

PADRÕES DA TEMPERATURA DO AR E DA UMIDADE RELATIVA: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DE CUIABÁ DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

*Air temperature and relative humidity standards: case study in the Cuiabá Campus of
the Mato Grosso Federal University*

¹**Elis Dener Lima Alves**

²**Marcelo Sacardi Biudes**

¹**Universidade de São Paulo**

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, São Carlos, São Paulo, 13566-590
elisdener@usp.br

²**Universidade Federal do Mato Grosso**

Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental
Avenida Fernando Correa da Costa, 2367, Cuiabá, Mato Grosso, 78060-900
marcelo@pgfa.ufmt.br

RESUMO

O uso do solo no meio urbano é o grande responsável pela variação dos elementos do clima, em especial na escala microclimática. Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar os padrões da temperatura do ar e da umidade relativa em 15 pontos no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso, em dois períodos (abril e setembro de 2010) às 8h, 14h e 20h. A partir das análises constatou-se que o uso do solo foi determinante nos valores da temperatura do ar e da umidade relativa, sendo que os pontos constituídos de pavimento asfáltico apresentaram as maiores temperaturas e as menores taxas higrométricas, o exemplo mais significativo ocorreu no ponto 7 em abril, e no ponto 15 em setembro. Em síntese, tornou-se evidente o padrão distinto do campo térmico e higrométrico nos pontos, e também nos horários e períodos de coleta, caracterizando uma variação espaço-temporal.

Palavras chave: Variação. Pontos de coleta. Uso do solo.

ABSTRACT

The land use in urban areas is largely responsible for variation in climate elements, especially in the microclimatic scale. Therefore, this article aims to analyze the air temperature and relative humidity standards in 15 sites in the Cuiabá campus of the Federal University of Mato Grosso, in two periods (April and September of 2010) at 8h, 14h and 20h. From the analysis it was found that land use was central to the values of air temperature and relative humidity, and the sites with asphalt pavement presented the highest temperatures and lowest humidity levels. The most expressive example of this occurred at the site 7 in April, and at site 15 in September. In short, it became clear the distinct standard of the thermo-hygrometric field in the collection sites, and also in the times and periods of collection, characterizing a space-time variation.

Keywords: Variation. Collection sites. Land use.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos de climatologia urbana têm ganhado ênfase nos grandes centros de pesquisa, devido ao comprometimento da

atmosfera urbana em face da mudanças do uso do solo urbano.

Alves e Specian (2009) estudaram a variação espaço-temporal da temperatura do ar e da umidade relativa em 4 pontos da área urbana de Iporá-GO, em dois períodos (abril e

maio) e observaram a presença de ilhas de calor nos dois períodos de coleta, nos locais mais urbanizados.

Outro estudo de variação espacial das intensidades de ilhas de calor foi realizado em Tóquio, no Japão, em 1990 (YAMASHITA, 1996), em que as temperaturas foram medidas a partir de trens em movimento ao longo de 16 linhas ferroviárias em Tóquio e em áreas circundantes. O autor verificou a presença de três picos de ilhas de calor na área metropolitana.

Estudo de Montavez *et al.*, (2000) em Granada, na Espanha, também mostrou uma ilha de calor mais intensa sobre um terreno densamente construído.

Em 1994, em Bucareste, na Romênia, foram feitas medições em regiões urbano-rurais em dias nublados e com ventos, a diferença entre as temperaturas urbana e rural foi de apenas 1°C à noite. Em dias claros e calmos, a intensidade da ilha de calor foi bem maior, chegando a 3,6 °C (TUMANOV *et al.*, 1999).

O estudo de Morris e Simmonds (2000) demonstrou as variações diárias em um distrito comercial central e um aeroporto de Melbourne, na Austrália. As médias desses perfis diários foram avaliadas a partir de dados de dezembro de 1997, janeiro e fevereiro de 1998 (verão) e de junho, julho e agosto de 1998 (inverno), os resultados mostraram que as temperaturas do ar estiveram sempre mais elevadas na área comercial que no aeroporto.

Amorim (2005) realizou estudo da intensidade e forma da ilha de calor em Presidente Prudente-SP no período de inverno. As medições foram efetuadas em julho de 2002 entre 20h e 20h45min. Os resultados possibilitaram identificar ilhas de calor de alta magnitude, com intensidade máxima de 9,6°C. As variações espaciais ocorreram de acordo com os tipos de ocupação do solo e características de relevo.

Existem muitos estudos sobre o clima das cidades, a maioria tem observado que no período noturno a temperatura do ar é maior em áreas densamente construídas e com pouca vegetação (CARVALHO, 2001; STREILING

e MATZARAKIS, 2003; BARBOSA, 2005; JESUS e BRAGA, 2005; SANTOS *et al.*, 2005; SHASHUA-BAR *et al.*, 2010).

A retirada da cobertura vegetal, introdução das novas formas de relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, rugosidade da superfície, lançamento concentrado e acumulação de partículas e gases na atmosfera, e produção de energia artificial tem contribuído para a criação de microclimas distintos nos espaços intraurbanos (MENDONÇA, 1994; OFFERLE *et al.*, 2005; COUTTS *et al.*, 2007).

Devido às características de ocupação do solo, os componentes do ambiente urbano são modificados da seguinte forma (MENDONÇA, 1994):

1- Nas cidades, a radiação solar global é reduzida de 15 a 20%, e o ultravioleta, de 5 a 30%; a radiação solar direta é também inferior à da área rural;

2- A temperatura média anual e a temperatura mínima de inverno são superiores à rural cerca de 0,5°C a 1,0°C e 1,0°C a 2,0°C, respectivamente;

3- O fluxo de calor latente é mais importante na área rural, enquanto o fluxo de calor sensível é mais importante nas cidades, sendo nestas alimentado pelo calor antropogênico e pela maior participação da superfície urbana nos processos de ondas longas;

4- A maior concentração de aerossóis nas cidades aumenta em torno de 50 vezes o total de núcleos de condensação, elevando assim a nebulosidade urbana em relação à área rural e natural;

5- A precipitação urbana é relativamente superior (5 a 10%) às demais áreas, enquanto a umidade relativa se comporta de maneira inversa (média anual é inferior a 6%);

6- A estrutura e morfologia urbana condicionam a movimentação do ar, direcionando e reduzindo (de 10 a 30%) a velocidade do vento.

7- O albedo médio das cidades é de 0,15, enquanto nas áreas rurais é de 0,18 a

0,25 e superior nas áreas florestadas, sendo que a insolação é cerca de 5 a 15% inferior à da área rural.

A existência de vegetação nas cidades tem sido considerada um dos itens mais importantes para obtenção de qualidade de vida dos cidadãos. Nas cidades, ambientes altamente alterados, as vegetações são encontradas em poucas áreas remanescentes naturais ou que foram implantadas (parques, jardins, praças).

As plantas influenciam em microclimas urbanos, pela sua atuação no controle da incidência solar, da temperatura, e umidade do ar, dos ventos, das chuvas e exerce um efeito moderador da poluição do ar. A vegetação contribui para uma ambiência urbana agradável, porque protege dos efeitos da radiação solar, criando um efeito de filtro. Em alguns casos, elas constituem canais e barreiras, nas quais as folhagens funcionam como relevantes obstáculos.

A relação entre vegetação e temperatura do ar ocorre no controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar. A vegetação também serve para atenuar a intensidade de precipitação no solo e modifica a concentração da umidade na atmosfera e na superfície adjacente. São várias as escalas pelas quais a vegetação pode atuar, desde uma escala micro até uma escala macro.

Jesus e Braga (2005) observaram que a maioria das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro - São Paulo, desempenha função predominantemente socioeconômica, com o objetivo de proporcionar o lazer e o convívio social, bem como o turismo. Todavia, estas mesmas áreas são eficientes no que se refere à atenuação dos impactos negativos (poluição do ar, visual, sonora, ilhas de calor etc.) provocados pela urbanização e contribuem para a diversidade da paisagem.

Barbosa (2005) verificou que a vegetação presente nas áreas verdes condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos.

Streiling e Matzarakis (2003) analisaram efeitos das árvores isoladas e

pequenos aglomerados de árvores no bioclima de Fahnenbergplatz, no centro da cidade de Freiburg, no sudoeste da Alemanha, e constataram o efeito positivo das árvores no ambiente térmico. Em particular, a temperatura média radiante e o índice térmico mostraram diferenças entre as áreas com árvores e áreas sem árvores, apesar do pequeno tamanho da área de investigação.

O estudo de Shashua-Bar *et al.* (2010) constataram a importância das árvores no meio urbano para atenuar o efeito de ilha de calor em um verão quente e úmido, no qual o efeito térmico da árvore foi dependente principalmente de seu nível de cobertura do dossel e densidade de plantio nas ruas de Tel Aviv em Israel.

O objetivo deste trabalho foi analisar o padrão da temperatura do ar e da umidade relativa em 15 pontos, em escala microclimática, no *campus* de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. Nessa escala de abordagem, a problemática ambiental torna-se mais perceptível às pessoas, sendo que a presença de superfícies vegetadas ou superfícies pavimentadas interferem sensivelmente no padrão microclimático das variáveis ambientais e consecutivamente na qualidade de vida das pessoas.

Dessa forma, a relevância de estudos em escala microclimática está em viabilizar maior conhecimento sobre o microclima, além de fornecer subsídios ao planejamento do uso e ocupação do solo.

A macrozona urbana da cidade de Cuiabá, MT, com 252 km², localizada no Centro Geodésico da América do Sul, está situada na zona intertropical do Planeta, com clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, identificado prioritariamente pela temperatura, apresentando duas estações bem definidas: uma seca, de abril a outubro, e outra chuvosa, de novembro a março, com médias entre 28°C e 32°C (BARROS *et al.*, 2010).

A pluviosidade média anual fica em torno de 1500mm, concentrada na estação chuvosa. A concentração das chuvas produz na região grandes contrastes ao longo do ano nas superfícies vegetadas, apresentando, nos períodos de secas, alto risco de queimadas,

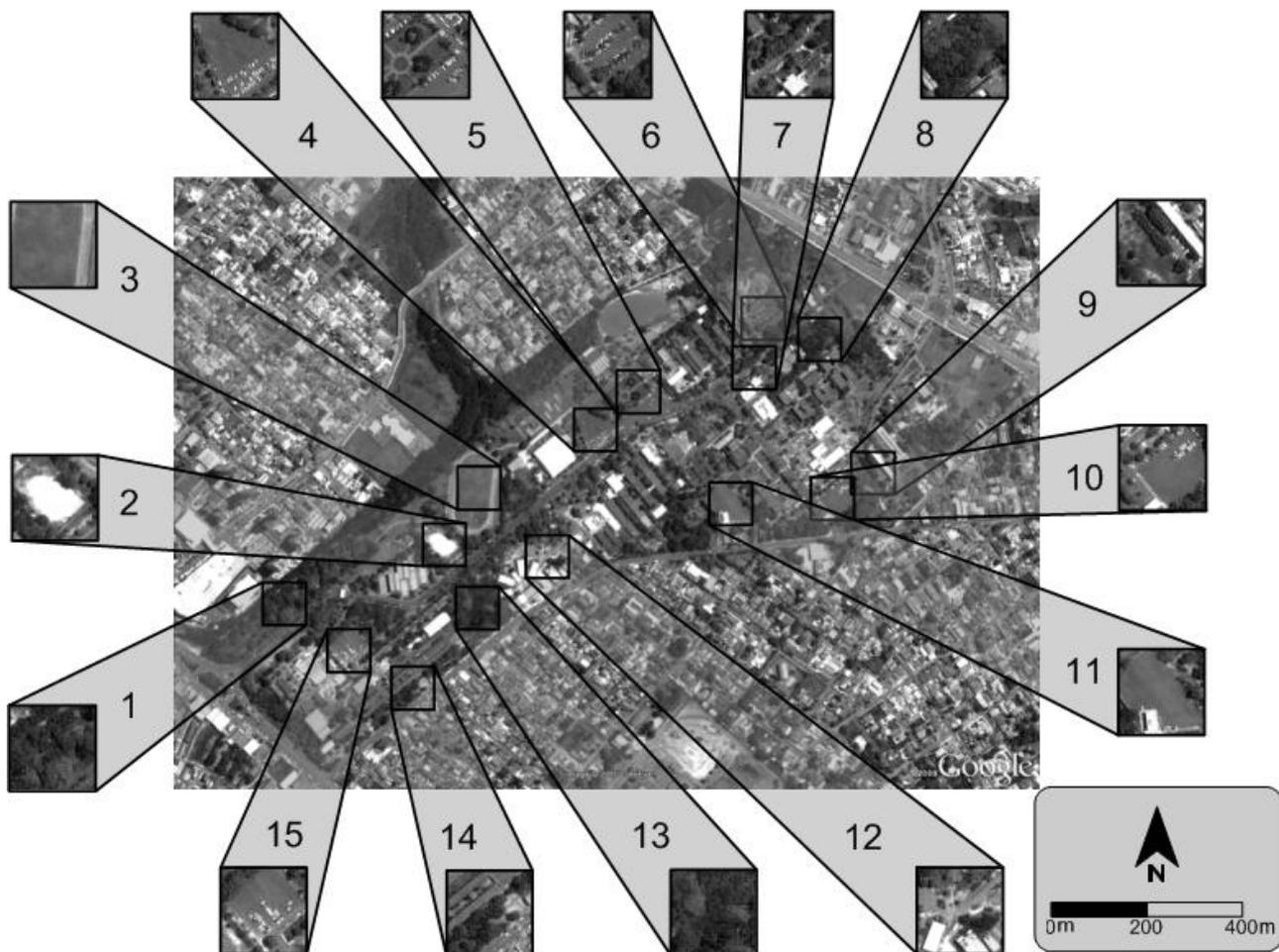


Figura 1 :Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Localização dos pontos de coleta

favorecendo uma modificação periódica espacial e temporal no albedo e na umidade do solo e, conseqüentemente, na variabilidade dos processos físicos da atmosfera da região.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a coleta de dados de temperatura do ar e umidade relativa, foram escolhidos 15 pontos de coleta que possuíssem diferentes usos do solo no *campus* de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso, são eles: ponto 1, constituído por vegetação predominante arbórea; ponto 2, composto por campo de areia circundado por árvores; ponto 3, formado por campo de futebol gramado; ponto 4, constituído por estacionamento (pavimento asfáltico); ponto 5, composto por praça gramada circundada por pavimento asfáltico; ponto 6, formado por estacionamento (pavimento asfáltico) circundado por árvores;

ponto 7, constituído por pavimento asfáltico com árvores; ponto 8, composto por vegetação predominante arbórea; ponto 9, área construída com gramado; ponto 10, constituído por estacionamento (pavimento asfáltico); ponto 11, formado por estacionamento (pavimento asfáltico); ponto 12, área de solo nu com construções; ponto 13, composto por vegetação predominante arbórea; ponto 14, área construída com árvores e ponto 15, constituído por estacionamento (pavimento asfáltico), conforme figura 1. Essa metodologia foi adaptada dos estudos de Santos *et al.* (2005), Coutts *et al.* (2007), Shashua-Bar *et al.* (2010), Barros *et al.* (2010).

Em cada ponto foram realizadas três coletas diárias (8h, 14h e 20h) de temperatura do ar e umidade relativa, nos dias 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 de abril e 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 de setembro de 2010, por meio de 2 termo-higrômetros digitais (HT - 4000, ICEL

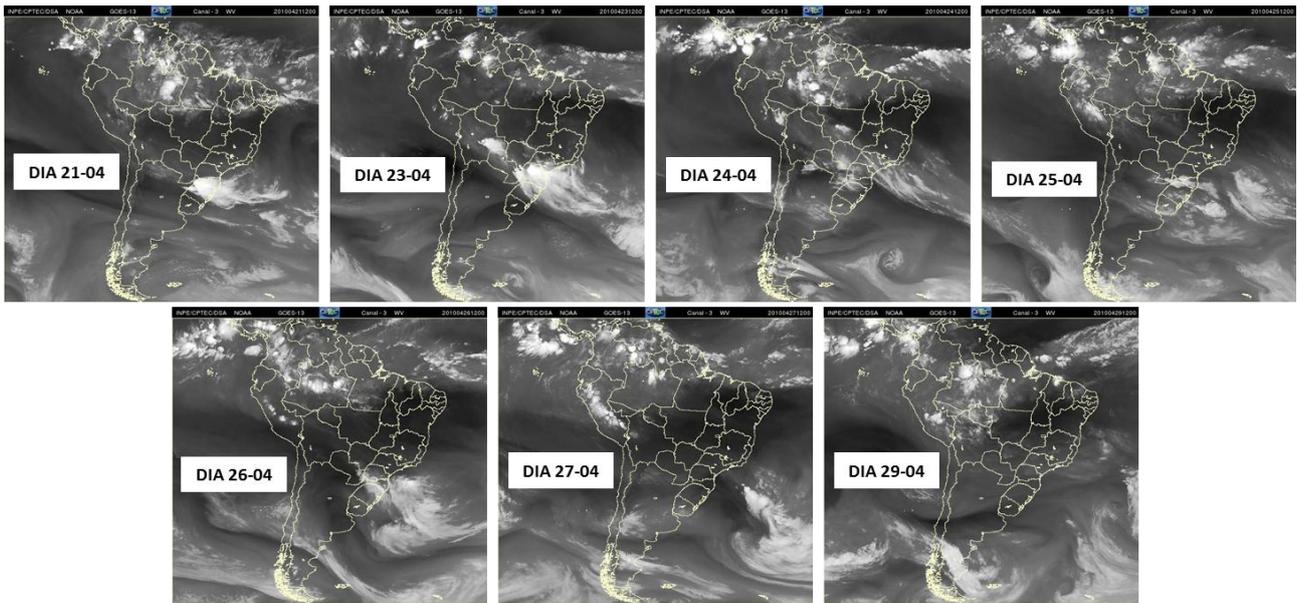


Figura 2 : Imagens do Satélite GOES 12 dos dias 21, 23, 24, 25, 26, 27 e 29 de abril de 2010.

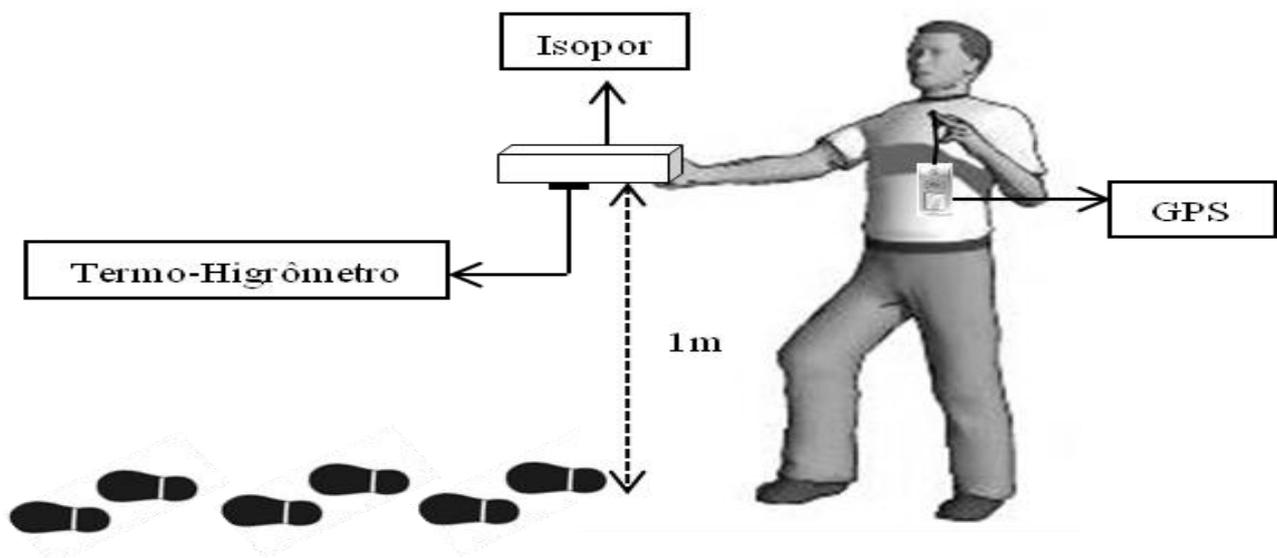


Figura 3 : Método de coleta dos dados.

Manaus). As coletas foram realizadas em abril e setembro, por causa das diferenças sazonais entre esses dois períodos, em abril - final do período chuvoso -, e setembro - período seco -, e os horários devido às recomendações da OMM (Organização Mundial de Meteorologia), pois estes contemplam os três períodos do dia (manhã, tarde e noite). Na parte superior do aparelho, colocou-se uma superfície de isopor para se evitar ao máximo a

radiação solar direta no mesmo; as laterais e a parte inferior ficaram descobertas para facilitar a livre circulação do ar. Foi posicionado a 1.5m acima do solo e distante 0.6m do observador (Figura 2).

A cobertura vegetal da área urbana é constituída por remanescentes de cerrado e matas ciliares, formando um verdadeiro cinturão em torno da área urbana de Cuiabá (BARROS *et al.*, 2010).

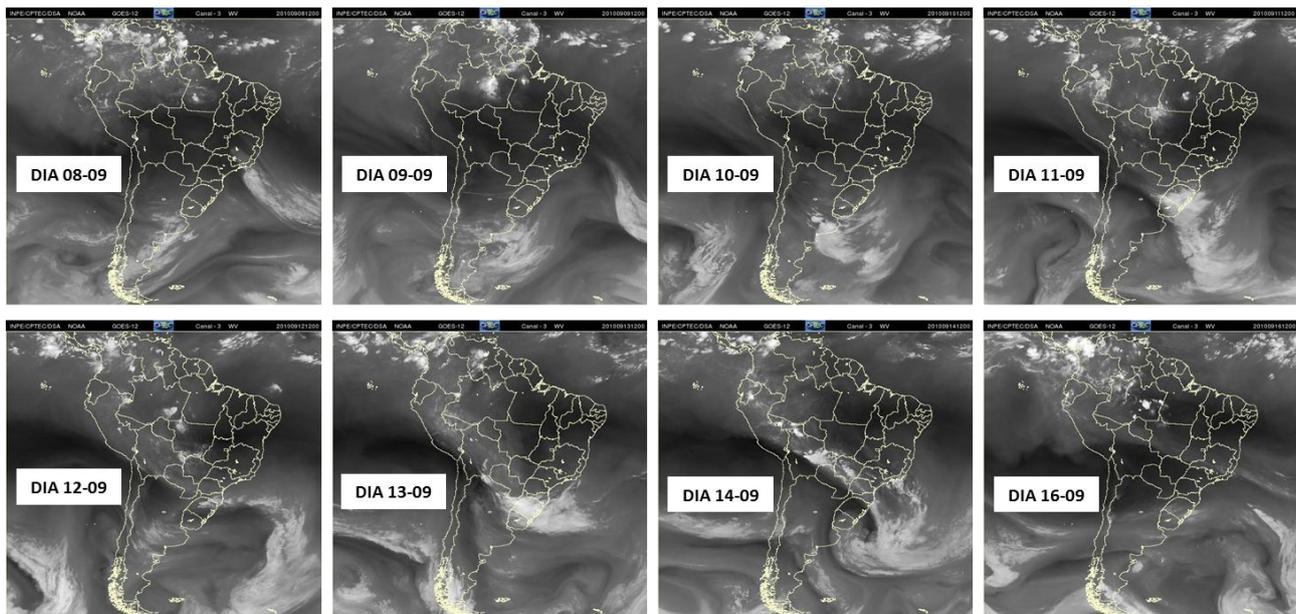


Figura 4 : Imagens do Satélite GOES 12 dos dias 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 e 16 de setembro de 2010.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise sinótica da coleta de abril e setembro

Na imagem do satélite GOES 12 (Figura 3) do dia 21/04, observa-se um anticiclone extenso que persiste sobre grande parte do Brasil, com centro sobre a região Centro-Oeste. Esse anticiclone continua presente no dia 23/04. Nota-se no dia 24/04 a presença de um sistema frontal estacionário entre Bolívia, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Observa-se no dia 25/04 um cavado dominando o escoamento em latitudes médias no Continente. Esse sistema tem acoplados os Jatos Subtropicais (JST) e o Jato Polar Norte (JPN). Um segundo cavado associado com a mesma área ciclônica está sobre a Bolívia e o Sul do Brasil. No dia 26/04, há predomínio da mesma característica sinótica do dia 25/04.

No dia 27, verifica-se um anticiclone com centro a leste do Espírito Santo com crista em Minas Gerais, Goiás, sul de Tocantins, sudeste do Pará e leste de Mato Grosso, por isso ainda as temperaturas ficaram elevadas entre o Sudeste e o Centro-Oeste, e a umidade do ar esteve baixa. No dia 29/04, houve o domínio de uma circulação anticiclônica, com o centro deslocado para leste, sobre Tocantins e oeste da Bahia. Sua posição gerou escoamento difluente, direcionado de norte

para sudoeste, sobre o noroeste do continente, assim tem-se muita nebulosidade nesta área onde predominou a massa de ar continental equatorial (quente e úmida). Na imagem do satélite GOES 12 (Figura 4), é possível averiguar que, em todo o período de coleta de setembro, predominou circulação anticiclônica sobre o Centro-Oeste do Brasil, com baixa umidade relativa do ar. Sendo que em 11/09 a circulação anticiclônica esteve com seu núcleo sobre o nordeste de Mato Grosso.

3.2 Análise Exploratória

Nota-se, na tabela 1, que em todos os pontos a média da temperatura do ar esteve superior em setembro, assim como os valores máximos e o desvio padrão, já em relação aos valores mínimos, setembro apresentou os menores valores, isso denota maior amplitude térmica diária, que pode ser ocasionada pela baixa umidade do ar neste período (atuação de anticiclone). A água possui elevado calor específico, levando mais tempo para absorver e perder energia, funcionando como controlador da temperatura, em sua falta a temperatura tende a variar mais (maior amplitude).

Observa-se que em média o ponto 7 (pavimento asfáltico com árvores) apresentou a maior temperatura do ar (31.5°C) em abril, em setembro foram os pontos 11 e 15, ambos

Tabela 1 :Estatística descritiva da temperatura do ar em abril e setembro.

pontos	Temperatura do ar/abril					Temperatura do ar/setembro				
	N	média	mínimo	máximo	desv. pad.	n	média	mínimo	máximo	desv. pad.
1	21	30.7	25.0	37.4	4.3	24	33.2	23.8	42.7	5.4
2	21	30.8	25.1	37.1	4.0	24	32.9	23.6	42.3	5.3
3	21	31.0	25.3	38.6	4.3	24	32.8	23.4	42.0	5.2
4	21	31.0	25.4	38.6	4.0	24	32.9	23.2	41.5	5.1
5	21	31.0	25.7	38.4	4.1	24	32.7	23.2	41.2	5.1
6	21	31.3	26.7	37.6	3.3	24	32.6	23.1	39.7	4.6
7	21	31.5	26.1	37.2	3.1	24	32.2	23.2	40.0	4.6
8	21	31.0	26.0	38.1	3.5	24	32.8	23.0	40.3	4.8
9	21	30.6	24.5	37.4	3.9	24	33.2	23.2	41.0	5.0
10	21	30.6	24.3	37.4	3.9	24	33.2	23.2	41.2	5.0
11	21	30.7	24.2	37.5	3.7	24	33.5	23.3	41.8	5.0
12	21	30.4	24.2	37.8	3.6	24	33.4	23.6	41.7	5.1
13	21	30.4	24.1	37.5	3.7	24	33.4	23.6	41.9	5.1
14	21	30.5	24.1	36.4	3.7	24	33.3	23.5	41.5	5.0
15	21	30.7	24.4	36.8	3.7	24	33.5	23.7	41.5	4.9

constituídos por estacionamento (pavimento asfáltico), que apresentaram em média o maior valor (33.5°C), nota-se relação entre o tipo de superfície, no caso pavimento asfáltico, e os maiores valores térmicos.

Em abril, a menor temperatura média foi detectada nos pontos 12 (solo nu com construções) e 13 (vegetação predominante arbórea) com valor de 30.4°C, em setembro a menor média foi verificada no ponto 7 (pavimento asfáltico com árvores) (32.2°C).

Nota-se que o ponto 7, em abril, apresentou a maior média de temperatura e em setembro a menor média, isso mostra que em determinados momentos outros fatores geourbanos podem exercer maior influência nos padrões térmicos que os tipos de uso e ocupação do solo.

O menor valor mínimo, em abril, foi observado no ponto 13 composto por vegetação predominante arbórea e ponto 14 área construída com árvores, ambos com 24.1°C. Em setembro, o menor valor mínimo foi verificado no ponto 8 (vegetação predominante arbórea) com a temperatura do ar de 23°C, revelando a importância das árvores para o arrefecimento da temperatura do ar.

O valor máximo em abril ocorreu no ponto 3 (campo de futebol-gramado) e no

ponto 4 (estacionamento-pavimento asfáltico) no valor de 38.6°C; já em setembro, o ponto 1 (vegetação arbórea próxima à área densamente construída) apresentou a maior taxa térmica (42.7°C); em abril, acredita-se que o valor máximo tenha ocorrido no ponto 3 devido à grande área aberta do campo de futebol, proporcionando a rápida emissão de ondas longas para o ar, aquecendo-o mais intensamente que em outros locais, e no ponto 4 em função da presença de estacionamento com pavimento asfáltico sem a presença de árvores. Já em setembro, um ponto com área predominantemente vegetada apresentou a maior temperatura, supõe-se que possa ter ocorrido processo de advecção, transportando ar quente da área circundante densamente construída para o ponto de coleta, algo já descrito no trabalho de Eliasson e Upmanis (2000).

Na tabela 2, observam-se os valores médios, mínimos, máximos e os desvios padrão da umidade relativa do ar em abril e setembro, nota-se que inversamente ao apresentado para a temperatura do ar, setembro apresentou os menores valores médios e máximos, e menores valores mínimos, no entanto, os desvios padrão, continuaram maiores.

Tabela 2 :Estatística descritiva da umidade relativa do ar em abril e setembro.

pontos	Umidade relativa do ar/abril					Umidade relativa do ar/setembro				
	n	média	Mínimo	máximo	desv. Pad.	n	média	mínimo	máximo	desv. Pad.
1	21	68.0	39.8	85.9	13.3	24	35.4	16.5	72.7	14.9
2	21	66.5	38.4	86.0	14.1	24	36.4	17.2	73.2	15.0
3	21	66.0	37.4	84.4	14.5	24	37.0	18.7	73.8	14.8
4	21	65.1	38.9	83.9	13.8	24	35.9	17.8	74.8	15.0
5	21	66.0	38.4	83.5	13.6	24	36.6	18.5	74.8	14.8
6	21	64.5	39.0	86.3	12.1	24	36.3	18.0	75.5	14.3
7	21	64.4	37.9	86.1	11.7	24	36.4	18.7	75.1	14.0
8	21	65.3	35.1	85.5	12.9	24	36.0	17.7	76.9	14.8
9	21	66.2	35.3	85.6	13.9	24	35.0	17.6	75.9	15.1
10	21	65.1	33.8	85.7	14.3	24	34.8	17.1	75.9	15.2
11	21	65.5	40.7	85.3	13.3	24	34.7	17.2	75.5	15.2
12	21	67.4	41.3	86.6	14.2	24	35.3	16.9	74.5	15.3
13	21	66.2	41.8	86.9	14.4	24	35.0	17.1	74.2	15.1
14	21	65.6	34.9	85.8	15.5	24	34.6	16.8	74.9	15.1
15	21	65.4	38.8	85.1	14.3	24	34.3	16.7	74.7	15.1

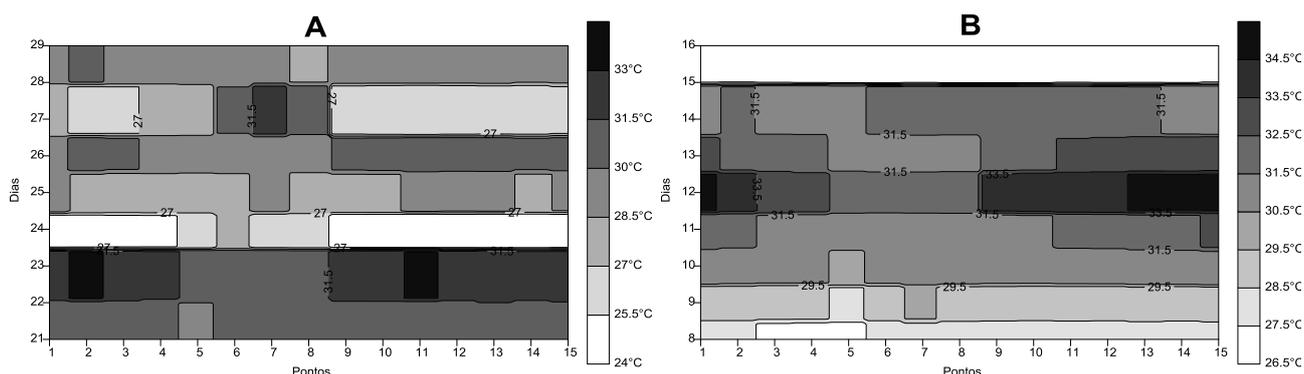


Figura 5 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da temperatura do ar: às 8h em abril (A) e em setembro (B).

Em abril, no ponto 1, foi verificado, em média, o maior valor higrométrico (68%), por causa da vegetação arbórea existente no local, já em setembro foi o ponto 3 que apresentou, em média, o maior valor de umidade relativa (37%), ocasionado, neste período, pela irrigação diária no campo de futebol. Sobre o menor valor médio da umidade relativa nota-se que, em abril, o ponto 7 apresentou o menor valor (64.4%), o que o caracteriza como local quente e seco durante o mês de abril, enquanto, em setembro, o ponto 15 apresentou o menor valor higrométrico (34.3%), em função da falta de arborização, o que o caracteriza como sendo quente e seco no mês de setembro.

Sobre o valor mínimo, verifica-se que em abril o ponto 10, constituído por estacionamento com pavimento asfáltico, apresentou o menor valor (33.8%). Em setembro, o valor mínimo foi observado no ponto 1, com valor de 16.5%, conforme já mencionado, devido a um possível processo de advecção. O maior valor mínimo, em abril, foi observado no ponto 13 (vegetação arbórea) com 41.8%, em setembro foi o ponto 3 (18.7%). Para o valor máximo, em abril, o ponto 13 apresentou o maior valor (86.9%); em setembro, foi o ponto 8 que apresentou o maior valor higrométrico (76.9 %), ambos apresentam vegetação predominantemente

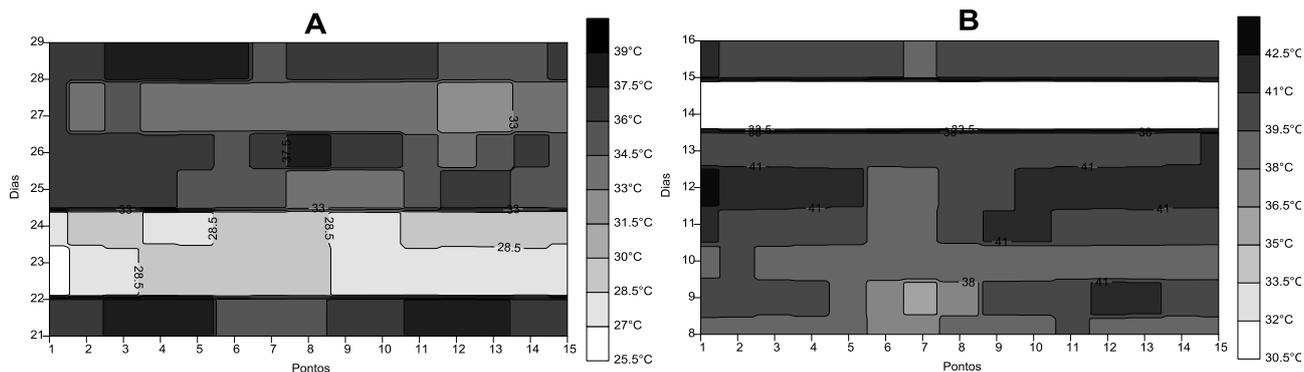


Figura 6 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da temperatura do ar: às 14h em abril (A) e em setembro (B).

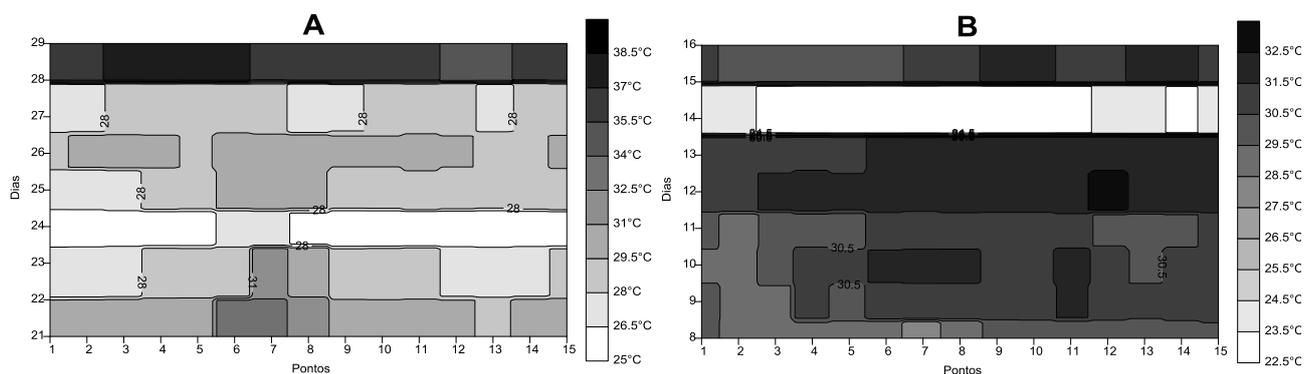


Figura 7 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da temperatura do ar: às 20h em abril (A) e em setembro (B).

arbórea. Em abril, o menor valor máximo foi verificado no ponto 5, com valor de 83.5%; já em setembro, foi o ponto 1, com 72.7%.

3.3 Padrões da Temperatura do Ar

Nas figuras 5, 6 e 7, é expresso o padrão da temperatura do ar das coletas de abril e setembro às 8h, 14h e 20h, respectivamente.

Nota-se que para as 8h (Figura 5), em abril, o dia 24 apresentou as menores temperaturas, de 24°C a 27°C, devido à atuação de um sistema frontal na região Centro-Oeste, enquanto no dia 23 foram observados os maiores valores térmicos (30°C a 33°C), sendo os pontos 2 e 11 os mais aquecidos. Nas coletas de setembro, o dia 16 apresentou os menores valores térmicos na faixa de 26.5°C a 27.5°C; no dia 12, observaram-se os maiores valores (31.5°C a 34.5°C), tendo os pontos 1, 13 e 15 apresentando os maiores valores na cifra de 34.5°C.

Com a figura 6, é possível notar que ao contrário das 8h, às 14h, o dia 23 apresentou as menores temperaturas do ar (25.5°C a 30°C) em abril, e as maiores (34.5°C a 39°C) foram verificadas no dia 21, com 38.5°C nos pontos 4 e 5. Em setembro, foram os dias 14 e 12, que apresentaram os menores (30.5°C a 32°C) e os maiores valores (38°C a 42.5°C) de temperatura do ar, sendo o ponto 1 o mais quente. Já para as 14h, o mês de setembro apresentou as maiores amplitudes, tendo no dia 9 a amplitude de 5.1°C.

Para as 20h (Figura 7A), o dia 24 voltou a apresentar as menores temperaturas do ar na faixa de 25°C a 28°C; as maiores (34°C a 38.5°C) foram observadas no dia 29, com valor de 38.3°C no ponto 5. Na figura 7B, nota-se que assim como as 14h, o dia 14 de setembro voltou a apresentar as menores temperaturas do ar (22.5°C a 24.5°C), os maiores valores foram verificados no dia 12 (30.5°C a 32.5°C) tendo o ponto 12 apresentado 32.7°C. Observa-se que a maior amplitude térmica foi verificada em abril, no dia 23, com amplitude de 4.4°C.

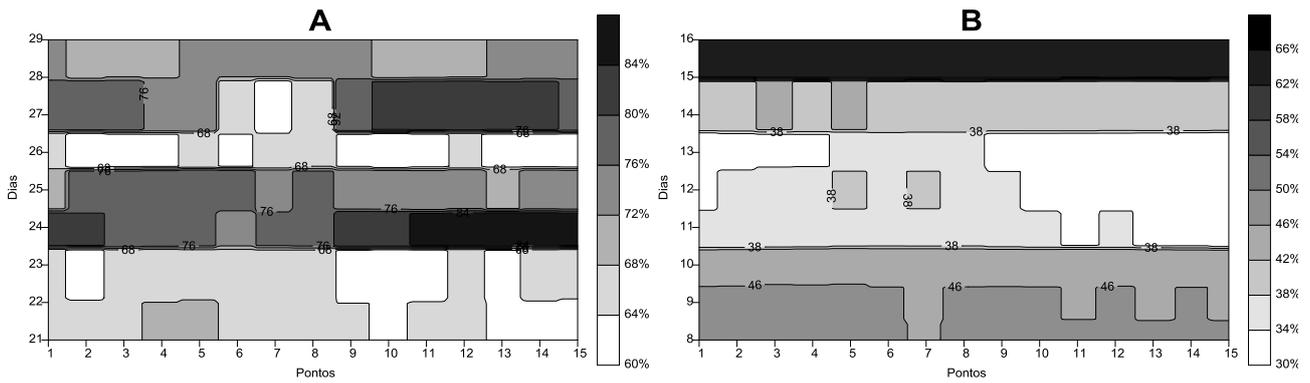


Figura 8 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da umidade relativa do ar: às 8h em abril (A) e em setembro (B).

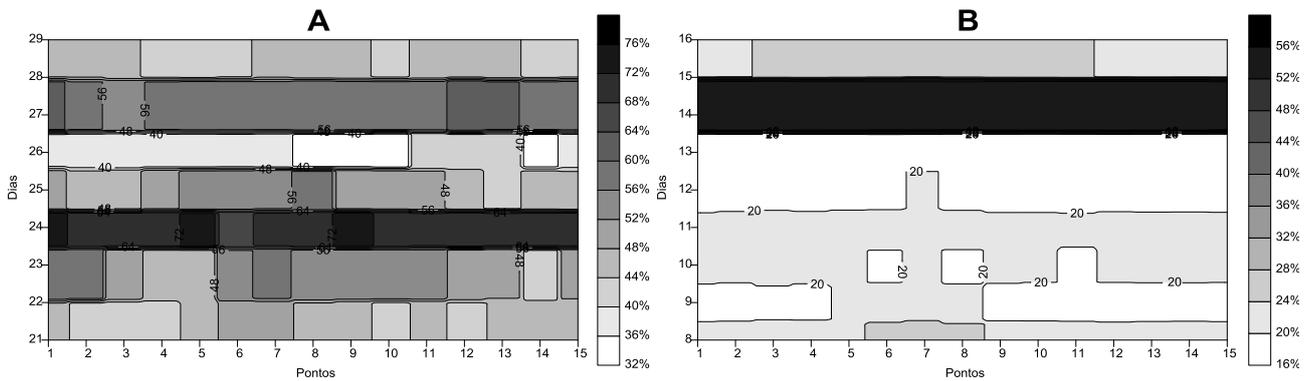


Figura 9 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da umidade relativa do ar: às 14h em abril (A) e em setembro (B).

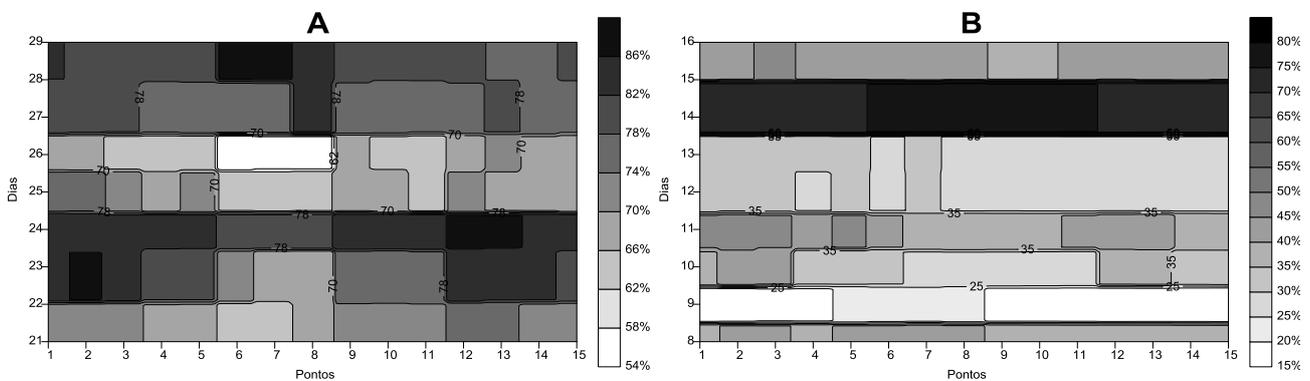


Figura 10 : Cuiabá/MT: Campus da UFMT - Padrão da umidade relativa do ar: às 20h em abril (A) e em setembro (B).

3.4 Padrões da Umidade Relativa do Ar

As figuras 8, 9 e 10 apresentam o padrão da umidade relativa do ar das coletas de abril e setembro às 8h, 14h e 20h, respectivamente.

Nota-se que para as 8h (Figura 8), em abril, o dia 26 apresentou as menores umidades, de 60% a 72%, enquanto no dia 24 foram observados os maiores valores higrométricos (72% a 84%) sendo o pontos 5 o

mais úmido. Nas coletas de setembro, o dia 13 apresentou os menores valores higrométricos na faixa de 30% a 38%; no dia 16, observaram-se os maiores valores na faixa de 66%, tendo o pontos 9 apresentando os maiores valores na cifra de 64.5%.

Em abril, foram verificadas as maiores amplitudes higrométricas; no dia 27, observou-se a maior amplitude (19.8%).

Na figura 9, é possível notar que, assim como às 8h, às 14h, o dia 26 continuou a

apresentar as menores umidades (32% a 44%) em abril, e as maiores (64% a 76%) foram verificadas no dia 24, com 74.5% no ponto 9. Em setembro, foi o dia 13 que apresentou os menores valores na faixa de 16% a 20%, e os maiores valores higrométricos (52% a 56%) foram observados no dia 14, sendo o ponto 3 o mais úmido (55%). Às 14h, abril continuou apresentando as maiores amplitudes, tendo no dia 23 a amplitude de 15.7%.

Para as 20h (Figura 10A), o dia 26 voltou a apresentar as menores taxas higrométricas na faixa de 54% a 74%, as maiores (78% a 87%) foram observadas no dia 24, com valor de 86.9% no ponto 13. Na figura 10B, nota-se que o dia 9 de setembro apresentou suas menores umidades (15% a 25%); os maiores valores foram verificados no dia 14 (70% a 80%), tendo o ponto 8 apresentado 76.9%. Observa-se também que a maior amplitude da umidade relativa foi verificada em abril, no dia 23, com amplitude de 19.4%.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dia 24 de abril apresentou as menores temperaturas e as maiores taxas higrométricas, em virtude da entrada de um sistema frontal, e no dia 26 os menores valores higrométricos (atuação de anticiclone). Para setembro, o dia 14 apresentou os menores valores de temperatura do ar e os maiores valores higrométricos, e o dia 12, as maiores temperaturas, já as menores umidades foram identificadas no dia 13, o que reforça o argumento de se coletar dados nesses dois meses (abril e setembro).

Em diversos momentos, o uso do solo foi fator importante nos valores da temperatura do ar e da umidade relativa, sendo que os pontos constituídos de pavimento asfáltico apresentaram as maiores temperaturas e as menores taxas higrométricas, o exemplo mais significativo ocorreu no ponto 7 (pavimento asfáltico com árvores) em abril, e no ponto 15 (pavimento asfáltico) em setembro. Notou-se também a importância das áreas verdes para o arrefecimento da temperatura do ar e para o acréscimo da umidade relativa. Todavia, em

algumas coletas observou-se que o uso do solo não conseguiu explicar a variabilidade térmica e higrométrica, nestes casos outros fatores geourbanos se sobressaíram.

Em síntese, tornou-se evidente o padrão distinto do campo termo-higrométrico nos pontos, e também nos horários e períodos de coleta, caracterizando variabilidade espaço-temporal. Em estudos futuros, recomenda-se a análise com outros fatores geourbanos, para que estes possam, em conjunto, melhorar a compreensão da variabilidade espacial da temperatura do ar e da umidade relativa em microclimas.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro; aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental e à Universidade Federal de Mato de Grosso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 8, n. 17, p. 181-191, 2009.
- AMORIM, M. C. de C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Geosul**, Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- BARBOSA, R. V. R. **Áreas Verdes e Qualidade Térmica em Ambientes Urbanos**: estudo em microclimas de Maceió (AL). 2005. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- BARROS, M. P. de; DE MUSIS, C. R.; HORNICK, C. Parque da cidade Mãe Bonifácia, Cuiabá-MT: toponímia e amenização climática em um fragmento de cerrado urbano. **REVSBAU**, Piracicaba-SP, v. 5, n. 2, p. 01-18, 2010.
- CARVALHO, M. M. de. **Climaurbano e vegetação**: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal. 2001. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo),

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, Natal, 2001.

COUTTS, A. M.; BERINGER, J.; TAPPER, N. J. Impact of increasing urban density on local climate: Spatial and temporal variations in the surface energy balance in Melbourne, Australia. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, Washington, v. 46, n. 4, p. 477-493, 2007.

v ELIASSON, I.; UPMANIS, H. Nocturnal airflow from urban parks-implications for city ventilation. **Theoretical and Applied Climatology**, Vienna, v. 66, n. 1-2, p. 95-107, 2000.

JESUS, S. C. de.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 6, n. 16, p. 207-224, 2005.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. 1994. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MONTAVEZ, J. P.; RODRIGUEZ, A.; JIMENEZ, J. I. A study of the urban heat island of Granada. **International Journal of Climatology**, New Jersey, v. 20, p. 899-911, 2000.

MORRIS, C. J. G.; SIMMONDS, L. Associations between varying magnitudes of the urban heat island and the synoptic climatology in Melbourne, Australia. **International Journal of Climatology**, New Jersey, v. 20, p. 1931-1954, 2000.

OFFERLE, B.; JONSSON, P.; ELIASSON, I.; GRIMMOND, C. S. B. Urban Modification of the Surface Energy Balance in the West African Sahel: Ouagadougou, Burkina Faso. **Journal of Climate**, New York, v. 18, n. 19, p. 3983-3995, 2005.

SANTOS, E. O.; SANTOS, T. O.; MENDES, D.; MARTINS, L. A. Urbanização e alterações

microclimáticas em Juiz de Fora – MG.

Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2005.

SHASHUA-BAR, L.; POTCHTER, O.; BITAN, A.; BOLTANSKY D.; YAAKOV, Y. Microclimate modelling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel. **International Journal of Climatology**, New Jersey, v. 30, n. 1, p. 44-57, 2010.

STREILING, S.; MATZARAKIS, A. Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study. **Journal of Arboriculture**, Athens, v. 29, n. 6, p. 309-316, 2003.

TUMANOV, S. A.; STA N-SIOU, A.; LUPU, C.; SOEI.; OPREA, C. Influences of the city of Bucharest on weather and climate parameters. **Atmospheric Environment**, Washington, v. 33, p. 4173-4183, 1999.

YAMASHITA, S. Detailed structure of heat island phenomena from moving observations from electric tram - cars in metropolitan Tokyo. **Atmospheric Environment**, Washington, v. 30, n. 3, p. 429-435, 1996.

Data de submissão: 08.04.2011

Data de aceite: 22.07.2012

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.