

O USO DO SOLO E AS MUDANÇAS MICROCLIMÁTICAS:
estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso

*THE LAND USE AND CHANGES MICROCLIMATIC:
case study in Cuiabá campus of the University Federal Mato Grosso*

*USO DEL SUELO Y CAMBIOS MICROCLIMÁTICOS: estudio de caso en
Cuiabá campus de la Universidad Federal de Mato Grosso*

Elis Dener Lima Alves

Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo.
Escola de Engenharia de São Carlos. Avenida Trabalhador São-carlense, 400
Arnold Schimidt
E-mail: elisdener@usp.br

Marcelo Sacardi Biudes

Doutor em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso
Professor Adjunto II do Instituto de Física e do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da
UFMT. Av. Fernando Correa da Costa, nº 2367,
Bloco da Pós-Graduação em Física Ambiental
Boa Esperança. 78060-900 - Cuiaba, MT - Brasil
E-mail:marcelo@pgfme.ufmt.br

Resumo

Atualmente, a crescente urbanização tem gerado sérios problemas ambientais, que refletem na qualidade de vida das pessoas. No local de estudo, o uso do solo tem sido transformado, as áreas verdes estão dando espaço às edificações, sem estudo prévio de como estas modificações afetariam o comportamento do seu microclima. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi de analisar em dois períodos, chuvoso e seco, em três horários, 8h, 14h e 20h, a variabilidade espacial e temporal da temperatura do ar e da umidade relativa do ar no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. Para tanto, foram escolhidos 15 pontos de coleta no campus, que foram estabelecidos conforme os diferentes tipos de uso do solo. Nesses pontos foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa por meio de termo-higrômetros digitais (HT-400, Icel), em dois períodos: de 21 a 29 de abril de 2010 e chuvoso e 08 a 16 de setembro. Quanto à variabilidade temporal, os resultados revelaram que os dois períodos de coleta apresentaram valores e comportamentos distintos. Em relação à variabilidade espacial foi observado que a temperatura do ar e da umidade relativa do ar estiveram correlacionadas com os tipos de uso do solo. Em que as áreas cobertas por vegetação apresentaram os menores valores médios de temperatura do ar e os maiores valores médios de umidade relativa, enquanto que as áreas cobertas por pavimento asfáltico apresentaram o inverso. Portanto, observa-se a urgente necessidade de se planejar a área de estudo em relação ao seu ambiente climático.

Palavras-chave: microclima, uso do solo, temperatura do ar.

Abstract

Currently, increasing urbanization has led to serious environmental problems, which reflect the quality of life. In the study area, land use has been processed, the green areas are giving way to buildings, without previous study of how these changes affect the behavior of your microclimate. Thus the aim of this study was to analyze in two periods, rainy and dry in three hours, 8h, 14h and 20h, the spatial and temporal variability of air temperature and relative humidity on the campus of the Cuiabá fo University Mato Grosso. Therefore, we selected 15 collection points on campus, which were established according to the different types of land use. These data points were collected in air temperature and relative humidity by means of digital thermo-hygrometer (HT-400, Icel) in two periods: from 21 to 29 April 2010 and rainy, and 08-16 September. As for temporal variability, the results revealed that the two collection periods presented values and behavior. Regarding the spatial variability was observed that the air temperature and relative humidity were correlated with the types of land use. In the areas covered by vegetation had the lowest average air temperature and the highest average relative humidity, while the areas covered by asphalt pavement showed the reverse. Therefore, there is the urgent need to plan for the study area in relation to their climatic environment.

Keywords: microclimate, land use, temperature air.

Resumen

En la actualidad, la creciente urbanización ha provocado graves problemas ambientales, que reflejan la calidad de vida. En el área de estudio, uso de la tierra ha sido procesado, las áreas verdes están dando paso a los edificios, sin un estudio previo de cómo estos cambios afectan el comportamiento de su microclima. Así, el objetivo de este estudio fue analizar en dos períodos, lluviosa y seca en tres horas, 8h, 14h y 20h, la variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire y la humedad relativa en el campus de Cuiabá de la Universidad Federal del Mato Grosso. Po lo tanto, se seleccionaron 15 puntos de recogida en el campus, que se establecieron de acuerdo a los diferentes tipos de uso de la tierra. Estos puntos de datos se recogieron en la temperatura del aire y la humedad relativa por medio de la tecnología digital termohigrómetro (HT-400, Icel) en dos periodos: 21-29 abril de 2010 y de lluvias, y septiembre 8 a 16. En cuanto a la variabilidad temporal, los resultados revelaron que los dos períodos de cobro presentado valores y comportamientos. En cuanto a la variabilidad espacial se observó que la temperatura del aire y la humedad relativa fueron correlacionados con los tipos de uso de la tierra. En los ámbitos cubiertos por la vegetación tenía la temperatura media del aire más baja y más alta la humedad relativa media, mientras que las áreas cubiertas por pavimento de asfalto mostraron lo contrario. Por lo tanto, existe la urgente necesidad de hacer planes para el área de estudio en relación con su entorno climático.

Palabras-clave: microclima, uso del suelo, temperatura del aire.

Introdução

A crescente urbanização, nos grandes centros, pode gerar sérios problemas de degradação ambiental, bem como consideráveis prejuízos econômicos, sociais e

dequalidade de vida às comunidades urbanas e rurais (NIKOLOPOULOU; LYKLOUDIS, 2006). No caso específico da qualidadeclimatológica, notam-se significativas diferenças entre os dados climáticos do ambienteurbano comparados com o rural (FIGUEROLA; MAZZEO, 1998;GRIMM *et al*, 2008), ou seja, o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana. Contudo, essa qualidade climática, nas cidades, pode ser alcançada ao se considerar os tipos de uso e ocupação do solo do ambiente urbano juntamente com os dados ambientais.

Adequar o ambiente construído ao clima significa, antes de tudo, criar espaços que permitam ao homem melhores condições de conforto (ROTH, 2007). O entendimento de clima e de como este interage com o meio é de fundamental importância para o planejamento urbano. Havendo a necessidade de se definir princípios apropriados à boa gestão do espaço edificado, com intuito de promover ambientes confortáveis (HAMDI; SCHAYES, 2008), sobretudo no que diz respeito às sensações termo-higrométricas.

A existência de vegetação nas cidades tem sido considerada um dos itens mais importantes para obtenção de uma melhor qualidade de vida dos cidadãos (STREILING; MATZARAKIS, 2003;JESUS; BRAGA, 2005; BARBOSA, 2005).

As plantas influenciam em microclimas urbanos, pela sua atuação no controle da incidência solar, da temperatura, da umidade do ar, dos ventos, das chuvas e exerce um efeito moderador da poluição do ar. A vegetação contribui para uma ambiência urbana agradável. Sendo que em alguns casos, ela se constitui em canais e barreiras, nas quais as folhagens funcionam como relevantes obstáculos(SOUCH; GRIMMOND, 2006; ZOULIA, 2009).

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 desempenhou função predominantemente socioeconômica, com o objetivo de proporcionar o lazer e o convívio social, bem como

o turismo. Além disso, estas áreas são eficientes no que se refere à atenuação dos impactos 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 radiação emitida, e o índice térmico mostraram diferenças distintas 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) constatou 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.

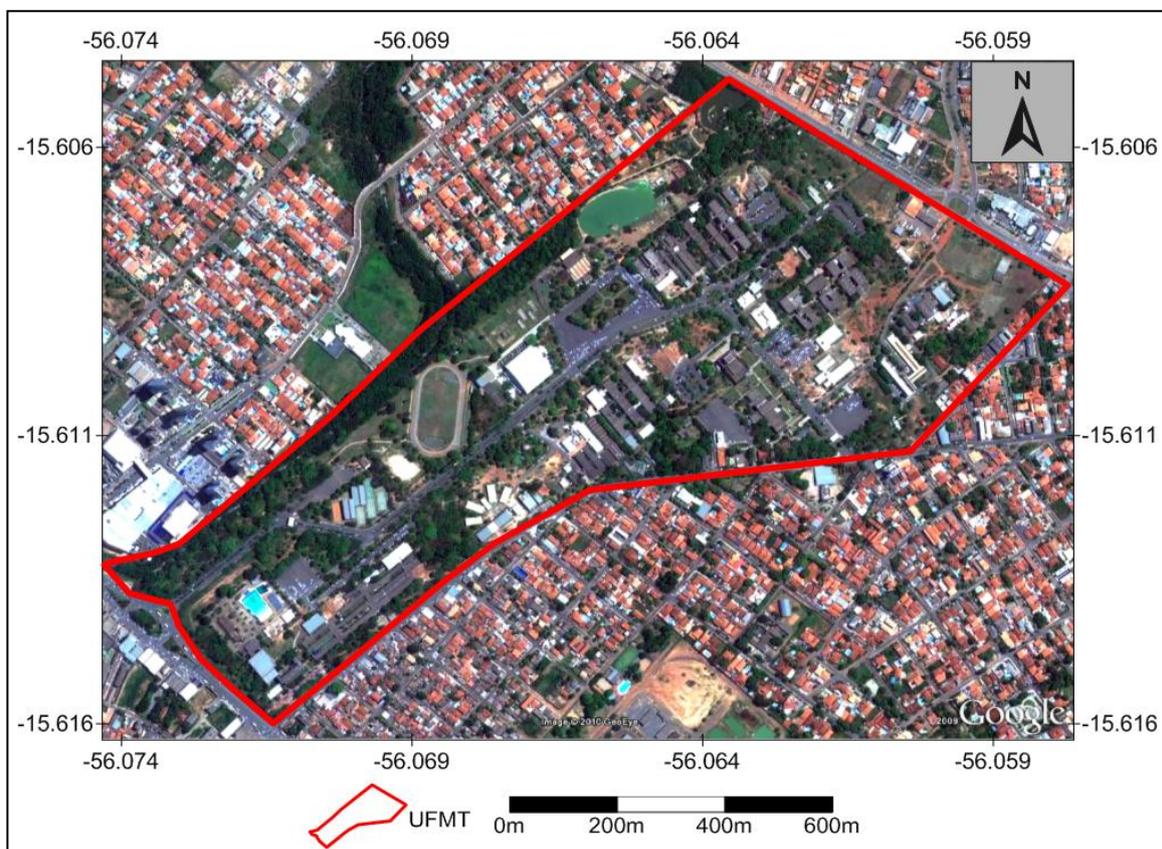
Desse modo, nota-se que as áreas verdes merecem destaque no meio urbano, pois possuem um papel fundamental na regulação do clima urbano, amenizando os efeitos adversos da urbanização. No entanto, as áreas verdes são encontradas em poucas áreas remanescentes naturais ou que foram implantadas (parques, jardins, praças).

Normalmente os estudos de climatologia urbana, principalmente os estudos episódicos, têm utilizado coleta de dados em diferentes situações: uma no período chuvoso e outra no período seco, conforme Costa *et al.* (2006) e Alves e Biudes (2011), ou no verão e no inverno, conforme Viana e Amorim (2008) e Amorim *et al.* (2009).

No que se refere à área de estudo, campus da Universidade Federal de Mato Grosso, a cada dia, seu ambiente vem sendo transformado, as áreas verdes estão dando espaço às edificações, sem estudo prévio de como estas modificações no uso e ocupação do solo afetariam o comportamento do microclima do campus. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi de analisar em dois períodos, chuvoso e seco, em três horários, 8h, 14h e 20h, a variabilidade espacial e temporal da temperatura do ar e da umidade relativa do ar no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso.

Área de Estudo

O campus de Cuiabá da UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso) apresenta um ambiente heterogêneo, com diferentes padrões de uso e ocupação do solo, dentre os quais destaca-se os locais de áreas verdes (bosques) que são utilizados pelos estudantes e visitantes para esporte e lazer. O zoológico com lagoa e vegetação. Campo de futebol com elevada área aberta com vegetação rasteira (gramado) circundado por uma pista de corrida. Áreas expostas (solo nu) sem presença de vegetação. Áreas impermeabilizadas, como estacionamentos, vias pavimentadas, faculdades e institutos (Figura 1).



Roteiro Metodológico

Coleta de Dados

Foram escolhidos 15 pontos de coleta no campus, nos quais foram estabelecidos conforme os diferentes tipos de uso do solo (Figura 2). Nesses pontos foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa por meio de termo-higrômetros digitais (HT-400, Icel). Em dois períodos: de 21 a 29 de abril de 2010, final do período chuvoso e 08 a 16 de setembro, período seco.

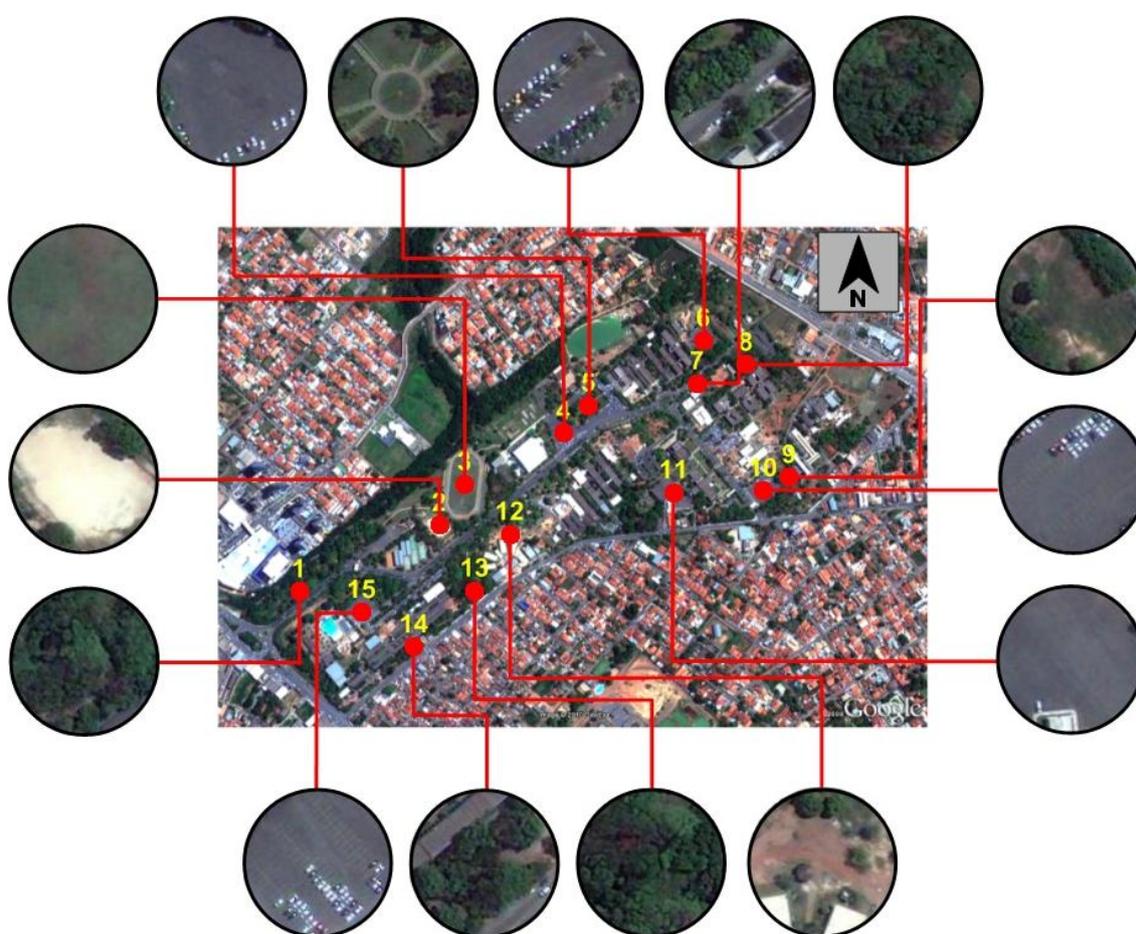


Figura 2: Localização dos pontos de coleta.

Nas dois períodos, as coletas foram realizadas em três horários: 8h, 14h, e 20h, devido às recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Além disso,

a escolha desses horários deveu-se também ao fato de que esses horários são representativos de um dia: manhã, tarde e noite. Assim, no final de cada dia de observações, ficaram registradas as características meteorológicas de cada período, necessárias para a compreensão da variabilidade térmica e higrométrica no campus da UFMT.

Após a realização da coleta dos dados foi estruturado um banco de dados, em função do horário da medição, com as variáveis temperatura e umidade relativa do ar.

Esse banco de dados foi utilizado para se verificar a diferença no comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar no período chuvoso e período seco, para tanto utilizou-se de bloxplots confeccionados no software Statistica 8.0.

Enquanto, que para a análise da variabilidade térmica e higrométrica nos diferentes tipos de uso do solo utilizou-se do programa SigmaPlot 11 e CorelDraw 14.

Resultados e Discussões

Análise Exploratória

Por meio da figura 3, observa-se que para às 8h a temperatura do ar das coletas de abril e setembro estiveram com nivelamento ligeiramente diferenciado com dispersões relativamente similares. Nas coletas das 14h nota-se que em abril a temperatura do ar apresentou grande dispersão, enquanto que em setembro os valores de temperatura estiveram superiores aos de abril, sendo que os bloxplots de setembro apresentaram pouca dispersão em torno da mediana. Nos bloxplots das coletas das 20h, assim como, nas coletas das 14h, os dados de temperatura do ar em abril apresentaram grande dispersão em torno da mediana e em setembro pouca dispersão.

Averigua-se que o comportamento da temperatura do ar em abril e em setembro, em todos os horários de coleta, apresentou comportamentos distintos nos 15 pontos de coleta, sendo que o ponto 7 apresentou a maior variabilidade, conforme figura 3.

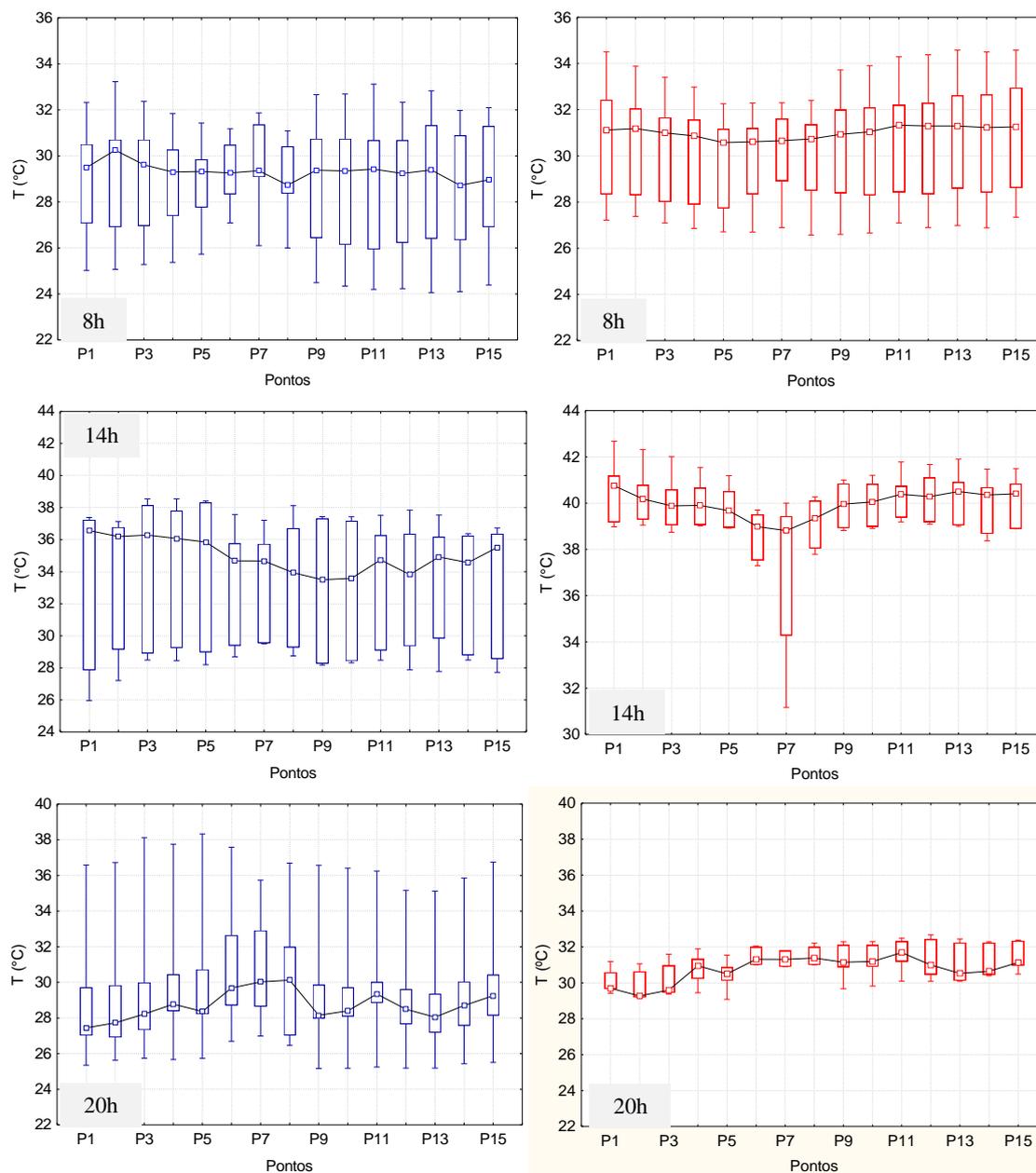


Figura 3: Bloxplots da temperatura do ar em abril (azul) e em setembro (vermelho).

Observa-se que a diferença existente nas coletas de abril e setembro tornou-se mais evidente com a umidade relativa do ar (Figura 4). Nota-se que em todos os pontos e em todos horários de coleta a umidade relativa do ar, em abril, apresentou valores, significativamente, superiores aos de setembro. Em setembro, nota-se que às 8h a dispersão esteve, predominantemente, acima da mediana. Às 20h essa dispersão foi inversa, enquanto que nas coletas das 14h, observa-se pouca dispersão dos dados, com um relativo nivelamento.

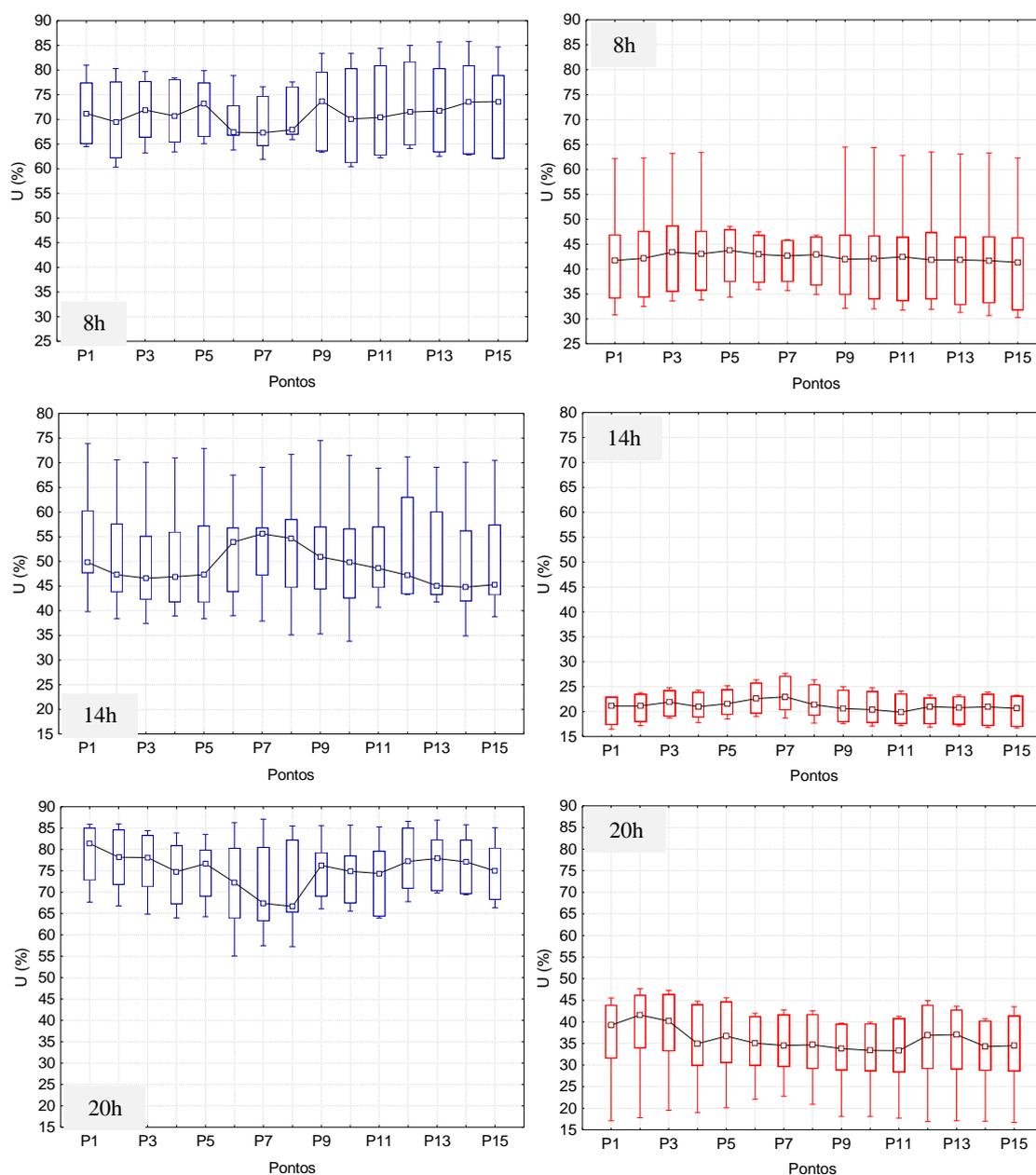
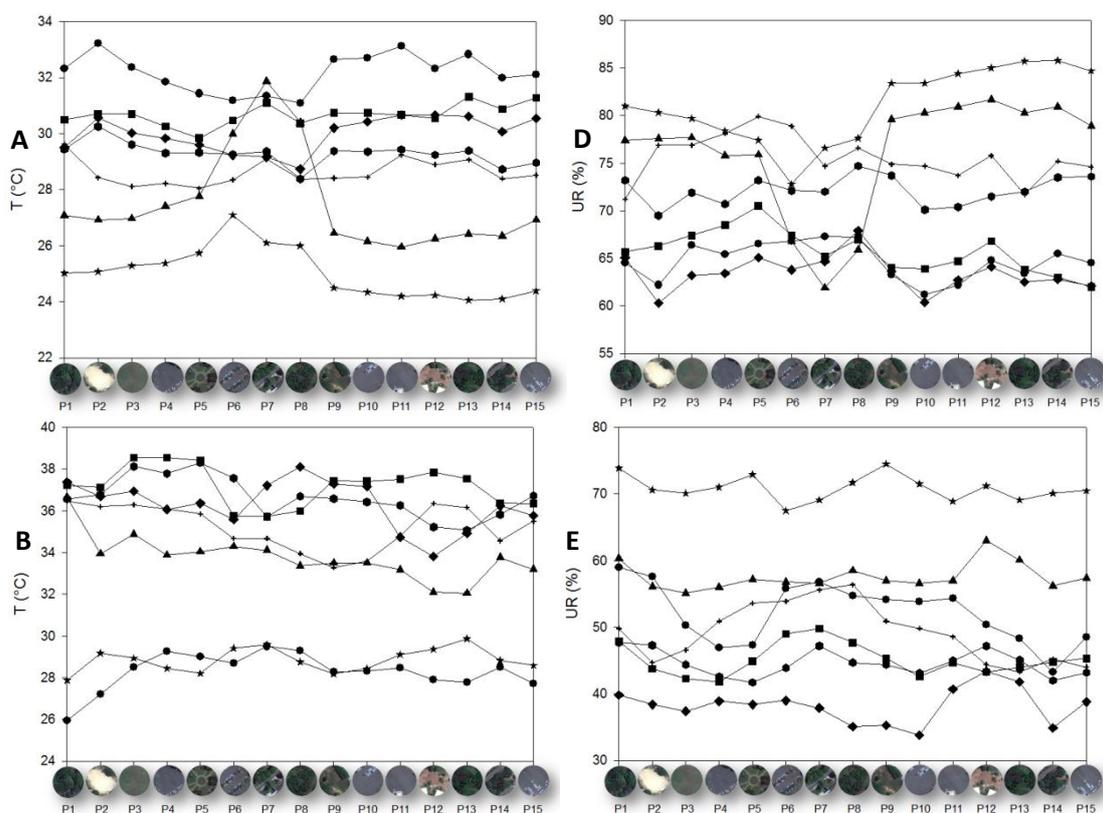


Figura 4: Bloxplots da umidade relativa do ar em abril (azul) e em setembro (vermelho).

Com a análise exploratória foi possível verificar que as coletas de temperatura do ar e umidade relativa apresentaram valores e comportamentos distintos na estação chuvosa (abril) e estação seca (setembro), conforme observado nos trabalhos de Alves e Biudes (2011), isso confirma a necessidade de se coletar dados em períodos que possuem características meteorológicas diferentes.

Variabilidade Temporal da Temperatura do Ar e da Umidade Relativa no Período Chuvoso

No período chuvoso, o dia 24 abr. apresentou os menores valores de temperatura do ar, às 8h (Figura 5A) e às 20h (Figura 5C). Como a umidade relativa é inversamente proporcional à tensão de saturação do vapor de água, que é proporcional à temperatura do ar (VAREJÃO-SILVA, 2006), a umidade relativa apresentou também no dia 24 abr. os maiores valores, às 8h e às 14h. Essa queda na temperatura do ar e o aumento da umidade relativa ocorreram devido à entrada de uma massa de ar fria sobre a região Centro-Oeste. Os dias 21 e 29 apresentaram os maiores valores de temperatura do ar, às 14h (Figura 5B) e às 20h, respectivamente. Em relação aos menores valores de umidade relativa do ar, estes ocorreram em todos os horários no dia 26 (Figuras 5D, 5E, 5F), nota-se que mesmo nesse dia os valores higrométricos não estiveram abaixo dos 30%, o que é característico do período chuvoso na área de estudo.



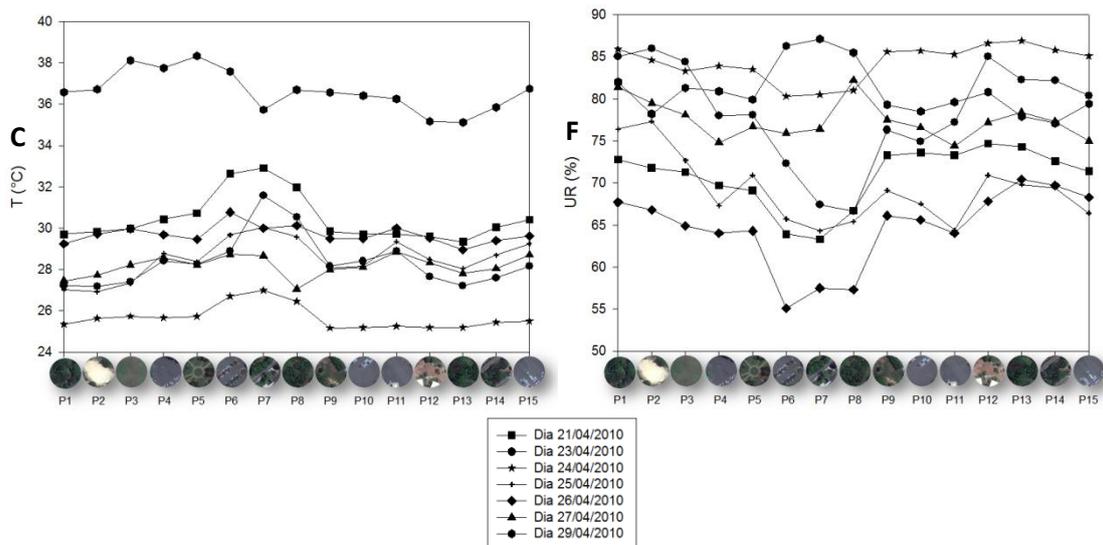


Figura5: Comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa nos pontos de coleta no período chuvoso. Em que os gráficos A, B, C, representam o comportamento da temperatura do ar às 8h, 14h e 20h respectivamente. E os gráficos D, E, F representam o comportamento da umidade relativa às 8h, 14h e 20h respectivamente.

Variabilidade Temporal da Temperatura do Ar e da Umidade Relativa no Período Seco

No período seco (Figura 6), o dia 12 de set. apresentou os maiores valores de temperatura do ar em todos os horários de coletas, chegando próximo aos 43°C no ponto 1 às 14h. Os menores valores de temperatura do ar foram verificados no dia 16 às 8h, e no dia 14 tanto às 14h como às 20h, decorrente da entrada de uma frente fria que acarretou, assim como em abril, queda na temperatura do ar e aumento da umidade relativa do ar. Os maiores valores registrados de umidade relativa, às 8h, foram observados no dia 16 de set., enquanto que às 14h e às 20h o dia 14 apresentou os maiores valores higrométricos.

Os menores valores de umidade relativa do ar ocorreram no dia 13 às 8h, dia 12 às 14h e no dia 9 às 20h. No período seco foram observados valores higrométricos de 16,5% no ponto 1 às 14h, valor este que é prejudicial à saúde.

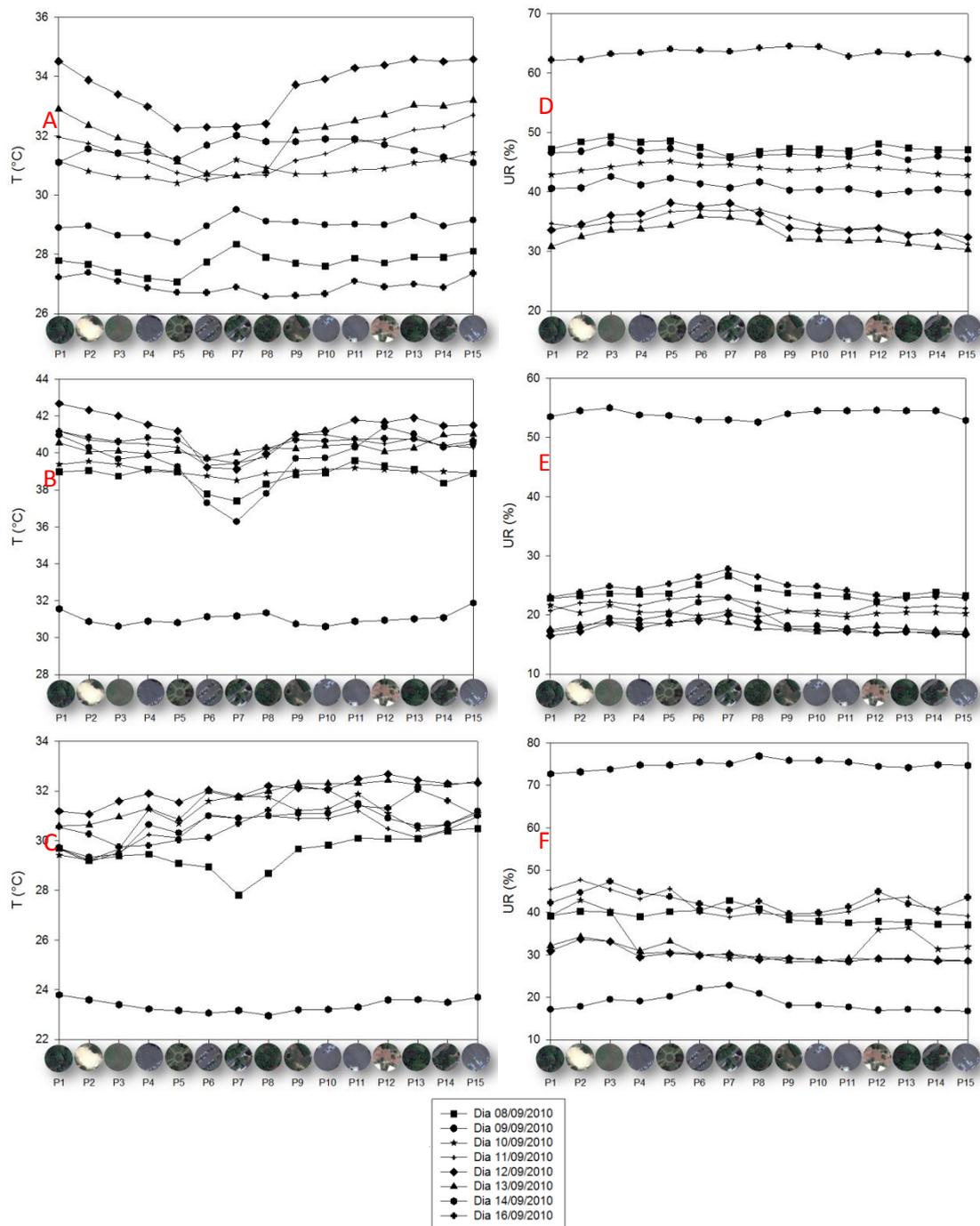


Figura 6: Comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa nos pontos de coleta no período seco. Em que os gráficos A, B, C, representam o comportamento da temperatura do ar às 8h, 14h e 20h respectivamente. E os gráficos D, E, F representam o comportamento da umidade relativa às 8h, 14h e 20h respectivamente.

Caracterização Espacial da Temperatura do Ar e da Umidade Relativa do Ar

No quadro 1 observa-se as coordenadas e as características de cada ponto de coleta, com seus respectivos valores médios de temperatura e umidade, nos dois períodos de coleta (estação chuvosa e seca).

Quadro 1: Características da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de coleta na estação chuvosa e na estação seca.

Pontos	Coordenadas(UTM)		Estação Chuvosa		Estação Seca		Características
	Latitude	Longitude	Temp (°C)	Umid (%)	Temp (°C)	Umid (%)	
1	15° 36' 47" S	56° 04' 20" W	29.9	72.3	31.6	38.5	Bosque com árvores de médio porte
2	15° 36' 41" S	56° 04' 8" W	30	71	31.4	39.7	Solo coberto de areia
3	15° 36' 38" S	56° 04' 6" W	30.3	70.3	31.4	40.1	Solo coberto de grama
4	15° 36' 34" S	56° 03' 58" W	30.3	69	31.6	38.8	Pavimento asfáltico
5	15° 36' 31" S	56° 03' 56" W	30.3	69.8	31.3	39.6	Área gramada com caminhos de concreto
6	15° 36' 26" S	56° 03' 46" W	30.7	68	31.5	39	Pavimento asfáltico com árvores de pequeno porte
7	15° 36' 29" S	56° 03' 46" W	30.9	67.6	31.3	39	Árvores de médio porte com pavimento asfáltico
8	15° 36' 28" S	56° 03' 42" W	30.4	68.6	31.7	38.8	Bosque com árvores de médio porte
9	15° 36' 37" S	56° 03' 39" W	29.9	70.1	32	37.7	Solo coberto de grama
10	15° 36' 38" S	56° 03' 41" W	29.9	69.2	32	37.5	Pavimento asfáltico
11	15° 36' 38" S	56° 03' 48" W	30.2	69.4	32.2	37.4	Pavimento asfáltico
12	15° 36' 42" S	56° 04' 2" W	29.8	71.7	32.1	38.2	Solo nu com árvores esparsas
13	15° 36' 47" S	56° 04' 5" W	29.7	70.7	32.1	37.9	Bosque com árvores de grande porte
14	15° 36' 51" S	56° 04' 10" W	29.8	70.1	32	37.3	área coberta por árvores de médio porte e concreto
15	15° 36' 48" S	56° 04' 15" W	30.1	69.7	32.2	37.1	Pavimento asfáltico

As figuras 7 e 8 representam, graficamente, os dados de temperatura e umidade relativa do ar apresentados no quadro 3. Na figura 7 observa-se a dicotomia do comportamento térmico do período chuvoso para o seco. No período chuvoso o ponto 7, constituído por árvores de médio porte com pavimento asfáltico, apresentou a maior média (30,9°C), esse comportamento foi inverso no período seco, tendo apresentado juntamente com o ponto 5 a menor média de temperatura (31,3°C). A maior média no período seco ocorreu nos pontos 11 (pavimento asfáltico) e 15 (pavimento asfáltico) (32,2°C), ou seja, no período seco a relação do tipo de uso e ocupação do solo com a

temperatura do ar foi mais evidente, na qual as áreas com maior pavimentação obteve as maiores médias.

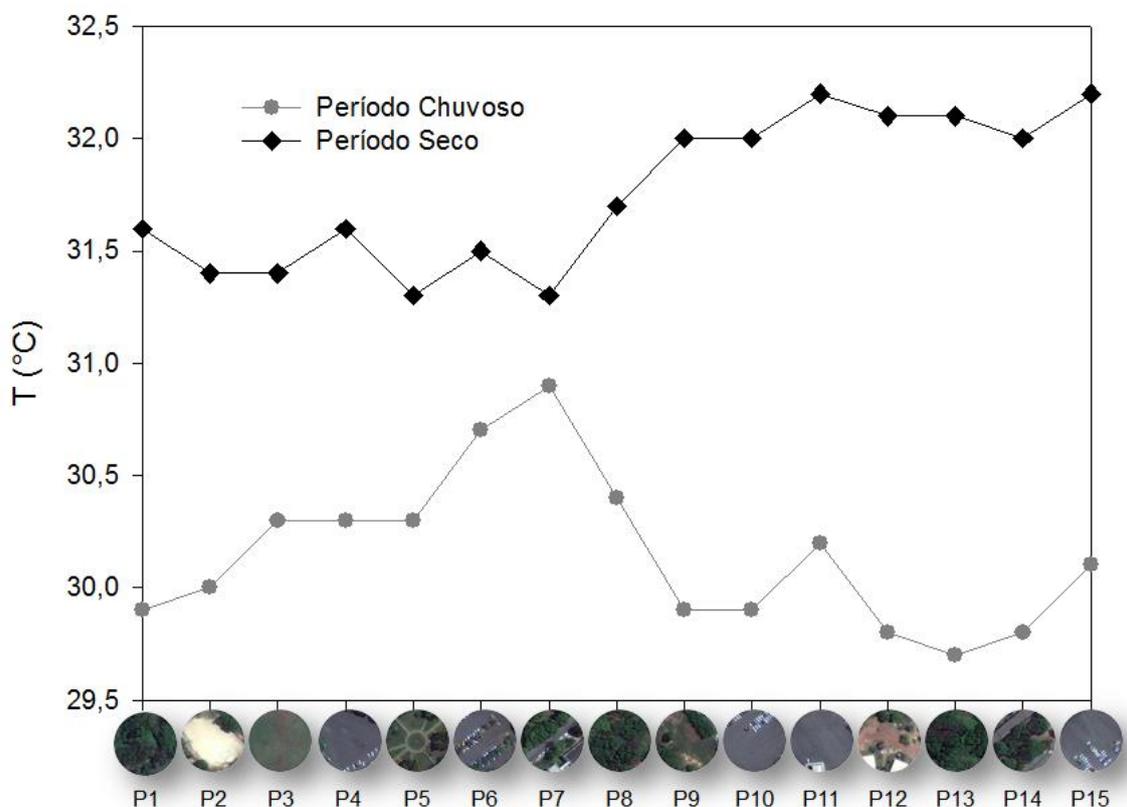


Figura7: Comportamento médio da temperatura do ar nos pontos de coleta.

Em relação à umidade relativa do ar (Figura 8) observa-se uma ampla diferença do período chuvoso para o seco, variando de 67,6% a 72,3% no período chuvoso e 37,1% a 40,1% no período seco. Diferença de 30% de um período para outro. Nota-se que a maior média higrométrica no período chuvoso ocorreu no ponto 1 (bosque com árvores de médio porte), e a menor média foi verificada no ponto 7 (árvores de médio porte com pavimento asfáltico). No período seco a maior média foi observada no ponto 3 (campo de futebol constituído predominantemente por grama), acredita-se que a ocorrência dessa maior taxa higrométrica no ponto 3 se deve ao fato de que neste período, ao entardecer, o campo de futebol era constantemente molhado. A menor média da umidade relativa foi verificada no ponto 15 (pavimento asfáltico). Com isso nota-se que no ponto 15 obteve a maior média de temperatura e a menor média de umidade relativa, tornando-o um local quente e seco.

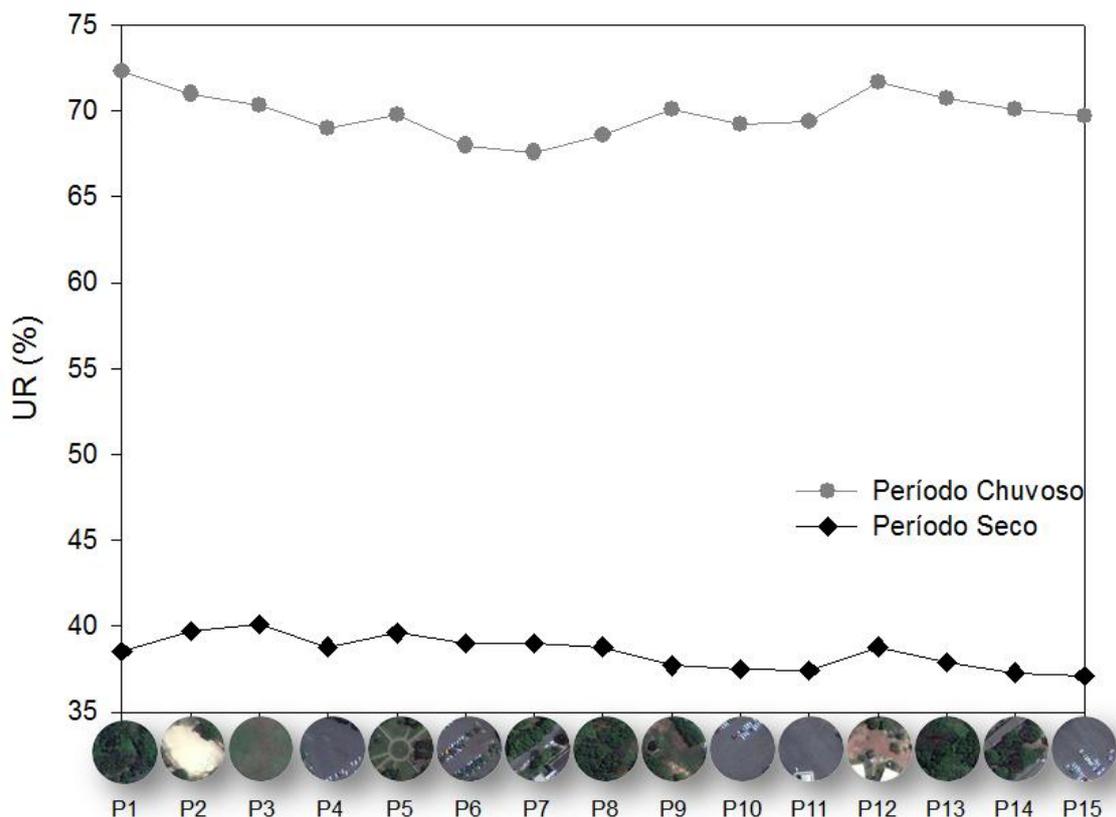


Figura 8: Comportamento médio da umidade relativa do ar nos pontos de coleta.

Considerações Finais

O estudo referente ao comportamento microclimático, do campus de Cuiabá, da Universidade Federal de Mato Grosso, contribuiu para a compreensão da variabilidade temporal e espacial da temperatura do ar e da umidade relativa do ar.

Notou-se que os dois períodos de coleta (abril-chuvoso, setembro-seco) apresentaram valores e comportamentos termo-higrométricos distintos. Em abril os valores de temperatura do ar estiveram abaixo dos valores de setembro, enquanto que a umidade relativa do ar esteve superior aos valores de setembro. Dessa forma, pode-se enfatizar a necessidade de se realizar coleta de dados em períodos que apresentem comportamentos dessemelhantes.

Foi observado que a variabilidade espacial da temperatura do ar e da umidade relativa do ar estiveram correlacionadas com os tipos de uso do solo. Em que as áreas cobertas por vegetação apresentaram os menores valores médios de temperatura do ar e os maiores valores médios de umidade relativa, enquanto que as áreas cobertas por pavimento asfáltico apresentou o inverso.

Portanto, observa-se a urgente necessidade de se planejar o campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso em relação ao seu ambiente climático, substituindo áreas de pavimento asfáltico por pavimentos de concreto, e introdução de árvores nos estacionamentos e locais abertos, afim de que a temperatura do ar seja minimizada e a umidade relativa seja acrescida.

Referências Bibliográficas

ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. Os microclimas da Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá. **RA'E GA**, v.23, n. 3, p. 600-620, 2011.

AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 43, p. 65-80, 2009.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas Verdes e Qualidade Térmica em Ambientes Urbanos**: estudo em microclimas de Maceió (AL). 2005. 117f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

COSTA, A.; LABAKI, L.; ARAÚJO, V. Medições de campo na área urbana: o desafio da padronização. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, n. 1, p. 26-31 2006.

FIGUEROLA, P. I.; MAZZEO, N. A. Urban temperature difference in Buenos Aires. **International Journal of Climatology**, n. 18, p. 1709-1723, 1998.

GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. Global Change and the Ecology of Cities. **Science**, v. 319, n. 756, p. 756-760, 2008.

HAMDI, R.; SCHAYES, G. Sensitivity study of the urban heat island intensity to urban characteristics. **International journal of Climatology**, n. 28, p. 973-982, 2008.

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

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. **Building and Environment**, n. 41, p. 1455-1470, 2006.

ROTH, M. Review of urban climate research in (sub)tropical regions. **International journal of Climatology**, v. 27, n. 14, p. 1859-1873, 2007.

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**, v. 30, n. 1, p. 44-57, 2010.

SOUCH, C.; GRIMMOND, S. Applied climatology: urban climate. **Progress in Physical Geography**, v. 30, n. 2, p. 270–279, 2006.

STREILING, S.; MATZARAKIS, A. Influence of Single and Small Clusters of Trees on the Bioclimate of a City: A Case Study. **Journal of Arboriculture**, v. 29, n. 6, p. 309-316, 2003.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2, Recife, PE, 2006, 439p.

VIANA, S. S. M.; AMORIM, M. C. de C. T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: uma introdução. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 19-42, 2008.

ZOULIA, I.; SANTAMOURIS, M.; DIMOUDI, A. Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens. **Environ. Monit. Assess**, n. 156, p. 275–292, 2009.

Recebido para publicação em novembro de 2011
Aprovado para publicação em fevereiro de 2012