006			
Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto.Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	16,8	14,8	2
ago/05	18,6	16,9	1,7
set/05	19,7	19	0,7
out/05	24,1	23,3	0,8
nov/05	24,7	23,4	1,3
dez/05	24,1	23,2	0,9
jan/06	24	23,4	0,6
fev/06	24,1	23,4	0,7
mar/06	24,2	23,7	0,5
abr/06	22,9	22,5	0,4
mai/06	18,1	17	1,1
jun/06	19,3	18	1,3
Maior Mn	24,7/nov	23,7/mar	1
Menor Mn	16,8/jul	14,8/jul	2
	Maior amplitude	2,0 – jul	
	Menor amplitude	0,4 – abr	

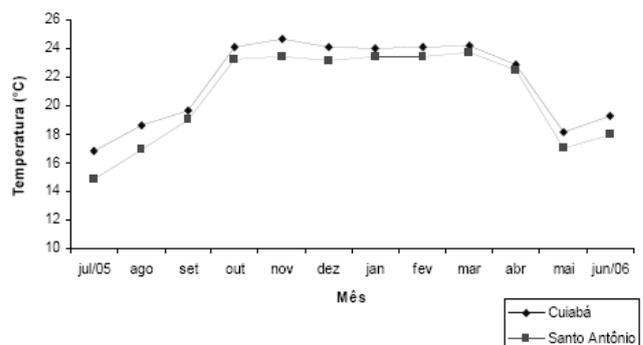


Figura 5. Temperaturas Mínimas Mensais para Cuiabá e Santo Antônio.

A estação de Santo Antônio mostrou um comportamento mais ameno em relação a média das temperaturas mínimas dos meses analisados.

Segundo Souza (1996) a formação de uma ilha de calor pode ser atribuída a ocorrência de maior temperatura mínima na cidade, como o constatado em Cuiabá, indicando a menor capacidade de emissão de ondas longas para o espaço.

A emissão de ondas longas no espaço fica mais caracterizada no período noturno, onde o balanço de energia encontra-se negativo e onde ocorrem as temperaturas mínimas, mostrando, segundo Souza (1996) a importância das medições feitas no período noturno.

A maior diferença térmica foi um acréscimo de 2°C para as temperaturas mínimas na estação de Cuiabá, fato ocorrido no mês de Julho caracterizado como estação seca onde segundo a literatura ocorrem os maiores indícios de ilha de calor.

A menor diferença térmica ocorrida foi constatada para o mês de abril com um acréscimo de 0,4°C para a estação de Cuiabá. Essa menor amplitude deve-se ao fato da maior instabilidade do céu nesse mês devido às chuvas, reduzindo os indícios da ilha de calor nas cidades.

Através do teste T pareado observou-se que existe diferença significativa entre o

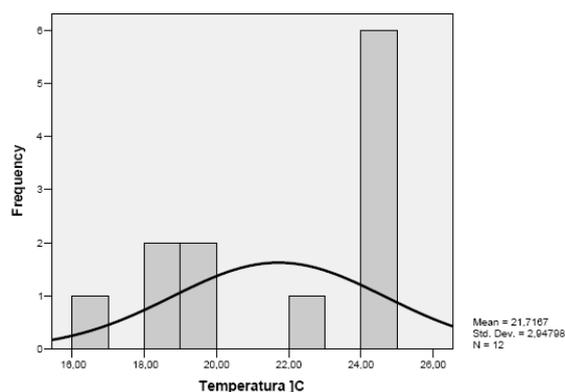
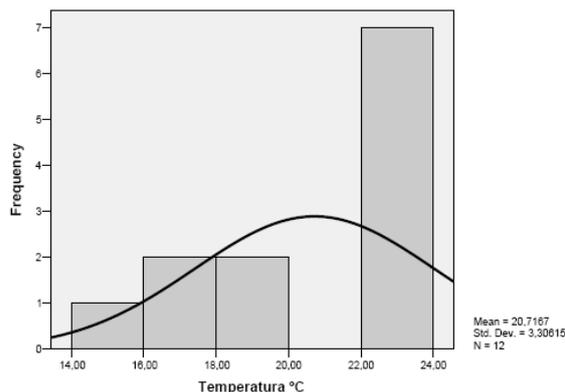
comportamento das temperaturas mínimas mensais das duas estações meteorológicas, diferentemente do comportamento encontrado para as temperaturas máximas. O valor encontrado no teste foi de $t=7,018$, correspondendo a uma probabilidade de 0,000 (Tabela 4). Esses resultados demonstram que deve-se aceitar a hipótese inicial que afirma a existência de diferença significativa entre o comportamento das temperaturas mínimas, já que, a probabilidade de erro nessa afirmação é nula.

Nas Figuras 6 e 7 observa-se que a média das temperaturas mínimas mensais para a estação de Cuiabá foi de 21,71°C, com um desvio padrão de 2,94 °C, sendo superior à média encontrada para a cidade de Santo Antônio de 20,71°C e um desvio padrão de 3,30°C. A diferença entre as médias chegou a um valor de 0,99°C de acréscimo para a estação de Cuiabá.

As maiores frequências de temperaturas para a estação de Cuiabá, ficaram entre 24 a 25°C, enquanto que para Santo Antônio foi encontrado para os valores entre 22 a 24°C, mostrando assim uma maior frequência de maiores temperaturas mínimas mensais para Cuiabá, podendo ser atribuída a retenção de energia solar pela área urbana, sendo dissipada no período noturno, constatando o indício de ilha de calor.

Tabela 4. Dados obtidos no cálculo do teste T pareado com as temperaturas mínimas.**Teste de Amostras Emparelhadas**

	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença			
				Inferior	Superior		
Pair 1 Cuiabá – Sant.	1,00000	,49360	,14249	,68638	1,31362	7,018	11

**Figura 6.** Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Cuiabá.**Figura 7.** Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Santo Antonio.

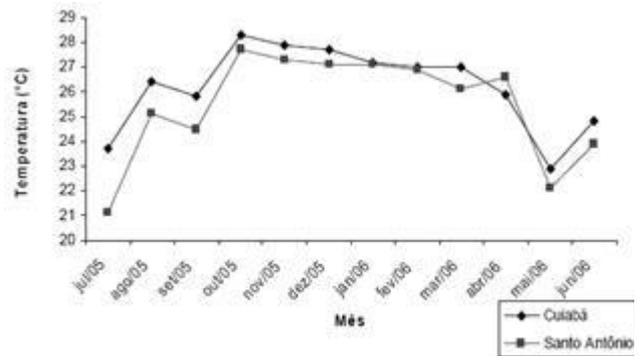
Os gráficos que apresentam a frequência das temperaturas mínimas para as duas estações meteorológicas, mostram uma dispersão em torno da média, com desvios padrão superiores aos encontrados nas temperaturas máximas, isso pode ser explicado pela ausência da radiação direta durante o período noturno, onde se encontram as temperaturas mínimas, já que as mudanças de temperatura no período diurno obedecem ao fluxo de radiação solar.

3.1.3. Temperaturas Médias nas Estações Meteorológicas

Com os dados coletados das estações meteorológicas confeccionou-se a Tabela 5, apresentando dados de temperaturas médias para o período de julho de 2005 a junho de 2006 e suas amplitudes térmicas. Observa-se que apenas no mês de abril a temperatura média mensal para Cuiabá superou as encontradas em Santo Antônio. A maior diferença térmica encontrada foi no mês de julho, onde Cuiabá obteve um acréscimo de 2,6°C em relação a Santo Antônio. Esse mês é caracterizado como período da seca, onde as pesquisas apontam maiores diferenças de temperatura entre uma área urbana e rural (Figura 8).

Tabela 5. Temperatura média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Média Compensada - Jul/2005 a Jun/2006 Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto. Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	23,7	21,1	2,6
ago/05	26,4	25,1	1,3
set/05	25,8	24,5	1,3
out/05	28,3	27,7	0,6
nov/05	27,9	27,3	0,6
dez/05	27,7	27,1	0,6
jan/06	27,2	27,1	0,1
fev/06	27	26,9	0,1
mar/06	27	26,1	0,9
abr/06	25,9	26,6	-0,7
mai/06	22,9	22,1	0,8
jun/06	24,8	23,9	0,9
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto. Antônio (°C)	Amplitude (°C)
Maior Mn	28,3/out.	27,7/out	0,6
Menor Mn	22,9/maio	21,1/jul	1,8
		Maior amplitude	2,6 – jul
		Menor amplitude	0,1 – abr e fev

**Figura 8.** Temperaturas Médias Mensais compensadas para Cuiabá e Santo Antônio

A menor diferença entre as temperaturas médias mensais ficou para os meses de abril e fevereiro, estação úmida com grande estratificação do ar pela instabilidade trazida pelas precipitações do período. Através do teste T pareado, a um nível de significância de 5%, observou-se que existem diferenças significativas entre o comportamento das temperaturas médias mensais para as duas estações meteorológicas, já que foi encontrado um valor de t igual a 3,272, correspondendo a uma probabilidade de 0,007, ou seja, aceita-se a hipótese inicial de que existe diferença entre os dados, pois, o erro para essa afirmação seria apenas de apenas 0,7%. A média encontrada para a estação de Cuiabá foi de 26,216°C com um desvio padrão de 1,68°C. Para Santo Antônio a

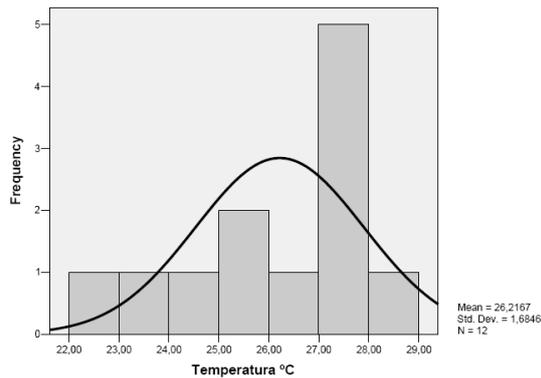
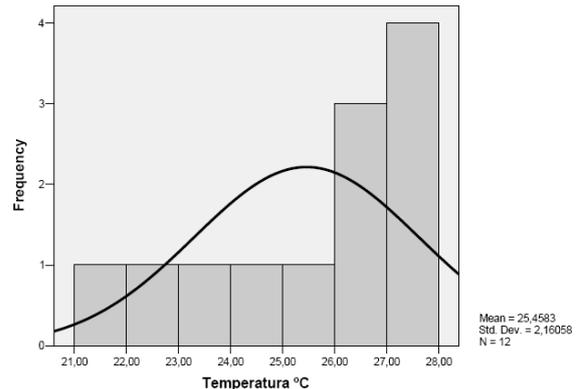
média foi inferior, chegando a um valor de 25,458°C com um desvio padrão de 2,16°C, caracterizando uma diferença entre as médias de 0,758°C de acréscimo para a estação de Cuiabá (Tabela 6).

A maior frequência de temperatura para a estação de Cuiabá ficou entre 27 e 28°C (Figura 9) semelhante ao encontrado na estação de Santo Antônio (Figura 10), mostrando que as maiores diferença ainda estão para as temperaturas mínimas detectadas no período noturno.

O comportamento das frequências das temperaturas médias mensais para Cuiabá e Santo Antônio apresentaram variações em relação a média, já que essas temperaturas sofrem a influência do desequilíbrio do comportamento das temperaturas mínimas.

Tabela 6. Dados obtidos no cálculo do teste T pareado com as temperaturas médias

	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade	P
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença				
				Inferior	Superior			
Cuiabá - St. Antônio	,75833	,80279	,23175	,24827	1,26840	3,272	11	,007

**Figura 9.** Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Cuiabá.**Figura 10.** Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Santo Antonio

3.1.4. Umidade Relativa nas Estações Meteorológicas

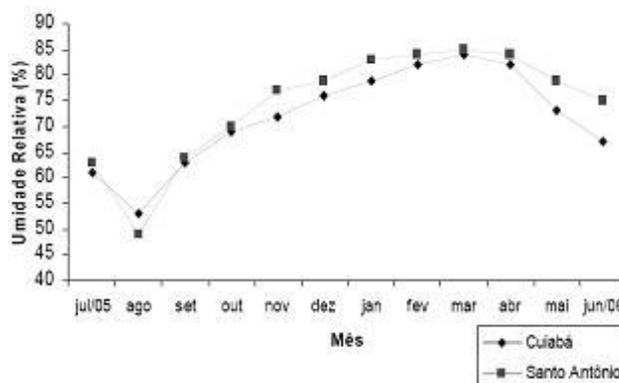
Por meio de dados coletados nas estações de Cuiabá e Santo Antônio foi confeccionada a Tabela 7 que apresenta a umidade média mensal das duas estações no período estudado e mostra ainda a diferença entre as umidades relativas do ar entre as estações meteorológicas.

Constata-se que a maior umidade relativa do ar encontrada para as duas estações meteorológicas foi detectada no mês de março, estação úmida. A estação de Cuiabá obteve para esse mês uma umidade relativa do ar de 84% e a estação de Santo Antônio ficou com 85% de umidade.

A menor umidade relativa do ar para as duas estações foi encontrada no mês de agosto, período de seca na região. A estação de Santo Antônio obteve 49% de umidade relativa do ar enquanto que Cuiabá obteve uma umidade maior, com 53% também no mês de agosto. A menor umidade encontrada foi obtida na estação de Santo Antônio, esse fato constituiu-se isoladamente, já que em outros meses da análise as umidades encontradas foram superiores as obtidas na estação de Cuiabá. A maior diferença entre a umidade relativa do ar mensal foi encontrada no mês de junho, com um acréscimo de 8% de umidade para a estação de Santo Antônio.

Tabela 7. Umidade média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Umidade Média Mensal Jul/2005 a jun/2006			
Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (%)	Sto.Antônio (%)	Diferença (%)
jul/05	61	63	-2
ago/05	53	49	4
set/05	63	64	-1
out/05	69	70	-1
nov/05	72	77	-5
dez/05	76	79	-3
jan/06	79	83	-4
fev/06	82	84	-2
mar/06	84	85	-1
abr/06	82	84	-2
mai/06	73	79	-6
jun/06	67	75	-8
Maior Umi.	84/mar	85/mar	1,0
Menor Umi.	53/agosto	49/agosto	4,0
	Maior diferença	8,0-junho	
	Menor diferença	1,0- set, out e março	

**Figura 11.** Umidades Médias Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

O fato da estação de Santo Antônio obter uma seqüência maior de meses com umidades médias maiores está ligado a maior quantidade de área verde que retém a umidade das chuvas, já que tem um coeficiente de escoamento menor que áreas urbanas. Além disso, o efeito da evapotranspiração também contribui para manter o ar adjacente as superfícies com maior umidade.

A Figura 11 demonstra claramente a queda na umidade relativa do ar no mês de agosto, estação seca, e as maiores umidades encontradas na estação de Santo Antonio, caracterizada como área rural em relação à estação de Cuiabá.

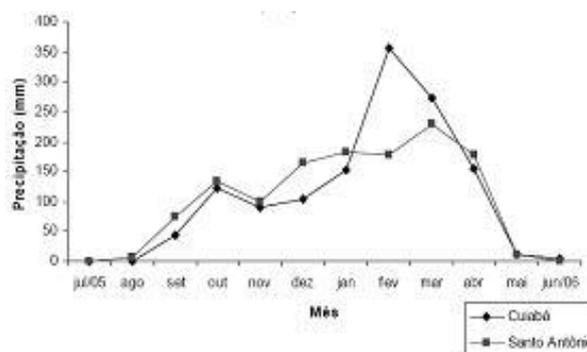
3.1.5. Precipitações Médias Mensais nas Estações Meteorológicas

A Tabela 8 apresenta as precipitações médias dos meses analisados, apresentados em forma de altura (milímetros no mês) com os dados obtidos nas estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio.

A maior precipitação encontrada para a estação de Cuiabá foi de 355,5mm em fevereiro, estação úmida. Em Santo Antônio obteve-se uma precipitação de 229,8mm no mês de março, estação úmida. A diferença foi de 125,7mm de precipitação mensal acrescida para Cuiabá. Esse fato demonstra que Cuiabá possuiu o maior pico entre as precipitações mensais mostrando que é válida a preocupação de Monteiro & Mendonça (2003) em relação à intensificação dos sinistros causados pela influência do clima nas cidades.

Tabela 8. Precipitação média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Precipitação Média Mensal Jul/2005 a jun/2006			
Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (mm)	Sto. Antônio (mm)	Diferença (mm)
jul/05	0	0,4	-0,4
ago/05	1	7,1	-6,1
set/05	43,3	73	-29,7
out/05	121,4	134,9	-13,5
nov/05	90,5	99,3	-8,8
dez/05	104,1	164,3	-60,2
jan/06	152,9	182,1	-29,2
fev/06	355,5	177,1	178,4
mar/06	273,1	229,8	43,3
abr/06	154,7	178,5	-23,8
mai/06	12,5	11,6	0,9
jun/06	4,1	0	4,1
Maior Prec.	355,5/fev.	229,8/mar.	125,7
Menor Prec.	0 / ju.l	0 / jun.	0
	Maior diferença		178,4/feve.
	Menor diferença		0,4 / julho

**Figura 12.** Precipitações Médias Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

Observa-se na Figura 12 que as duas estações meteorológicas obtiveram as menores precipitações nos meses de junho, julho, agosto e Setembro onde a estação seca se mostra com maior clareza.

Em geral a estação de Santo Antônio apresentou uma seqüência de precipitações superiores à estação de Cuiabá. Esse fato pode estar ligado à relação entre as áreas verdes e a precipitação. Essa observação pode indicar também uma maior estabilidade nas precipitações, já que Cuiabá apresentou maiores picos de chuvas entre os meses analisados, o que é um problema nas grandes cidades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente, com o estudo macroclimático das estações

meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio, observou-se que existem indícios de influência da cidade de Cuiabá no clima urbano, constatada principalmente com os maiores valores de temperatura mínima mensal encontradas para a área urbana.

Aplicando teste T pareado, observa-se que existe diferença significativa de comportamento das temperaturas mínimas mensais para a área urbana e rural analisada. A estação meteorológica de Cuiabá obteve a maior diferença térmica de 2°C no mês de julho, estação seca, onde segundo a metodologia, os indícios da existência da ilha de calor são maiores.

As temperaturas máximas não tiveram diferenças significativas, conforme o teste T pareado, o que poderia estar relacionado com o horário das medições de temperaturas máximas nas duas estações.

Essa verificação não pôde ser feita devido às falhas nas leituras da estação de Cuiabá. Constatou-se ainda que existiram freqüências de temperaturas maiores para a estação de Santo Antônio, área rural, podendo ser explicado pela menor turbidez do céu, diferentemente da maior poluição encontrada na área urbana, dificultando a entrada da radiação de ondas curtas do Sol.

5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, B. C. D.; ASSIS, R. M. C. de .
Análise Ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 2004, Indaiatuba/SP. **Anais**, 2004
- FONTES, M. S. G. de C; MATTOS, A.
Investigação climática em áreas de fundo de vale, na cidade de São Carlos – SP. Brasil – Salvador, BA. 1997. p. 81 – 86. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4º, Salvador. **Anais**, 1997.
- MAITELLI, G. T. **Uma abordagem Tridimensional do clima urbano em área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT**. Tese (Doutorado em Climatologia) – USP, São Paulo, 1994.
- MASCARÓ, L. R. de. **Ambiência Urbana**. 1. ed. Porto Alegre: Sagra – D.C. Luzzatto, 1996.
- MASSA, H., STAVROPOULOU, E.
Blioclimatic Design of a multifunctional Building in Viareggio, Italy. Environmnet & Energy Studies Programme, Architectural Association Graduate School. PLEA Conference, 1999.
- MONTEIRO, C. A. de; F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 1.ed. São Paulo: Contexto, 2003. 192p. 1v.
- OKE, T. R. Siting and exposure of Meteorological **Instruments at Urban Sites**. 27th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, Banff, 25-29 October, 2004. Disponível em: <http://www.urbanclimate.org/ITM04-Oke.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2007.
- PEZZUTO, C. C; LABAKI, L. C.; FRANCISCO FILHO, L. L.
Conforto térmico nos espaços urbanos abertos: a morfologia urbana e a relação com as condições climáticas. Brasil – Curitiba, PR. 2003, p. 1488 – 1489. VII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído e 3ª Conferência Latino-americana

Sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações. **Anais**, 2003.

PIETROBON, C. E. **Luz e calor no ambiente construído escolar e o sombreamento arbóreo: conflito ou compromisso com a conservação de energia?** V.1 270p V.2 177p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) –

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SOUZA, L. C. L. **Influência da Geometria Urbana na Temperatura do Ar ao Nível do Pedestre.** V.1 125p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP, 1996.