



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ESTUDO COMPARATIVO DE TEMPERATURA E UMIDADE ENTRE MEIO URBANO E RURAL

Ivan Julio Apolonio Callejas (1); Luciane Durante (2); Angela Santana de Oliveira (3); Flavia Maria de Moura Santos (4) Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira (5)

(1) Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Doutorando em Física Ambiental, ivancallejas@ig.com.br

(2) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Doutoranda em Física Ambiental, luciane.durante@hotmail.com

(3) Professora do IFMT, Doutoranda em Física Ambiental, angela.oliveira@cba.ifmt.edu.br

(4) Doutoranda em Física Ambiental; Flavia_mms@hotmail.com

(5) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, mcjanp@gmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Laboratório de Conforto Ambiental, Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367. Bairro Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900, Tel.: (65) 3615-8738

RESUMO

O processo de urbanização tem alterado o clima do planeta e das cidades, tendo em vista as profundas mudanças ocorridas nas superfícies, principalmente nas zonas urbanas. Nesse sentido, esta pesquisa tem por objetivo analisar comparativamente a temperatura e a umidade relativa do ar em três sítios urbanos e um rural, em Cuiabá, Estado do Mato Grosso, Brasil. Utilizou-se estações meteorológicas automáticas para coletar dados de temperatura e umidade relativa durante o período caracterizado como de transição entre as estações climáticas seca e chuvosa. Os resultados da pesquisa mostraram que existem diferenças entre a temperatura e umidade dos locais, atribuída aos distintos uso e ocupação do solo entre os sítios estudados.

Palavras-chave: clima urbano, ilha de calor, urbanização.

ABSTRACT

The process of urbanization has changed the world and cities' climate due to the profound changes in the earth surfaces, especially in the urban areas. This research aims to compare the temperature and relative humidity at three urban sites and one rural, in Cuiabá, State of Mato Grosso, Brazil. It was used automatic weather stations to collect data for temperature and relative humidity during the period characterized as a transition between the dry and rainy seasons. The results obtained showed differences between the temperature and humidity at the sites studied. It was attributed to the different land use and land occupation between the sites studied.

Words-Key: urban climate, heat island, urbanization.

1. INTRODUÇÃO

Na busca de conhecimentos que ajudem a minimizar os efeitos da urbanização sobre as alterações climáticas, os efeitos das atividades antrópicas sobre o clima das cidades vêm sendo observado. Desde as primeiras décadas do século XIX, têm sido realizados estudos sistemáticos para diagnosticar os efeitos da urbanização no clima das cidades.

No Brasil, as incursões acerca do clima urbano têm seu ponto de partida no final da década de 70, com o trabalho de Monteiro (1976), que elabora um modelo teórico para a investigação do comportamento climático de cidades. Segundo este autor,

a cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. (MONTEIRO, 1976)

Para ele, “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” e em seu modelo, o autor desenvolve uma metodologia de análise em que considera o clima urbano como um sistema – Sistema Clima Urbano (SCU) – composto de subsistemas, que se articulam segundo canais de percepção climática. Por outro lado, Oke (1987) define o clima urbano como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local.

O processo de urbanização das cidades, com seu acelerado crescimento populacional, acarreta alterações na sua atmosfera. Essas alterações decorrem, em grande medida, de atividades antropogênicas, tais como: emissão de poluentes, que afetam a transferência de radiação e acrescentam núcleos de condensação no ar, aumentando a precipitação; atividades industriais intensas; supressão da vegetação nativa; adensamento populacional; densidade e geometria das edificações, que criam uma superfície rugosa determinante na circulação do ar e no transporte de calor e vapor d'água; materiais de construção; asfaltamento das ruas que aumentam o estoque de calor; impermeabilização do solo que aumenta a possibilidade de enchentes (MAITELLI, 1994; MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

O enfoque atual do estudo do clima urbano concentra-se, essencialmente, em temáticas como: a contaminação da atmosfera e qualidade do ar (a poluição atmosférica e seus efeitos sobre a saúde); o conforto térmico (configuração de ilhas de calor) e os impactos pluviais concentrados (geradores de freqüentes inundações).

As alterações climáticas são percebidas com maior intensidade nos grandes centros urbanos. Para Ayoade (2001), um aspecto do clima urbano mais notável e digno de observação e estudo, devido às suas amplas implicações, é o fenômeno conhecido por “ilha de calor”. Os fatores antropogênicos apontados anteriormente concorrem para a produção do stress térmico em determinadas manchas urbanas, aumentando, assim, a temperatura e umidade. Desta forma, nos estudos de clima urbano, deve-se considerar o uso e a ocupação do solo, associados a geomorfologia e suas feições resultantes. A cidade deve estar inserida em seu entorno, articulando-se o urbano e o rural ao invés de ser estudada por si só. A melhor via para compreender e avaliar a modificação climática causada pelo processo de urbanização é através de comparações entre o meio urbano e o rural. O ar escoado da zona rural para a cidade encontra um novo e diferente grupo de conduções de fronteiras, a fronteira da camada urbana, os canyons entre os prédios (OKE, 1987).

O estado de Mato Grosso, localizado na região central do Brasil, a partir da segunda metade da década de 1960, passou a ser considerado “Portal da Amazônia”, devido à sua posição estratégica de única alternativa de acesso por terra para ocupação da região norte do país. O intenso crescimento e a concentração populacional dos seus centros urbanos têm favorecido o processo acelerado de mudanças ambientais, em função das alterações nas coberturas das superfícies do solo.

Na cidade de Cuiabá, capital do estado, esse processo de transformação iniciou-se na década de 1930, intensificou-se durante a década de 1960, tornando-a um dos principais centros de abastecimento para as áreas de alta produtividade agrícola da região do Cerrado e do sul da Amazônia. Em 1970, a população de Cuiabá era de 88.254 habitantes e em 2010 alcançou 551.350, um aumento de mais de 624% (IBGE, 2010). Como conseqüência, a cidade que apresentava grandes áreas naturais preservadas em seu entorno teve a substituição dessas por áreas construídas e impermeabilizadas. Estes fatores são responsáveis por profundas mudanças no balanço de energia, causando, dentre outras conseqüências, influencia na dinâmica do movimento do ar, aumento da temperatura nas cidades e o fenômeno das Ilhas de Calor Urbana (ICU) (AYOADE, 2001; SANT'ANNA NETO, 2000; LOMBARDO, 1985; MENDONÇA, 2000; CARNAHAM e LARSON, 1990; KIM e BAIK, 2004).

O ICU é conhecido como o acréscimo da temperatura do ar de regiões urbanizadas em relação às regiões rurais em seu entorno, em virtude da modificação e substituição de áreas de cobertura vegetal pela ocupação urbana e o excessivo adensamento das cidades (LI et al., 2009). Estudos sobre ICU em Cuiabá foram iniciados por Maitelli (1994), que inicialmente obteve 5°C de diferença da área densamente ocupada e áreas suburbanas. No trabalho de Costa (1999), a metodologia consistiu na instalação de um abrigo termométrico na área central da cidade de Cuiabá e outro, no Parque Mãe Bonifácia, coletando-se dados de temperatura e umidade do ar. Os períodos de medição foram de 04/06 a 06/06/1998, 11/07 a 13/07/1998 e 16/08 a 18/08/1998. Os resultados mostraram que os valores de temperaturas atingiram diferenças máximas de até 7,2°C no período noturno em relação ao Parque Mãe Bonifácia. Pinho (2003) investigou a ilha de calor na cidade de Cuiabá em 2002 e comparou com os estudos anteriores, visando acompanhar a anomalia climática, por meio de transecto móvel nos horários de 7, 13 e 19hs, nos períodos de 21 a 23/10/2001, 03 a 05/04/02 e 02 a 04/07/02. A maior intensidade da ilha de calor observada foi de 5,7°C no período noturno da estação seca, no Centro da cidade. Se comparado aos estudos anteriores, houve acréscimo de 0,7°C, relacionado ao crescimento da cidade e ao processo de verticalização.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar as variações de temperatura média, máxima, mínima e a umidade relativa do ar entre três áreas urbanas e uma área rural, na estação de transição seca e chuvosa, no município de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Área de estudo

O Município de Cuiabá localiza-se na porção Centro-Sul do Estado de Mato Grosso, no limite ocidental dos domínios do Cerrado e próximo à borda leste do Pantanal Mato-grossense. Possui, atualmente, 3538,17 km², sendo que 254,57 km² correspondem à área de macrozona urbana e 3283,60 km² à área rural. Encontra-se localizada na província geomorfológica denominada Baixada Cuiabana. As coordenadas geográficas são 15°10' a 15°50'S e 54°50' a 58°10'W. As altitudes variam de 146 metros a 259 metros (IPDU, 2007). A cobertura vegetal é constituída por remanescentes de cerrado, cerradão, matas ciliares no entorno dos rios, principalmente o Cuiabá, e por vegetação exótica.

O clima dominante é do tipo tropical semi-úmido (classificação AW de Köppen), sendo a sua principal característica a presença constante de temperaturas elevadas, registrando média anual em torno de 25° a 26°C, 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). Para Duarte (2000), o clima da região é definido por três períodos: uma estação seca e mais fresca no inverno; uma estação de transição seca e mais quente, um pouco antes das chuvas e, uma estação úmida e quente, durante as chuvas do verão.

Como conseqüência do crescimento populacional sofrido nas últimas décadas, novos bairros periféricos surgiram na cidade, enquanto os já existentes sofreram um processo de adensamento e verticalização. Assim sendo, com vistas a relacionar as modificações no uso e ocupação do solo com as condições termo-higrométricas nas áreas urbanas e rurais, selecionou-se quatro locais para a pesquisa: Sítio 1, 2 e 3, nas regiões Leste, Oeste e Norte, respectivamente, e Sítio 4 ao Sul, em área rural (Figura 1). As distâncias relativas entre os sítios 1-2, 1-3 e 1-4 são respectivamente 4,29, 5,30 e 14,9km. As altitudes dos sítios 1, 2, 3 e 4 são 197, 179, 233 e 157m, respectivamente.

O Sítio 1, 2 e 3 são escolas da rede pública estadual de ensino, constituídos por edificações semelhantes implantadas em locais da cidade, com características de uso e ocupação do solo nos seus entornos distintos. Apresentam a característica de possuírem um pátio central e blocos lineares simetricamente distribuídos. O Sítio 4 caracteriza-se por presença de vegetação do tipo cerrado baixo com áreas de pastagens no entorno e corpo d'água distante 500m à noroeste.



Figura 1 – Localização dos Sítios na Cidade de Cuiabá.

Para caracterização do uso e ocupação do solo no entorno dos sítios, quantificou-se as frações de área das categorias definidas em um raio de 500 metros nos seus entornos, conforme proposto por Oke (2006). Agrupou-se as categorias de uso e ocupação do solo em área impermeabilizada (área edificada, área pavimentada e outros pavimentos), área vegetada (vegetação nativa, vegetação remanescente e arborização urbana), solo parcialmente descoberto (vegetação tipo gramínea e esparsa), solo totalmente descoberto (solo nudo) e superfície líquida. A fração de área para cada tipo de categoria pode ser visualizada na Tabela 1 e o entorno dos sítios podem ser visualizados na Figura 2.

Tabela 1 – Fração de área para cada categoria adotada.

Uso e ocupação do solo	Fração de Área ($A_{\text{parcial}}/A_{\text{total}}$)			
	Sítio 1	Sítio 2	Sítio 3	Sítio 4
Área Impermeabilizada	0,73	0,47	0,71	0,01
Área vegetada	0,15	0,17	0,13	0,19
Solo parcialmente descoberto	0,07	0,23	0,09	0,65
Solo totalmente descoberto	0,05	0,12	0,07	0,12
Superfície líquida	0,00	0,01	0,00	0,04

3.2. Materiais

Nos sítios 1, 2 e 3 foram instaladas estações meteorológicas da marca Hobo Modelo U30 para coleta de temperatura e umidade do ar em intervalos de 30 minutos, a um nível de 5 (cinco) metros do solo. As estações foram fixadas em postes metálicos localizados nos centros dos pátios das escolas (Figura 3). No Sítio 4, os dados foram coletados por meio de termo-higrômetro marca Vaisala, modelo HMP45C, acoplado a Data Logger marca Campbell-Stokes, Modelo CR1000, programado para registro em intervalos de 30 minutos a um nível de 5 (cinco) metros (Figura 4).

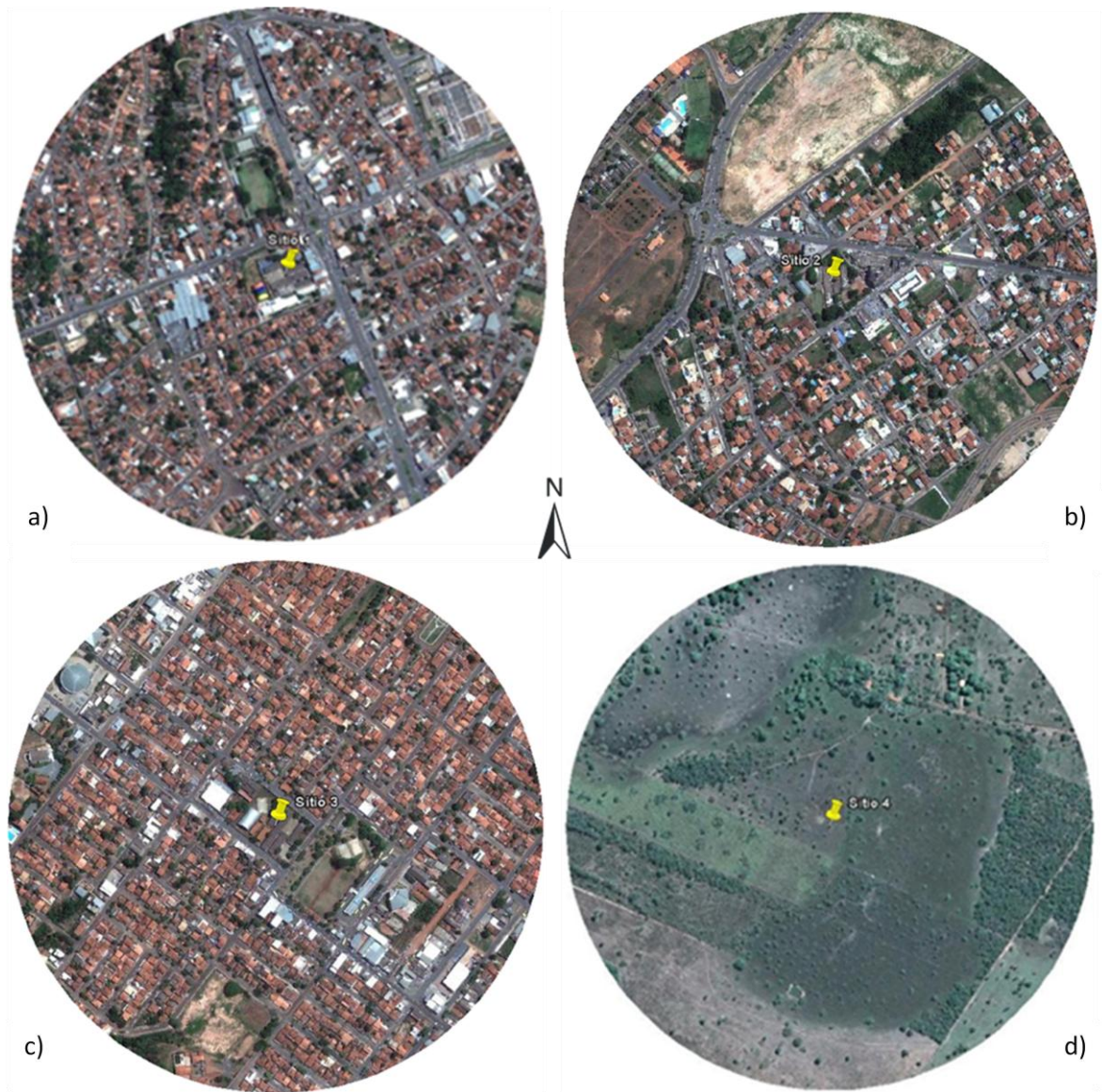


Figura 2 – Entorno dos Sítios 1 (a), 2 (b), 3 (c) e 4 (rural).

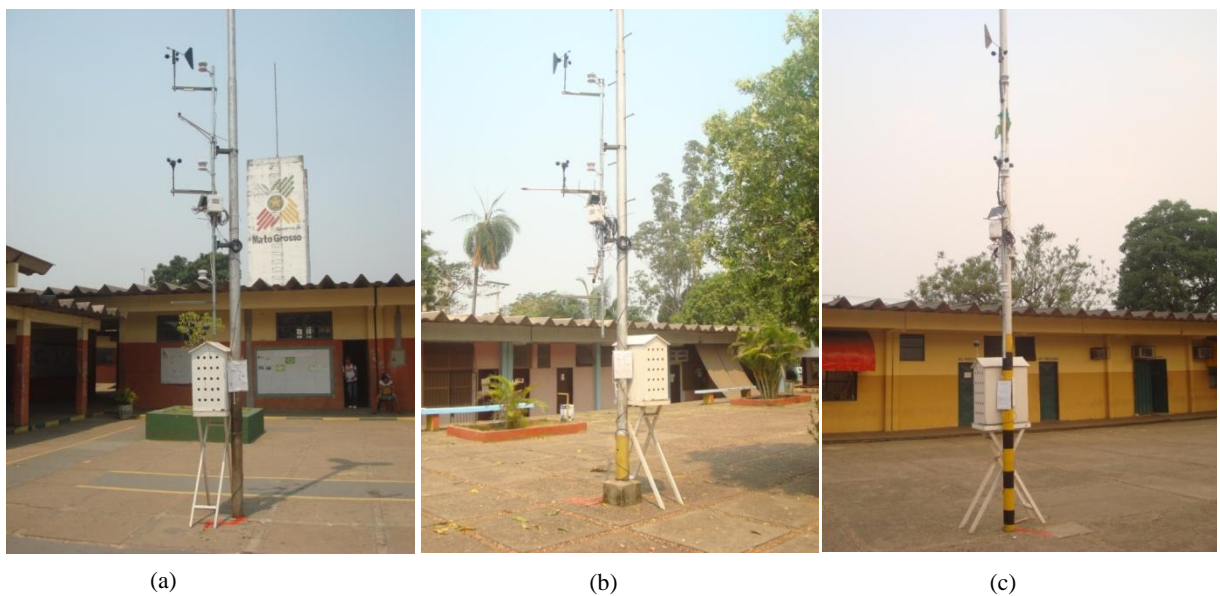


Figura 3 - Estações meteorológicas instaladas no Sítio 1 (a), Sítio 2 (b) e Sítio 3 (c).



Figura 4 – Torre meteorológica do Sítio 4.

3.3. Método

Tomou-se como referência o comportamento de ilha de calor urbano da cidade de Cuiabá anteriormente estudados (MAITELLI,1994; COSTA, 1999; DUARTE, 2000; PINHO 2003). Assim, este estudo parte da premissa que a intensidade de ilha de calor aumenta das áreas periféricas para as áreas centrais, onde ocorre adensamento urbano, tráfego intenso de veículos, diminuição das áreas verdes e permeáveis (OKE, 1987, AYOADE, 2001; SANT'ANNA NETO, 2000; LOMBARDO, 1985).

A medida intensidade da ilha de calor pode ser expressa pela Equação 1, que representa a diferença entre a maior temperatura urbana (T_u) em relação às áreas do seu entorno e a região rural (T_r) (OKE, 1987). Ressalta-se que o aumento da temperatura da cidade e da impermeabilização do solo urbano promove a redução da umidade do ar, sendo esta variável igualmente importante nos estudos de clima urbano. Assim, realizou-se avaliação da diferença entre a umidade relativa entre sítios estudados de forma análoga a Equação 1, substituindo a variável temperatura pela umidade.

$$\Delta T_{u-r} = T_u - T_r \quad \text{Equação 1}$$

Como as maiores temperaturas médias e as menores umidade relativas médias ao longo do ano ocorrem na estação quente e seca, entre os meses de maio a outubro, as medições foram realizadas no período de 10/09/10 a 31/10/10.

As análises foram feitas considerando-se as médias horárias mensais da temperatura de bulbo seco e umidade relativa. Para análise comparativa entre os Sítios, trabalhou-se com a diferença entre as média horárias das temperaturas mensais de bulbo seco e umidade relativa dos Sítios 2, 3 e 4 em relação ao Sítio1, justificado pela hipótese de que no mesmo ocorreriam os valores extremos das variáveis em estudo e, também, por sua posição relativamente central na cidade e entre os sítios.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Nos meses de setembro e outubro, a temperatura mínima ocorreu no Sítio 4 situado na zona rural como era esperado, seguido dos Sítio 2, 3 e 1, respectivamente (Tabela 2). Para as temperaturas máximas, o maior valor foi registrado no Sítio 2, seguido dos Sítios 1, 3 e 4, respectivamente. Apesar da diferença muito tênue de apenas 0,1°C entre os Sítios 2 e 1, devido a proximidade do centro da cidade, esperava-se que a temperatura média no sítio 1 fosse superior as demais. No entanto, como pode ser observado na Figura 5, este fato ocorre das 9:00 às 15:00 horas no mês de setembro e das 7:30 às 16:30 horas no mês de outubro. Diversos fatores podem justificar esse comportamento, dentre eles: a influência de barreiras de ventilação existentes no entorno do Sítio 2, dificultando as trocas térmicas turbulentas e também a diferença de altitudes relativas entre os sítios não considerada neste estudo. Destaca-se que este comportamento é típico em estudos de áreas urbanas e rurais, podendo acontecer de forma análoga entre sítios urbanos.

Com a relação à umidade relativa mínima, observa-se que no Sítio 4 foi registrado o menor valor, seguido dos Sítios 3, 2 e 1, nos dois períodos. O Sítio 4 apresentou a maior valor de umidade máxima, seguido dos Sítios 2, 3 e 1 (Figura 6). Os registros estão coerentes visto que os locais 4 e 2 apresentam em seu entorno maior quantidade de massa vegetada (Tabela 1), o que contribui para o processo de evapotranspiração, aumentando desta forma a concentração de vapor d'água naqueles ambientes.

Observou-se amplitudes de temperatura e umidade em ordem decrescente do Sítio 4 para o 2, 3 e 1, justificado pelo fato de que o Sítio 4 se encontra em zona rural e, dentre os sítios urbanos, o Sítio 2 apresenta maior quantidade de área verde em seu entorno, ao contrário do Sítio 1 que se encontra em área densamente urbanizada, com alta taxa de impermeabilização do solo (Tabela 1), o que dificulta a dissipação de energia devido a presença de materiais que apresentam elevada capacidade térmica, como concreto e asfalto. Cabe destacar que nos Sítios 1 e 3 são observadas as maiores frações de área impermeabilizada e menores frações de área vegetada, o que pode justificar o comportamento observado.

A maior média de temperatura foi observada no Sítio 1, seguido dos Sítios 3, 2 e 4, para o mês de setembro, e dos Sítios 2, 3 e 4, para o mês de outubro. A média da temperatura do sítio rural (Sítio 4) foi sempre menor que a dos sítios urbanos (Sítios 1, 2 e 3), fato este que evidencia o típico comportamento do fenômeno de Ilha de Calor Urbana, conforme apresentado por Oke (1987).

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados dos Sítios.

	Sítio 1				Sítio 2				Sítio 3				Sítio 4			
	T (°C)		U (%)		T (°C)		U (%)		T (°C)		U (%)		T (°C)		U (%)	
	Set	Out	Set	Out	Set	Out	Set	Out	Set	Out	Set	Out	Set	Out	Set	Out
Mínima	27,6	25,2	25,5	45,4	25,6	24,7	25,9	45,8	27,1	24,7	25,9	46,9	23,1	23,1	23,5	42,7
Máxima	38,3	34,0	51,0	73,7	38,4	34,3	58,8	77,5	38,0	33,4	51,6	75,2	37,6	33,1	65,2	81,6
Amplitude	10,7	8,9	25,5	28,3	12,8	9,7	32,9	31,7	10,8	8,7	25,8	28,3	14,5	9,9	41,7	38,9
Média	32,6	29,4	38,8	59,6	31,8	29,3	41,7	61,1	32,1	29,0	39,1	60,7	30,2	27,9	43,2	61,7

Dentre os sítios urbanos, não ocorrem diferenças significativas nas temperaturas máximas que ocorrem em torno das 14:00 e 15:00 horas, sendo que estas se situam entre os valores de 37,6 a 38,4°C para o mês de setembro e entre 33,1 e 34,3°C para o mês de outubro. As temperaturas mínimas ocorrem entre 5:30 e 6:00 horas, para as quais observou-se as maiores diferenças no mês de setembro se comparado ao mês de outubro. No primeiro mês, as temperaturas mínimas ficaram compreendidas entre 23,1 e 27,6°C, enquanto que no segundo, os valores permaneceram entre 23,1 e 25,2°C (Figura 5). O fenômeno inverso para umidade pode ser observado na Figura 6, com valores máximos variando no mês de setembro de 51 a 65,2% e para o mês de outubro de 73,7 a 81,6%. Os valores mínimos variaram de 23,5 a 25,9% e 42,7 a 46,9% para os meses de setembro e outubro, respectivamente.

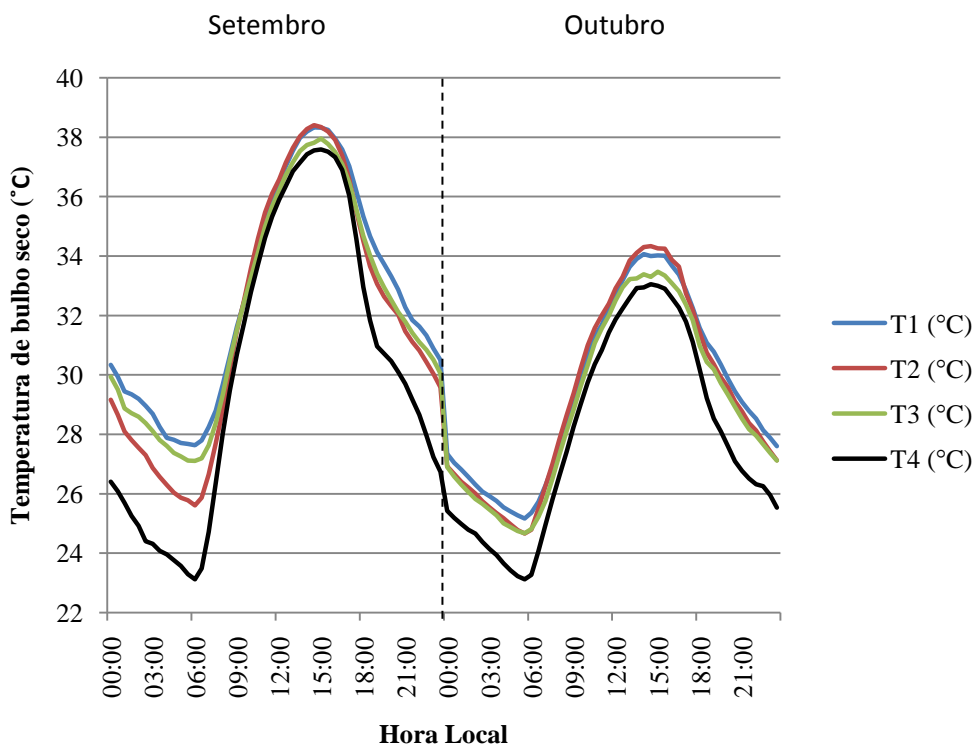


Figura 5 – Médias horárias mensais da temperatura de bulbo seco dos Sítios 1, 2, 3 e 4.

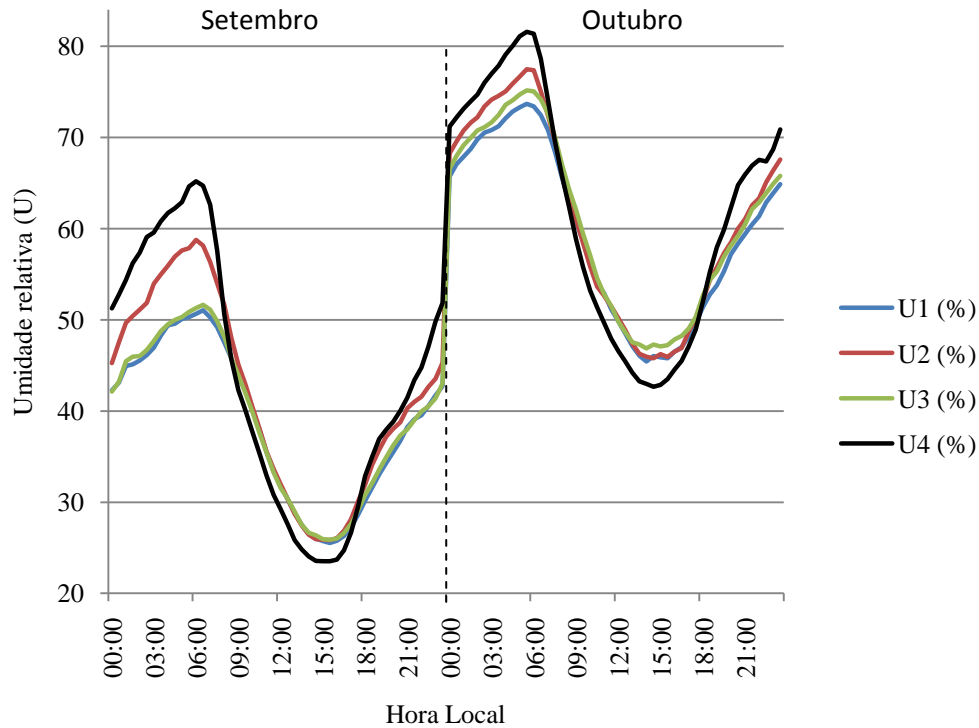


Figura 6 – Médias horárias mensais da umidade relativa dos Sítios 1, 2, 3 e 4.

As Figuras 7 e 8 referem-se às diferenças de temperaturas e umidades, com intuito de demonstrar as diferenças existentes entre os Sítios em estudo. As maiores diferenças de temperatura e umidade ocorreram entre os Sítios 1 e 4, ou seja, entre a zona urbana central e rural. A maior diferença de temperatura média horária mensal foi de 4,55°C no mês de setembro e 2,35°C no mês de outubro. Para a umidade, a maior diferença observada foi de -14,54% e -7,98%, nos meses de setembro e outubro, respectivamente. Ressalta-se que nos dados brutos foram observadas diferenças de temperatura de até 10,28°C no dia 21/09/10 às 2:30 horas e 30,22% de umidade no dia 23/09/10 às 5:30 horas.

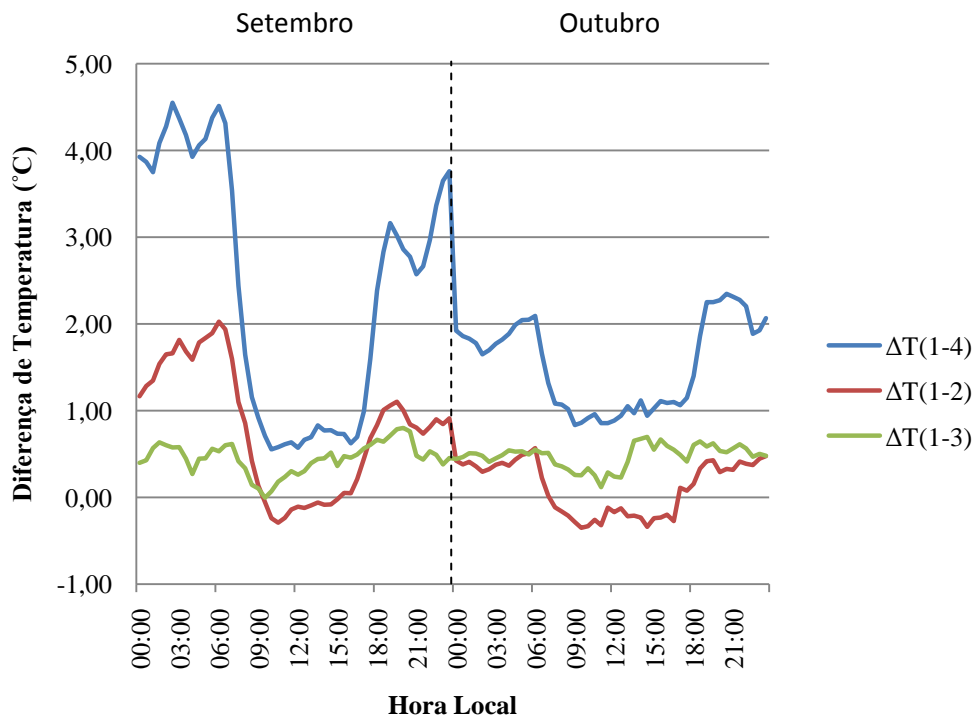


Figura 7 – Diferença entre as médias horárias mensais da temperatura de bulbo seco dos Sítios 2, 3 e 4 em relação ao Sítio 1.

Com relação aos Sítios 1 e 2, as maiores diferenças de temperatura positiva e negativa foram de 2,02 e -0,29°C no mês de setembro e 0,56 e -0,34°C no mês de outubro (Figura 7). As diferenças negativas iniciam-se no começo ou meio da manhã e estendem-se até o período da tarde, justificado pelo fato de que o entorno do Sítio 2 possui vazios urbanos que consistem de áreas de solo parcial e totalmente descoberto (Tabela 1), o que lhe confere comportamento análogo a uma área rural. Em se tratando da umidade, o mês de setembro apresentou umidade -8,10 e 0,07% e de -3,96 e 0,11% em outubro (Figura 8).

Comparando-se os Sítios 1 e 3, observa-se que não houve diferenças negativas de temperaturas, somente positivas de 0,61 e 0,55°C, em setembro e outubro, respectivamente (Figura 7). As diferenças de umidade positivas e negativas foram de -0,86 e 0,31% para setembro e -1,76 e 0,1% para outubro (Figura 8). Desta forma, percebe-se semelhança de condição termo-higrométrica entre estes dois locais.

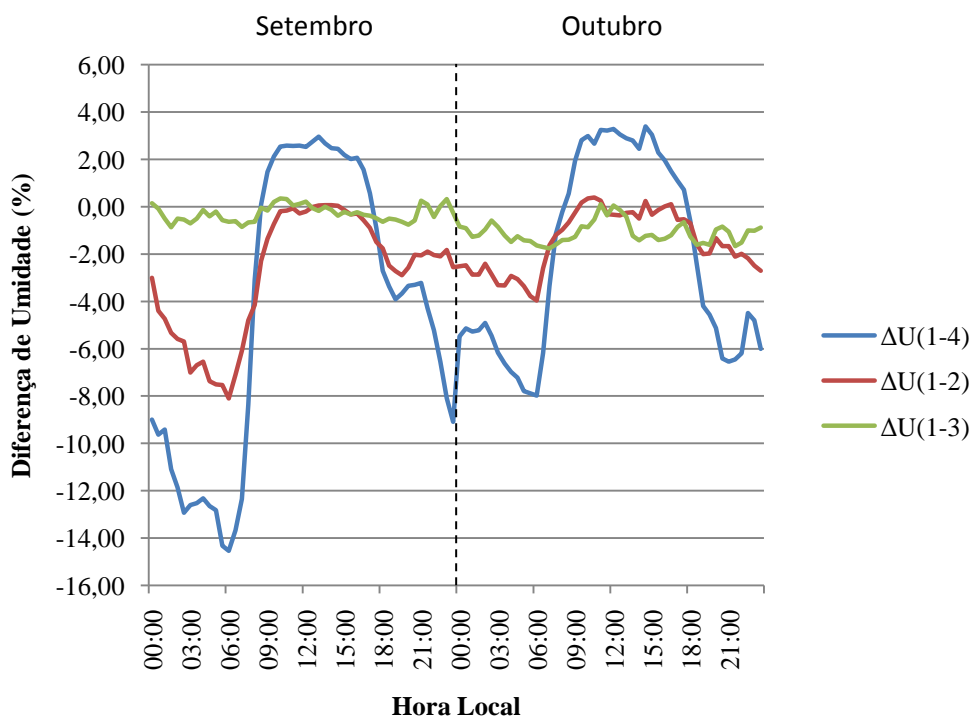


Figura 8 – Diferença entre as médias horárias mensais da umidade relativa dos Sítios 2, 3 e 4 em relação ao Sítio 1.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo estudar a condição higro-térmica de três locais urbanos e um rural. A partir das comparações apresentadas, verificou-se que os pontos urbanos estudados apresentam a tendência de ilha de calor urbana semelhante ao modelo tradicional proposto por Oke (1987) tendo em vista a constatação de que as temperaturas mínimas noturnas na área urbana de Cuiabá são maiores que as observadas na área rural.

Os valores das diferenças de temperatura estão coerentes com os valores registrados na literatura, sendo que a maior diferença registrada no período estudado foi de 4,55°C, próximo ao valor encontrado por Pinho (2003), em 2002, de 5,7°C. Ressalta-se que se trabalhou com as médias horárias mensais dos valores registrados em intervalos de 30 minutos. No entanto, foi possível identificar valores instantâneos de 10,28°C e 30,22% para a temperatura e umidade, respectivamente.

A partir da referência da média mensal da temperatura e umidade dos meses de setembro e outubro, concluiu-se que o Sítio 1 é o que apresentou maior temperatura e menor umidade se comparado aos demais. O Sítio 4 apresentou menor temperatura e maior umidade entre todos os sítios estudados. O Sítio 2 e 3 apresentaram temperaturas e umidades aproximadamente iguais no período avaliado. Esse comportamento é justificado pelo fato de que a condição termo-higrométrica desses microclimas dependem do uso e ocupação do solo do seu entorno. A variável temperatura relacionou-se de forma diretamente proporcional com a fração do solo impermeabilizado e de forma inversa com a fração de área vegetada. O inverso se verifica para a variável umidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CARNAHAM, W. H.; LARSON, R. C. An analysis of an urban heat sink. **Remote Sensing of Environment**, 33, p. 65-71, 1990.
- COSTA, J. E. F. M. **Estudo da influência da área verde no clima urbano: o caso do Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá- MT**. Trabalho de conclusão de Curso, Departamento de Geografia. Universidade Federal do Mato Grosso, 1999.
- DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região Tropical Continental**. Tese de Doutorado, Geografia Física, Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, 2000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Pesquisas Geográficas. **Estimativas Populacionais 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: mar/ 2011.
- IPDU. Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento Urbano. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá, V. III**, Cuiabá: Central de Texto, 2007.
- KIM, Y. H. e BAIK, J. J. Spatial and temporal structure of urban heat island in Seoul. **American Meteorological Society**, 44, p. 591-605, 2005.
- LI, J.; WANG, X. R.; WANG, X. J.; MA, W.; ZHANG, H. Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. **Ecological Complexity**, v.6, 4ed. , p. 413-420, 2009.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. HUCITEC: São Paulo, 1985.
- MAITELLI, G. T. **Uma Abordagem Tridimensional de Clima Urbano em Área Tropical Continental. O Exemplo de Cuiabá – MT**. Tese de Doutorado (Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas), Universidade de São Paulo, 1994.
- MENDONÇA, F. O. Clima Urbano de Cidade de Porte Médio e Pequeno: Aspectos Teórico- Metodológicos e Estudos de Caso. Sant'Anna Neto, J. L.; Zavantini, J.A. (orgs). **Variabilidade e Mudanças Climáticas: Implicações Ambientais e Socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2ed. Routledge and John Wiley and Son; London, New York, 1987.
- OKE, T. R. Initial guide to obtain representative meteorological observations at urban site. **World Meteorological Organization**. Canadá, 2006.
- PINHO, J. G. **A Evolução da Intensidade da Ilha de Calor em Cuiabá–MT: 1990 a 2002**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Mudanças Climáticas Globais: Implicações no Desenvolvimento Econômico e na Dinâmica Natural. **Revista Pantaneira**, v. 2, n. 2, p. 66-78, 2000.