

EFEITOS DE BORDA SOBRE O MICROCLIMA DE UM PARQUE ECOLÓGICO URBANO EM CUIABÁ-MT

Levi Pires de Andrade¹, Jonathan Willian Zangeski Novais², Carlo Ralph de Musis³,
Luciana Sanches⁴, Susana Pacheco Pereira⁵

Resumo: Este estudo tem como objetivo analisar o efeito de borda sobre o microclima de um parque urbano no município de Cuiabá-MT. Para tanto, a temperatura e umidade relativa do ar foram medidas mensalmente *in loco* e comparadas estatisticamente por análise multivariada de variância para variações espaço-temporais. As diferenças ocorreram no conjunto de pontos próximos às áreas pavimentadas, em que a temperatura do ar em média foi 1,8°C maior do que nos pontos da região com edificações, e 1,4°C maior do que a interna ao parque. Quanto à umidade relativa, as áreas pavimentadas tiveram umidade relativa em média 6,5% menor que as edificações e 7% menor que a área interna.

Palavras-chave: Clima urbano. MANOVA. Temperatura do ar. Umidade relativa do ar. Cerrado.

EDGE EFFECTS ON MICROCLIMATE OF AN URBAN ECOLOGICAL PARK IN CUIABÁ-MT, BRAZIL

Abstract: This study aimed to analyze the edge effect on the microclimate of an urban park in the city of Cuiabá-MT. In order to accomplish this goal, the temperature and relative humidity were measured monthly *in loco*, and statistically compared by multivariate analysis of variance considering space-time variations. The differences occurred, especially in the set of points near the paved areas where the average temperature was 1.8°C higher than the in the region with buildings, and 1.4°C higher than into the parks. Regarding relative humidity, the paved areas had a relative humidity on average 6.5% lower than by the buildings and 7% less than the internal area.

Keywords: Urban climate. MANOVA. Air temperature. Relative humidity. Savanna.

1 Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT.

2 Universidade de Cuiabá – UNIC.

3 Universidade de Cuiabá – UNIC.

4 Universidade Federal de Mato Grosso.

5 Universidade de Cuiabá – UNIC.

1 INTRODUÇÃO

Parques urbanos são utilizados pela população de maneira geral como um lugar para praticar exercícios, se divertir e entrar em contato com a natureza. Políticas públicas que incentivem essa prática promovem melhoria na qualidade de vida dos usuários dos parques. As condições térmicas do ambiente também constituem fator importante para a prática saudável de exercícios físicos. Em cidades tropicais, os espaços destinados ao lazer da população apresentam microclimas fortemente dependentes do projeto, levando a sensações de conforto ou desconforto térmico (BARROS, et al., 2010).

No cenário urbano, especialmente neste estudo em Cuiabá - MT, as áreas naturais estão sendo substituídas por edificações e pavimentações e, conseqüentemente, há alterações no comportamento termo-higrométrico. A substituição de superfícies naturais por pavimentadas modifica o comportamento dessas superfícies, ocorrendo uma diminuição na reflexão de ondas curtas e aumento na emissão de ondas longas, trazendo um aumento de temperatura mesmo em períodos de menor duração da insolação (AYOADE, 2003), uma vez que a cidade é geradora de um clima próprio, resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada do limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local (AMORIM, 2010). As artificialidades do meio urbano pela ausência de vegetação, pela poluição do ar ou pelas características de materiais e edificações afetam os elementos climáticos, tais como: intensidade de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, circulação de ar, entre outros (BERNATZKY, 1980).

Um dos fatores que afeta o aquecimento da cidade é o calor dissipado por construções e veículos pela atmosfera e podem representar um terço da energia solar incidida. Enquanto a vegetação tem baixa condutibilidade de calor, os materiais construtivos como o concreto, a cerâmica, os tijolos e o asfalto têm boa condutibilidade, criando condições propícias para o aquecimento (LEAL, 2012).

Assim parques urbanos podem ser a solução para a melhoria do conforto térmico de centros urbanos, uma vez que pode amenizar o clima local, pois atenua a radiação incidente sobre a superfície, conseqüentemente fazendo com que as médias térmicas diárias e anuais sejam mais amenas (YU; HEIN, 2007). Em estudo em parques urbanos, no município de São Paulo, foi detectada 1,5 °C mais baixa entre pontos no interior do parque e no espaço circundante (SHINZATO, 2009).

Essa redução de temperatura do ar se restringe, no entanto, às áreas próximas ao perímetro do parque. Segundo SUCOMINE et al., (2009), a influência do parque extrapola o local no qual está inserido e atinge os seus arredores. E JAUREGUI (1990/1991), que realizou estudo na área do parque Chapultepec na cidade do México, uma área extensa de 686 hectares, os benefícios se estenderam a um raio de 2 Km do parque.

Essas alterações nos elementos climáticos formam um clima diferente daquele no qual a cidade se insere, denominado clima urbano (GOMEZ et al., 1998). Para Leal (2012), a composição do clima urbano, depende dos ecossistemas ao redor de seus limites e também dos benefícios dos ecossistemas urbanos internos.

Essas alterações microclimáticas nos parques ocorrem em especial pelo papel fundamental exercido pela vegetação. Os processos de evapotranspiração das plantas

possibilitam um controle termo-higrométrico por meio da redução do fluxo de calor sensível e aumento do fluxo de calor latente. A chave do processo de redução de temperatura é a evapotranspiração, definida como perda de água das plantas como vapor na atmosfera, a qual consome energia da radiação solar e aumenta o fluxo de calor latente ao invés do fluxo de calor sensível, resfriando as folhas e a temperatura nos seus arredores. Além de propiciar sombra e resfriamento via evapotranspiração da vegetação, os espaços verdes proporcionam porosidade à superfície, que aumenta a capacidade de disponibilidade de armazenar água e assim disponibilizá-la para o resfriamento evaporativo (HATWAY; SHARPLES, 2012).

Dessa forma, gera-se preocupação quanto ao conforto térmico de parques, bem como o entendimento de todos os microclimas existentes em seu interior, uma vez que, os elementos climáticos têm uma dependência acentuada dos arranjos urbanos, seja pela composição das edificações seja pelas extensas pavimentações.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é verificar a influência dos elementos de borda sobre os microclimas do parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT, buscando a constituição de uma modelagem estatística que demonstre a diferença microclimática em diferentes regiões do parque com relação à urbanização do entorno, conforme a presença mais acentuada de edificações ou pavimentações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

O Parque Mãe Bonifácia está localizado no município de Cuiabá na região norte, limitado a sudeste-sudoeste por um conjunto de edificações, residências e edifícios, e margeado no outro contorno por uma avenida principal do município, a avenida Miguel Sutil. O parque possui área de 77 hectares e variação de altitude entre 164 e 195 m, e tem grande diversidade florística, a qual se divide em três estratos: a mata ciliar que margeia os córregos, o cerrado afastado do curso d'água e, nas regiões mais elevadas, o cerrado *stricto sensu* (BARROS, 2010b).

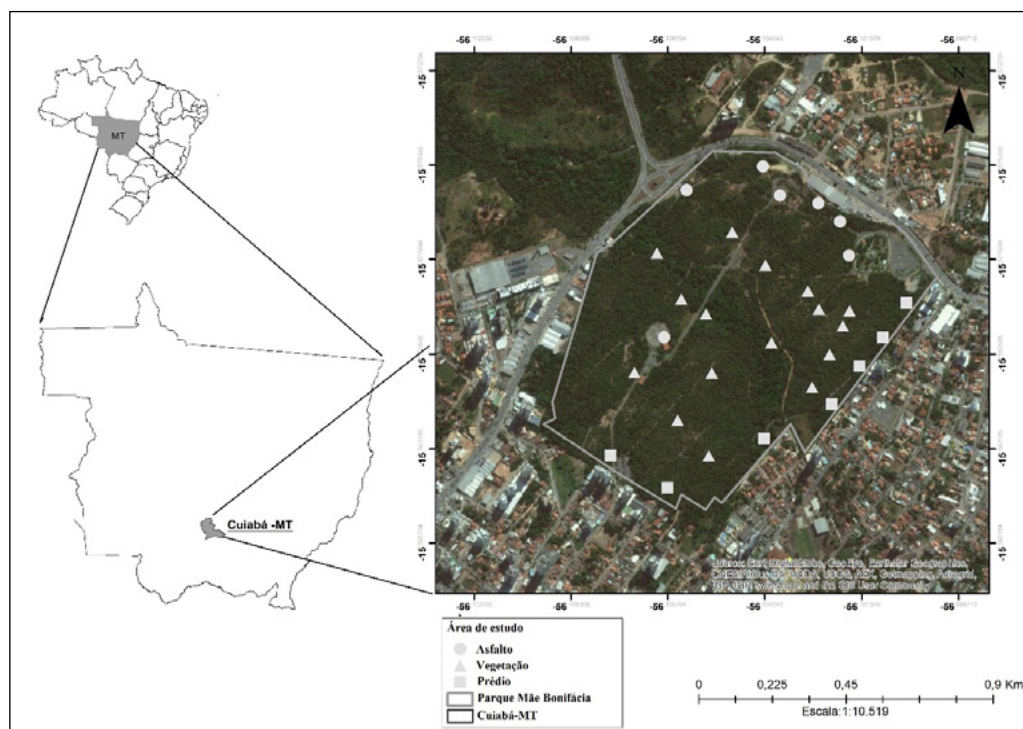
O município de Cuiabá é a Capital do Estado de Mato Grosso e centro geodésico da América Latina (FIGURA 1), pertencente à região centro-oeste do Brasil. O município possui área de 3.224,68km², dividida em 254,57km² (7,89%) de área urbana e 2.970,11km² (92,1%) de área rural (SANTOS, 2008; NOVAIS et al., 2015). Está a uma altitude de 165 m acima do nível do mar, localizado na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana. O clima regional é do tipo Aw, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no verão e estiagem no inverno, com estações, úmida e seca, distintas (NOVAIS et al., 2014).

No parque foram escolhidos trinta pontos de medição, de forma a possibilitar a sua caracterização microclimática e a comparação de áreas com características espaciais e estruturais diferentes. Os pontos foram distribuídos em três estratos, sendo sete alocados próximos às edificações, representadas por quadrados, e denominadas prédio (P), sete próximos ao asfalto, representados por círculos, denominados (A), e dezesseis na área vegetada central do parque, representados por triângulos, e denominada vegetação (V),

conforme Figura 1, sendo estabelecidos de forma aleatória, buscando abranger a diversidade do parque no que se refere às características pertinentes a sua relação com o mosaico urbano.

Os trinta pontos foram demarcados usando estaqueamento e etiquetagens e georreferenciados. A Figura 1 mostra a região limítrofe ao parque no entorno sudeste/sudoeste com uma elevada ocupação por residências, principalmente prédios, além das vias pavimentadas. A região oposta, porção nordeste/noroeste, é cercada pela pavimentação de uma via principal de aproximadamente 30 m de largura.

Figura 1. Distribuição dos pontos de medições, pontos próximos ao asfalto (círculos), próximos aos prédios (quadrados), e áreas vegetadas do interior (triângulos) no parque urbano Mãe Bonifácia, em Cuiabá-MT



Fonte: dos autores.

2.2 Período de estudo e coleta de dados

Foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, ponto a ponto, uma medição por ponto a cada mês, totalizando doze medições em cada ponto durante o período de outubro de 2014 a setembro de 2015, no horário das 10h às 12 h, horário de maior incidência de radiação solar. Foram escolhidos dias que apresentavam pouca ou nenhuma nebulosidade e que não tivesse chovido no dia, de forma a minimizar influências externas nas variáveis.

2.3 Instrumentação utilizada

A temperatura do ar e a umidade relativa do ar foram medidas com um medidor portátil de variáveis micrometeorológicas Krestel 4500, fabricado pela empresa NK na região de Boothwyn, localizada no estado da Pensilvânia, Condado de Delaware, U.S.A.

2.4 Modelagem estatística

Os dados foram submetidos a uma análise multivariada de variância (MANOVA) capaz de verificar a existência de diferenças de vetores de médias de duas ou mais variáveis dependentes sob a influência de um ou mais fatores (FIELD, 2009), utilizando o software IBM SPSS 23.0.

A verificação de possíveis diferenças microclimáticas no parque em estudo se deu pela análise de duas variáveis dependentes, temperatura do ar e umidade relativa do ar, sob a influência dos fatores locais (regiões) e temporais (meses), por meio da aplicação da MANOVA.

Os resíduos padronizados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, no SPSS 23.0. As saídas dos dados demonstraram dados com distribuição normal e homocedásticos, viabilizando a aplicação do teste paramétrico de análise multivariada de variância (MANOVA).

Para melhor compreensão tanto com relação às medidas estatísticas de tendência central quanto da verificação das diferenças espaço-temporais, os dados, de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram submetidos à estatística descritiva com relação aos fatores espaciais e temporais e o valor de F foi calculado com relação a estes fatores, tempo e espaço. O cálculo do valor de F foi precedido do teste de homogeneidade das variâncias por meio da aplicação do teste de Levene e, no caso de violação do pressuposto de homocedasticidade, foram aplicados os testes de Brown-Forsythe e Welch.

No caso de diferenças de médias estatisticamente significativas, aplicou-se o teste *between-subjects effects*, que possibilitou a análise de variância univariada (ANOVA), com a avaliação de uma variável dependente, de cada vez, com relação aos fatores considerados (espaço e tempo). Portanto, a MANOVA pôde justificar estatisticamente a existência de diferenças nas médias das variáveis dependentes com relação aos fatores, e a ANOVA confirmou se esta diferença se deu com as duas variáveis dependentes, tomadas uma de cada vez com relação aos fatores considerados espaço (região) e tempo (meses).

O teste *post hoc* de Tukey HSD (*honest significant difference*) possibilitou a identificação das diferenças de médias existentes entre os valores das variáveis dependentes com relação aos fatores em análise.

Os dados foram submetidos a uma regressão de estimativa de curva, para verificação da força de correlação entre as variáveis dependentes estudadas.

Todas as análises tiveram sua homogeneidade de variância avaliada pelo teste de Levene e a aderência dos resíduos à normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (HAIR, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Correlações entre temperatura e umidade relativa do ar

As variáveis temperatura e umidade relativa do ar foram submetidas à estimativa de curva, apresentando significância estatística a um nível de significância de 5% ($p\text{-value} \cong 0$, $R = 0,782$), com correlação forte segundo classificação definida por Cohen (1988).

Para a análise das diferenças de médias das variáveis dependentes, temperatura do ar e umidade relativa do ar, com relação à região e tempo, foi utilizada a MANOVA, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Teste de efeitos de cada fator nas variáveis dependentes temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) para o parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT

Recurso	Variável dependente	p-value significância de 5%
Mês	Temperatura do ar	0
	Umidade relativa do ar	0
Região	Temperatura do ar	0
	Umidade relativa do ar	0

Fonte: dos autores.

Percebe-se pelos resultados da MANOVA que houve diferenças significativas temporais e espaciais entre as médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar. A confirmação das diferenças é constatada pelos resultados obtidos ($p\text{-value} = 0,000$).

Pelo fato de a MANOVA possibilitar a confirmação da existência de diferença de médias, mas não as identificar, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), com a saída de teste de efeitos de cada fator nas variáveis dependentes (teste *between-subjects effects*). As diferenças entre as médias das variáveis dependentes apresentam diferenças significativas ($p\text{-value} = 0,000$) quando se considera cada fator isoladamente, com diferenças nas médias para os dois fatores (regiões e meses).

A diferença entre as médias, para as duas variáveis, foi determinada pela aplicação do teste *post hoc* de Tukey. A saída do teste identificou as diferenças de médias marginais e possibilitou a estratificação dos grupos homogêneos. Os valores marginais das médias são obtidos centrados no fator de análise, na Tabela 1, para os meses e regiões analisadas.

A análise univariada de variância possibilita a verificação da variabilidade das grandezas temperatura do ar e umidade relativa do ar com relação aos fatores espaciais e temporais tomados de forma unidirecional. A Tabela 02 mostra os testes F realizados para as duas grandezas, temperatura e umidade relativa do ar, com relação aos dois fatores analisados: espaço e tempo.

Os conjuntos de dados foram testados quanto à homogeneidade de variância por meio da aplicação do teste de Levene. Os conjuntos para variação espacial atenderam ao

pressuposto da homocedasticidade e o F indica que há diferença nas médias das grandezas. Os conjuntos (2) e (4) violaram o pressuposto da homogeneidade de variâncias. Por isso foram aplicados os testes robustos de Brown-Forsyth e Welch, que resultaram em valores de F que indicam que há diferença nas médias das grandezas. Os testes F confirmam a variabilidade da temperatura do ar e da umidade relativa do ar com relação aos fatores espaços temporais detectados na aplicação da MANOVA.

Tabela 2. Variabilidade da temperatura e da umidade relativa do ar com relação aos fatores espaço e tempo Teste F

Grandeza	Fator	Teste de Levene p-valor	Homogeneidade das variâncias	Teste de Brown-Forsyth e Welch	Teste F	P-valor	Resultado (*)
Temperatura do ar	Espacial	0,59	Homocedás-tico	-	6,9	0,001	Há diferença de médias
Temperatura do ar	Temporal	0,00	Não homocedás-tico	B/F - F=156,5 W - F=170,9	156,5 170,9	0,000	Há diferença de médias
Umidade relativa do ar	Espacial	0,44	Homocedás-tico	-	3,2	0,043	Há diferença de médias
Umidade relativa do ar	Temporal	0,00	Não homocedás-tico	B/F - F=258,5 W - F=133,3	258,5 133,3	0,000	Há diferença de médias

(*) Hipóteses testadas a um nível de significância de 5%.

Fonte: dos autores.

3.2 Análise da variação de temperatura do ar e umidade relativa do ar

As medidas de tendência central e dispersão da temperatura do ar e umidade relativa do ar foram obtidas a partir das estatísticas descritivas com relação aos fatores espaciais, para todo p período de coleta, conforme Tabela 3 abaixo.

Tabela 3. Média e desvio padrão da temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) para as regiões P, A e V, nos meses de outubro/2014 a setembro/2015, para o parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT

Região	Média da temperatura do ar (°C) e desvio padrão	Média da umidade relativa do ar (%) e desvio padrão
P	31,9 ± 2,8	58,3 ± 16,1
A	33,6 ± 2,9	53,4 ± 15,3
V	32,4 ± 2,9	58,9 ± 16,7

Fonte: dos autores.

A maior média de temperatura do ar ocorreu para a região A, 33,6 °C, próxima ao asfalto, e a menor média para a região P, 31,9°C, região que parte do dia era sombreada pelos prédios circunvizinhos ao parque. Quanto à umidade relativa do ar, nota-se que os maiores valores ocorreram nas regiões centrais do parque, região V, sendo a menos influenciada pelos fatores de borda, conseguindo manter assim maior umidade no decorrer do tempo.

Maiores valores de temperatura do ar fazem diminuir a pressão atual de vapor, ocasionando assim a diminuição de umidade relativa observada para a região A, em que ocorreram os maiores valores de temperatura do ar e os menores valores de umidade relativa do ar.

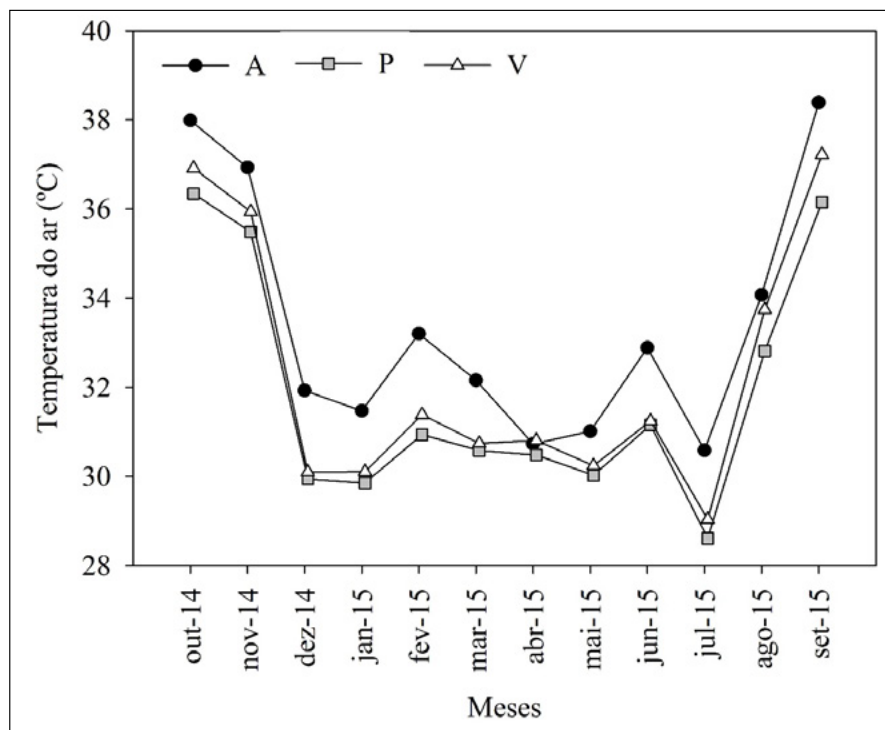
Quanto às medidas de tendência central e dispersão para o fator temporal, seguem Tabela 4 e Figura 2.

Tabela 4. Média e desvio padrão da temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) nos meses de outubro/2014 a setembro/2015, no parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT

Mês	Média da temperatura do ar (°C) e	Média da umidade relativa do ar (%) e
	desvio padrão	desvio padrão
Out/14	37,0 ± 1,6	35,8 ± 5,1
Nov/14	36,1 ± 1,0	47,5 ± 3,1
Dez/14	30,5 ± 1,2	71,3 ± 6,6
Jan/15	30,4 ± 1,1	68,4 ± 4,9
Fev/15	31,8 ± 1,1	66,4 ± 5,4
Mar/15	31,1 ± 1,0	71,3 ± 6,3
Abr/15	30,8 ± 0,7	77,1 ± 4,1
Mai/15	30,4 ± 0,6	72,4 ± 4,8
Jun/15	31,7 ± 1,2	51,7 ± 8,0
Jul/15	29,4 ± 1,6	61,0 ± 6,2
Ago/15	33,7 ± 1,2	30,1 ± 2,3
Set/15	37,3 ± 1,4	39,0 ± 3,2

Fonte: dos autores.

Figura 2. Médias da temperatura do ar (°C), nas regiões P, A e V, nos meses de outubro/2014 a setembro/2015, no parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT.



Fonte: dos autores.

Observam-se variações da temperatura do ar entre outubro de 2014 e setembro de 2015, a qual tem comportamentos distintos no fator temporal. O primeiro abrange o período chuvoso, meses de dezembro de 2014 a julho de 2015, nos quais a temperatura do ar teve valor médio de 30,8 °C, tendo como menor média no mês de julho de 2015, 29,4 °C. O segundo compreende os meses da estação mais seca, outubro e novembro de 2014 e agosto e setembro de 2015, nos quais o valor médio foi 36,8 °C (TABELA 4). A temperatura do ar no parque é amenizada pela capacidade de termorregulação da água, fenômeno que ocorre no período chuvoso, e no período de seca, quando ocorre a diminuição da radiação solar incidente.

Observa-se, pela Tabela 4, que a temperatura do ar na região A (próxima à pavimentação) é maior que a das regiões P e V. A aplicação do teste de Tukey para o fator espacial (regiões) mostra que a diferença chega a 1,8 °C em relação à região P e a 1,4 °C em relação à região V - Tabela 5.

A aplicação do teste de Tukey possibilita inferir os agrupamentos dos valores das variáveis para os quais as médias são iguais, a hipótese nula é aceita, segundo um determinado fator. Assim observa-se na Tabela 4 que o fator temporal mensurado em doze meses pode ser agrupado, a um nível de significância de 5%, em seis agrupamentos de meses, tendo cada grupo, internamente, as médias de temperaturas estatisticamente iguais ($p\text{-value} > 5\%$).

Tabela 5. Teste de Tukey HSD para determinação da diferença das médias mensais de temperatura do ar (°C), no parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT

Mês	Subconjuntos					
	1	2	3	4	5	6
out/14						37,1
nov/14						37,3
dez/14		30,5				
jan/15		30,4				
fev/15				31,7		
mar/15		31,1	31,1	31,1		
abr/15		30,8	30,8			
mai/15		30,4				
jun/15			31,7	31,7		
jul/15	29,4					
ago/15					33,7	
set/15						37,3
<i>p-value</i>	1	0,354	0,101	0,354	1	1

Fonte: dos autores.

As tabelas 5 e 6, obtidas a partir da aplicação do teste de Tukey, mostram que a temperatura tem diferenças estatisticamente significativas no que se refere às variações temporais e espaciais. Os comportamentos, com relação aos aspectos temporais se distinguem em seis grupos com médias de temperaturas do ar estatisticamente diferentes. Da mesma forma, as diferenças ocorrem quanto aos aspectos espaciais nas três regiões, A, P e V.

Tabela 6. Teste de Tukey HSD para verificação das diferenças espaciais das médias da temperatura do ar em °C, no parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT

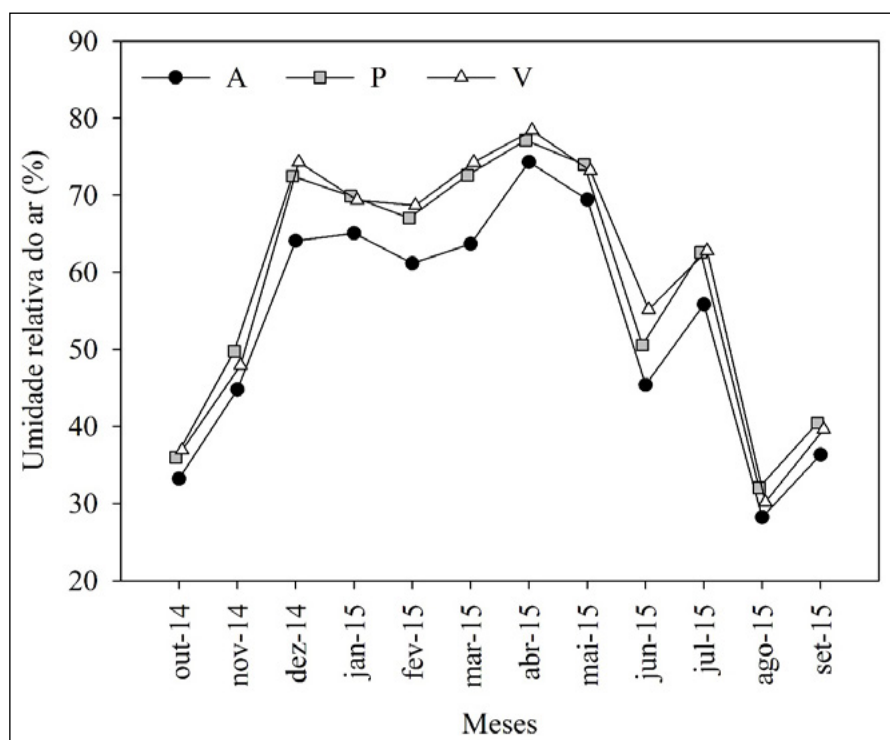
Regiões	Subconjuntos		
	1	2	3
P	31,9		
V		32,4	
A			33,8
<i>p-value</i>	1	1	1

Fonte: dos autores.

A maior temperatura do ar nos pontos do parque próximos à pavimentação, Tabela 4, pode ocorrer pela maior concentração de ondas longas nas adjacências do pavimento, o que fornece energia para variações nas parcelas de calor sensível e de calor latente, este último com capacidade de reduzir a umidade relativa do ar na região, conforme Tabela 6.

A umidade relativa do ar, Figura 3 e Tabela 4, variou no decorrer do período analisado em três comportamentos distintos. O primeiro abrange o período chuvoso, meses de dezembro de 2014 até maio de 2015, nos quais atingiu valores médios superiores a 65 %, chegando, no mês de abril de 2015, a 77,5 %. O segundo corresponde aos meses de inverno, junho e julho de 2015, com valores médios de 51,7 % e 61%, respectivamente. O terceiro compreende a estação seca e refere-se aos meses de outubro e novembro de 2014 e agosto e setembro de 2015, todos inferiores a 50 %.

Figura 3. Médias da umidade relativa do ar (%), nas regiões P, A e V, nos meses de outubro/2014 a setembro/2015, para o parque urbano Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT



Fonte: dos autores.

Observa-se, na Tabela 7, que o fator temporal mensurado em doze meses pode ser agrupado, a um nível de significância de 5%, em oito agrupamentos de meses, tendo cada grupo, internamente, as médias de umidades relativas iguais (p-value > 5%).

Os menores valores de umidade relativa do ar correspondem ao período de maior temperatura do ar, e os maiores correspondem ao período de temperaturas do ar menores, concluindo que a umidade do ar atua como componente termorregulador na área de estudo.

Tabela 7. Teste de Tukey HSD para verificação das diferenças temporais de médias da umidade relativa do ar (%)

Mês	Subconjuntos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Outubro/2014		35,7						
Novembro /2014			47,5					
Dezembro/2014							72,0	
Janeiro/2015						68,4	68,4	
Fevereiro/2015						66,4		
Março/2015							71,3	
Abril /2015								77,5
Maiο/2015							72,4	
Junho /2015				51,7				
Julho /2015					61,0			
Agosto /2015	30,0							
Setembro/2015		39,0						
<i>p-value</i>	1	0,308	1	1	1	0,930	0,069	1

Fonte: dos autores.

Durante o ano há uma variação acentuada na umidade relativa do ar, passando de 35,7 % em outubro de 2014 para 72 % em dezembro de 2014, coincidindo com o aumento da pluviosidade da região nesse período, que sai do fim de um período seco, em outubro, para o início das chuvas em novembro e dezembro (CHIARANDA et al., 2012).

Observa-se, pela Figura 3 e Tabela 8, que a umidade relativa do ar foi menor na região A em todos os meses, sendo inferior em 6,5% se comparada à região P e 7 % se comparada à região V.

A Tabela 8 mostra que o fator espacial mensurado em três regiões pode ser agrupado, a um nível de significância de 5%, em dois agrupamentos espaciais, tendo cada grupo, internamente, as médias de umidades relativas iguais ($p\text{-value} > 5\%$). Pode-se inferir que as regiões P e V têm médias de umidade relativa do ar estatisticamente iguais entre si, e ambas diferentes da região A.

Tabela 8. Teste de Tukey HSD para verificação das diferenças espaciais de médias da umidade relativa do ar (%)

Regiões	Subconjuntos	
	1	2
A	51,9	
P		58,4
V		58,9
<i>p-value</i>	1	0,7350

Fonte: dos autores.

A região mais úmida é a vegetada, fato que se confirma pelo metabolismo de evapotranspiração da vegetação, conforme Gartland (2010). Os menores valores de umidade relativa do ar nos pontos do parque próximos às áreas pavimentadas provavelmente ocorrem devido a um maior fluxo de ondas longas oriundos da radiação emitida pela extensa área pavimentada que alteram o balanço de energia no seu entorno (GOMES et al., 2013).

3.3 Considerações a respeito do microclima do parque

As diferenças entre as médias das três regiões, trazem um indicativo de que, para o horário analisado, a presença das edificações e pavimentações influenciam nos microclimas do parque, demonstrando o seu efeito de borda.

As alterações observadas por meio da aplicação de análise multivariada de variância (MANOVA), da ANOVA com o teste de efeitos de cada fator nas variáveis dependentes (teste *between-subjects effects*) e do teste de Tukey (*honest significant difference*) demonstraram a existência de diferença nas médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar, em função de fatores espaçotemporais, indicando sazonalidade. A aplicação da ANOVA consolidou de forma univariada essas diferenças e a aplicação do teste de Tukey HSD possibilitou os seus dimensionamentos.

Nas regiões próximas às edificações (P), a temperatura e a umidade relativa do ar, se comparadas aos pontos da região V, não apresentaram diferenças com significância estatística ($p\text{-value} > 0,05$), indicando que a região próxima ao asfalto é mais sensível à influência externa, possivelmente devido à radiação de infravermelho emanada pelo aquecimento do pavimento próximo, que causa maiores valores de temperatura do ar e menor umidade relativa do ar para esta região.

4 CONCLUSÃO

A área estudada apresentou variações microclimáticas com relação aos fatores temporais (meses) e espaciais (regiões). No horário e período analisado, houve influência do mosaico urbano no parque, remetendo à necessidade de se considerar, no planejamento urbano, essas influências microclimáticas para o conforto térmico de seus usuários. Uma melhor compreensão dessas interfaces pode, mediante alterações na concepção de

planejamento, maximizar as amenidades e os efeitos climáticos positivos que um parque pode trazer para uma cidade, trazendo assim mais qualidade de vida aos seus usuários.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, Fortaleza, número especial, p.71-90,2010.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BARROS, M. P., NOGUEIRA, M. C. J. A., DE MUSIS, C. R. O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor. **Ambiente Construído**, vol. 10, nº 2, 2010a.

BARROS, M. P., DE MUSIS, C. R., HORNICK, C. Parque da Cidade Mãe Bonifácia, Cuiabá-MT: Topofilia e amenização climática em um fragmento de cerrado urbano. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, nº2, pag. 01-18, 2010b.

BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1980.

CHIARANDA, R., RIZZI, N. E., COLPINI, C., SOARES, T. S., SILVA, V. S. M. Análise da Precipitação e da Vazão do rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v7, n.1, 117-122, 2012.

COHEN, Jacob., **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum, (1988).

FIELD, A. 2009. **Descobrimo a Estatística Utilizando o SPSS**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 223p.

GOMES, L. C. F., SANTOS, C. A. C., ALMEIDA, H. A. Balanço de energia à superfície para a Cidade de Patos-PB. Usando Técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 06, nº 6, 2013.

GOMEZ F.; GAJO, E. ; REIG, A. Vegetation and climatic changes in a city. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 10, p. 355-360, 1998.

HAIR, J.F.;BLACK, Willian C.;BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.;TATHAM, Ronald L. **Análise Multivariada de Dados**, editor Bookman, 6ª ed. Porto Alegre (2009).

HATWAY E.A.; SHARPLES, S. The interaction of rivers and urban form in mitigating the urban heat island. Effect: A UK case study. **Building and Environment**, Oxford, v. 58, p.14-22, 2012.

JAUREGUI, E. Effects of vegetation on urban and buildings climate. Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 15, p.457-463, 1990/1991.

LEAL, LUCIANA. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR**. 172 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

NOVAIS, J. W. Z., OLIVEIRA, E. V., JOAQUIM, T. D., LEAL, L. A., et al. NOGUEIRA, M. C. J. A., SANCHES, L. Comparação de desempenho térmico de painéis em EPS como alternativa a tijolos cerâmicos no conforto térmico de residências em Cuiabá-MT. **UNOPAR Científica Exatas e Tecnológicas**, v13, n1, p. 39-43, 2014.

NOVAIS, J.W.Z., JOAQUIM, T. D., ALMEIDA, F. M., ZUFFO, M., LEAL, L. A., RODRIGUES, A. B. C., NOGUEIRA, M. C. J. A., KUNZ, F. O. Conforto térmico de um laboratório da Universidade de Cuiabá-MT UNIC. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. V.19, n.3, pag. 804-812, 2015.

SANTOS, A.B. (Org.) **Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá**. Cuiabá: IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 2008.

SHINZATO Paula. **Impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 173p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SUCOMINE, Nívia M.; GIACOMELI, Daniele C.; SHARMS, Juliana C.A.; SILVA FILHO D. F.; LIMA A.M.L.P.; SALES, A. Análise microclimática de uma área verde e de seu entorno imediato. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, Maringá, 2009, **Anais...** Maringá, 2009, p. 1-10.

YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 38, p. 105-120, 2006.