

# Varição Espaço-Sazonal Termohigrométrica do Parque Urbano Mãe Bonifácia pelo Método da Krigagem

## Thermohygro-metric Space-Season Variation of Urban Park Mãe Bonifácia through Kriging Method

Jonathan Willian Zangeski Novais<sup>a\*</sup>; Rodrigo Lemos Gil<sup>a</sup>; Fabricia Cristina Lemos Melo<sup>a</sup>; Levi Pires de Andrade<sup>a</sup>; Osvaldo Alves Pereira<sup>a</sup>; Dahiane dos Santos Oliveira Zangeski<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais. MT. Brasil.

<sup>b</sup>Universidade de Cuiabá, Curso de Engenharia Civil. MT. Brasil.

\*E-mail: jonathan.novais@kroton.com.br

### Resumo

Parques urbanos servem como áreas de lazer e práticas de exercício, levando a preocupação do conforto térmico de seus usuários. O Parque Mãe Bonifácia, objeto deste estudo, encontra-se na cidade de Cuiabá-MT, sendo um fragmento de cerrado urbano, sofrendo com toda a sazonalidade do clima local, tendo períodos de seca rigorosa e períodos com precipitação. Assim, o objetivo deste trabalho foi fazer uma análise da variação espaço-sazonal termohigrométrica pelo método da krigagem do referido Parque. Foram feitas medidas mensais de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos horários entre às 10 e 12 horas. No período seco, as médias de temperatura do ar foram de 33,44 °C, já a média de temperatura para o período chuvoso foi de 31,09 °C. A média de umidade relativa do período seco foi de 43,34% e para período chuvoso 68,71%. Como resultado se percebeu a influência do entorno no parque, sendo as menores temperaturas do ar e maiores umidades relativas do ar as que ocorrem na região central do parque. Os ajustes dos semivariogramas foram considerados satisfatórios para 3 dos 4 períodos analisados, encontrando dificuldade em realizar o ajuste para a umidade relativa do ar no período chuvoso, tendo como a presença da água um possível causador dessa dificuldade. Para os dados de microclima do município de Cuiabá-MT, os resultados estão de acordo com as normais climatológicas e outros estudos realizados na mesma região.

**Palavras-chave:** Semivariograma. Temperatura do Ar. Umidade Relativa do Ar. Precipitação.

### Abstract

*Urban parks serve as leisure areas and exercise practices, leading to concern about the thermal comfort of its users. Mãe Bonifácia Park, object of this study, is in the city of Cuiabá-MT, being a fragment of urban cerrado, suffering with all the seasonality of the local climate, having periods of strict drought and periods with precipitation. Thus the objective of this work was to make an analysis of the space-seasonal thermohygro-metric variation through the kriging method of the aforementioned park. Monthly measurements of air temperature and relative humidity were taken at times between 10 and 12 hours. In the dry period the averages of the air temperature were 33.44°C, whereas the average temperature for the rainy period was 31.09°C. The mean relative humidity of the dry period was 43.34% and for the rainy season 68.71%. As a result the influence of the surroundings in the park was observed, being the lowest air temperatures and the highest relative humidity of the air occurring in the central region of the park. The adjustments of the semivariograms were considered satisfactory for 3 of the 4 analyzed periods, finding it difficult to adjust for the relative humidity of the rainy season, with the presence of water being a possible cause of this difficulty. For the microclimate data of the municipality of Cuiabá-MT, the results are in agreement with the climate normals and other studies carried out in the same region.*

**Keyword:** Semivariogram. Air Temperature. Relative Humidity. Precipitation.

### 1 Introdução

A savana tropical, conhecida localmente como cerrado, ocupa aproximadamente 24% do território brasileiro, e é caracterizada por sua alta variação climática, influenciado por períodos chuvosos e de seca extrema. O cerrado ocupa quase toda área do Brasil central, com aproximadamente 200 milhões de hectares, em sua maior parte, na região Centro-Oeste. A maioria dos solos sob vegetação de cerrado tem sido diagnosticada como de baixa fertilidade natural, apresentando interferência direta na disponibilidade de nutrientes para as plantas se desenvolverem e atingirem altas produtividades (BOTTEGA *et al.*, 2013). A pluviosidade média anual fica em torno de 1500 mm, concentrada na estação chuvosa, produzindo na região, grandes contrastes ao longo do ano nas superfícies vegetadas, apresentando nos períodos de

secas, alto risco de queimadas, favorecendo uma modificação periódica espacial e temporal no albedo e na umidade do solo e, consequentemente, na variabilidade dos processos físicos da atmosfera da região (BARROS; NOGUEIRA; DE MUSIS, 2010). Outro fator importante na variação climática do cerrado mato-grossense é o seu alto índice de queimadas no inverno, em que por exemplo para o mês de setembro de 2015 foram registrados 1584 focos de incêndio, conforme dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2016).

O clima urbano é produzido pela transformação da natureza, pela ação do homem, como o tráfego de veículos e pessoas, canalização fechada de rios e córregos, diminuição da evaporação por pavimentação da superfície, além da redução da velocidade do ar pelas edificações (SANTOS *et al.*, 2014), sendo que a qualidade ambiental das grandes

idades vem sendo comprometida pela perda da cobertura arbórea e ocupação desordenada dos solos, condições que, conseqüentemente, causam o desconforto higrotérmico e formação de ilhas de calor na malha urbana (SILVA; GONZALEZ; SILVA FILHO, 2011).

Na cidade de Cuiabá, devido à presença de poucas áreas arborizadas ocorre incidência direta de radiação solar, sendo situação mais agravante, pois além de possuir altas temperaturas e pouca nebulosidade, é uma das capitais mais quentes do país, proporcionando desconforto térmico aos ambientes (RIBEIRO *et al.*, 2015).

As árvores contribuem, significativamente, para conservar energia, refrigerar as cidades e podem fornecer proteção solar às casas, reduzindo as temperaturas urbanas, além de criar espaços externos agradáveis à permanência humana (SILVA; GONZALES; SILVA FILHO, 2011).

O foco deste estudo é o parque urbano Mãe Bonifácia, situado na cidade de Cuiabá-MT, caracterizado por ser um fragmento de cerrado, que foi cercado por ruas e edificações, conforme progresso da urbanização. Dessa forma, a análise do comportamento termohigrométrico contribui não só para o entendimento dessa dinâmica, como proporciona argumentos, que ratifiquem a utilização de parques urbanos, em grandes centros urbanos, uma vez que estes lugares servem para a prática de atividades físicas, diversão e para população entrar em contato com a natureza (ANDRADE *et al.*, 2016).

Dessa forma, para a modelagem espacial das variáveis de temperatura do ar e umidade relativa do ar optou-se pela geoestatística, método da krigagem. A geoestatística considera que os valores resultantes das amostras estão associados com a sua localização geoespacial e, sendo possível realizar a estimativa de pontos não amostrados (KANEGAE JÚNIOR *et al.*, 2007), gerando assim mapas que demonstrem a variação espacial das variáveis analisadas.

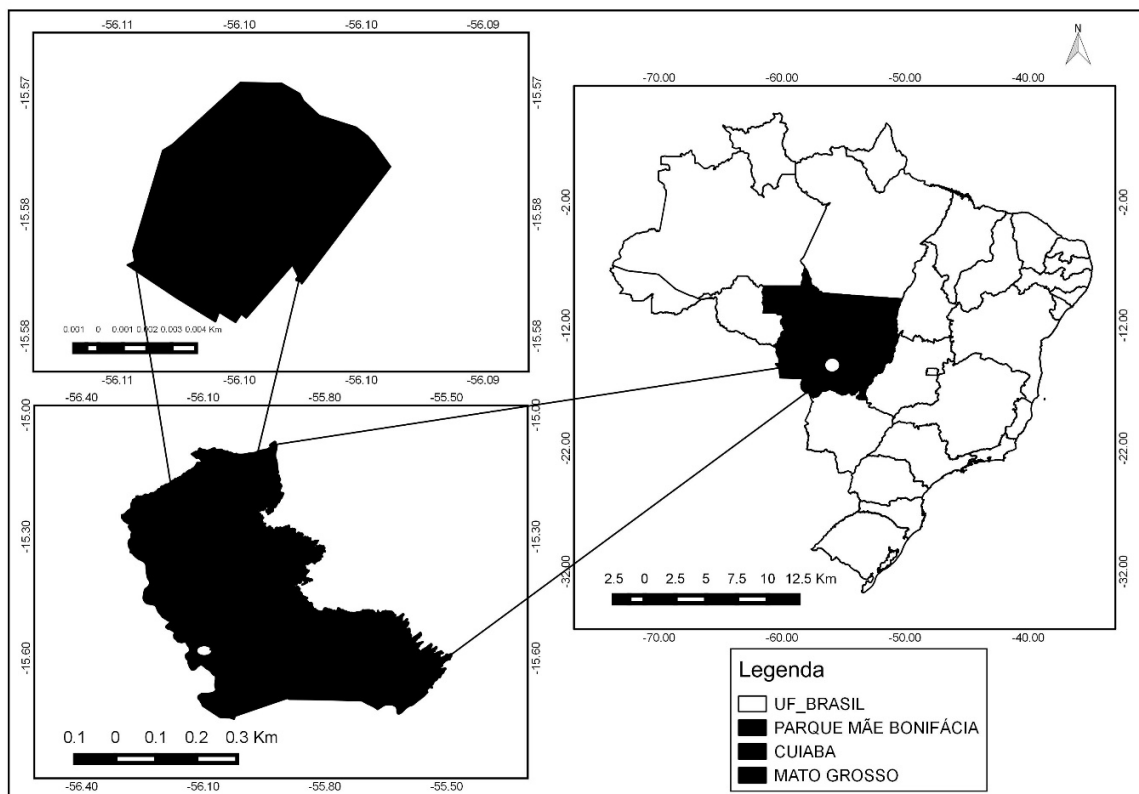
Diante deste cenário, objetivou-se a análise da distribuição espacial e sazonal da temperatura do ar e umidade relativa do ar, por métodos da geoestatística de um fragmento de cerrado urbano em Cuiabá-MT.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

O Parque Mãe Bonifácia, figura 1, 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 de água e nas regiões mais elevadas o cerrado stricto sensu (BARROS; DE MUSIS; HORNICK, 2010).

**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: Os autores.

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 uma área de 3.224,68km<sup>2</sup>, sendo dividida em 254,57km<sup>2</sup> (7,89%) de área urbana e 2.970,11km<sup>2</sup> (92,1%) de área rural (NOVAIS *et al.*, 2015; SANTOS, 2008). A capital 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 (ALVARES *et al.*, 2013).

No parque foram escolhidos 30 pontos de medição, de tal forma a possibilitar a sua caracterização microclimática, bem como a comparação de áreas com características espaciais e estruturais diferentes, sendo estabelecidos de forma aleatória, buscando abranger a diversidade do parque. Os 30 pontos foram demarcados, usando estaqueamento e etiquetas e georreferenciados.

### 2.1 Período de coleta de dados e instrumentação

Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar, ponto a ponto, nos meses de outubro de 2014 até setembro de 2015, no horário das 10 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.

A caracterização, dos períodos seco e chuvoso, foi baseada conforme dados de precipitação, sendo janeiro, fevereiro e março de 2015 o período chuvoso e julho, agosto e setembro de 2015 o período seco.

A temperatura do ar e umidade relativa do ar foram medidos 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.

Os dados para caracterização das médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar e precipitação mensal, acumulada para o município de Cuiabá-MT, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

### 2.3 Geoestatística

A análise geoestatística foi utilizada para modelar os padrões espaciais dos volumes dos sortimentos, por meio da determinação das semivariâncias, considerando o posicionamento geográfico das unidades amostrais no campo ( $x, y$ ) e o posterior cômputo das distâncias ( $h$ ) e das diferenças numéricas da variável ( $Z$ ) na malha de pontos.

Em que:  $Y(h)$  = semivariância da variável  $Z(x_i)$ ;  $h$  = distância; e  $N(h)$  = número de pares de pontos medidos  $Z(x_i)$  e  $Z(x_i + h)$ , separados por uma distância  $h$ .

As semivariâncias foram determinadas entre os pontos das

unidades amostrais, com a regularização da malha amostral, por meio de uma tolerância angular de 22,5°. Esse processo foi repetido em quatro direções, no plano espacial, 0° (S-N); 45° (SO-NE); 90° (O-L); e 135° (NO-SE), das quais será obtida a matriz das semivariâncias médias entre as distâncias equivalentes, além da quantificação dos pares de unidades amostrais computadas, conforme descrito em Pelissari *et al.* (2014).

Para as estimativas das semivariâncias, em quaisquer distâncias entre as amostras, foram ajustados os modelos de semivariogramas teóricos: esférico, exponencial e gaussiano descritos por Andriotti (2003) e Yamamoto e Landim (2013) com o auxílio do programa computacional GS+ (GS+, 2000) desenvolvido por Gamma Design Software e de planilhas eletrônicas.

A avaliação e a seleção dos melhores ajustes dos semivariogramas experimentais foram baseadas na menor soma de quadrados dos desvios ponderados (SQDP), no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (ANDRIOTTI, 2003; YAMAMOTO; LANDIM, 2013; PELISSARI, 2014).

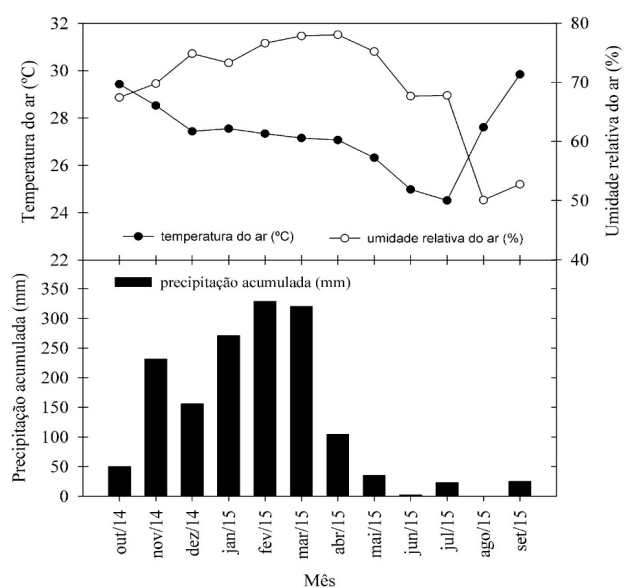
Posteriormente, foi realizada a interpolação e espacialização das variáveis, por meio da krigagem ordinária pontual e, então, analisada a distribuição espacial dos mesmos.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Caracterização microclimática

De forma a fazer a caracterização das médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar e precipitação mensal acumulada, fez-se a Figura 2.

**Figura 2** - Médias mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação acumulada (mm), de outubro de 2014 a setembro de 2015 em Cuiabá-MT.



Fonte: Os autores.

Observa-se pela Figura 2 que as maiores temperaturas do ar para o município de Cuiabá no período foram em outubro

de 2014 e setembro de 2015. A umidade relativa média se manteve constante nos meses, em que houve precipitação, diminuindo para os meses de maio a setembro de 2015, com mínimo valor médio em agosto de 2015, 50%.

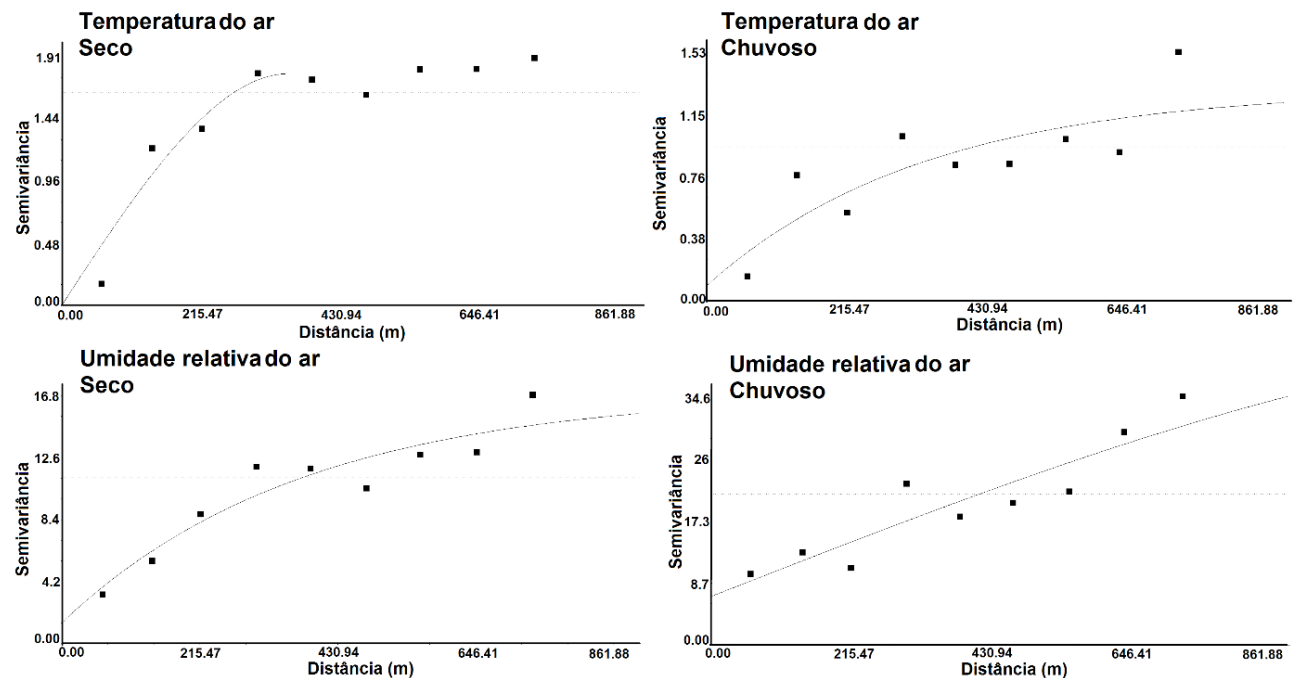
Já o acumulado de precipitação para o período estudado foi de 1546,5 mm de precipitação, estando de acordo com estudos para a mesma região (DIAS; ALVES; SANCHES, 2015; NOVAIS *et al.*, 2016). Já a média mensal foi de

aproximadamente 129mm. O mês mais chuvoso foi fevereiro de 2015 com, aproximadamente, 329mm de chuva acumulada mensal.

### 3.2 Análise geoestatística

Seguem na Figura 3 os semivariogramas ajustados para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar para o Parque Mãe Bonifácia.

**Figura 3** - Semivariogramas ajustados para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, no período seco e chuvoso para o Parque Mãe Bonifácia



Fonte: Os autores.

Na Figura 3 é possível observar, na variável umidade relativa do ar, no período chuvoso, que o semivariograma possui uma tendência na qual, visualmente, não atinge o patamar, esse fato pode ter ocorrido devido a um número baixo de unidades amostrais. Pode-se observar também no Quadro 1, que esta mesma variável apresentou também a maior soma de quadrados dos resíduos ponderados, dentre as quatro variáveis analisadas. No Quadro 1 foram apresentados os resultados quanto ao ajuste dos semivariogramas.

**Quadro 1** - Informações a respeito do ajuste dos semivariogramas: Modelo, efeito pepita (Co), patamar (Co+C), alcance (Ao), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), e soma dos quadrados dos resíduos (SQR)

Variável - Período	Modelo	Co	Co + C	Ao	R <sup>2</sup>	SQR
Temperatura do ar Seco	Esférico	0.001	1.785	355	0.937	0.181
Temperatura do ar Chuvoso	Exponencial	0.095	1.31	343	0.671	0.364
Umidade relativa do ar Seco	Exponencial	1.42	17.04	378	0.894	14.2
Umidade relativa do ar Chuvoso	Esférico	6.8	42.89	1549	0.84	90

Fonte: Dados da pesquisa.

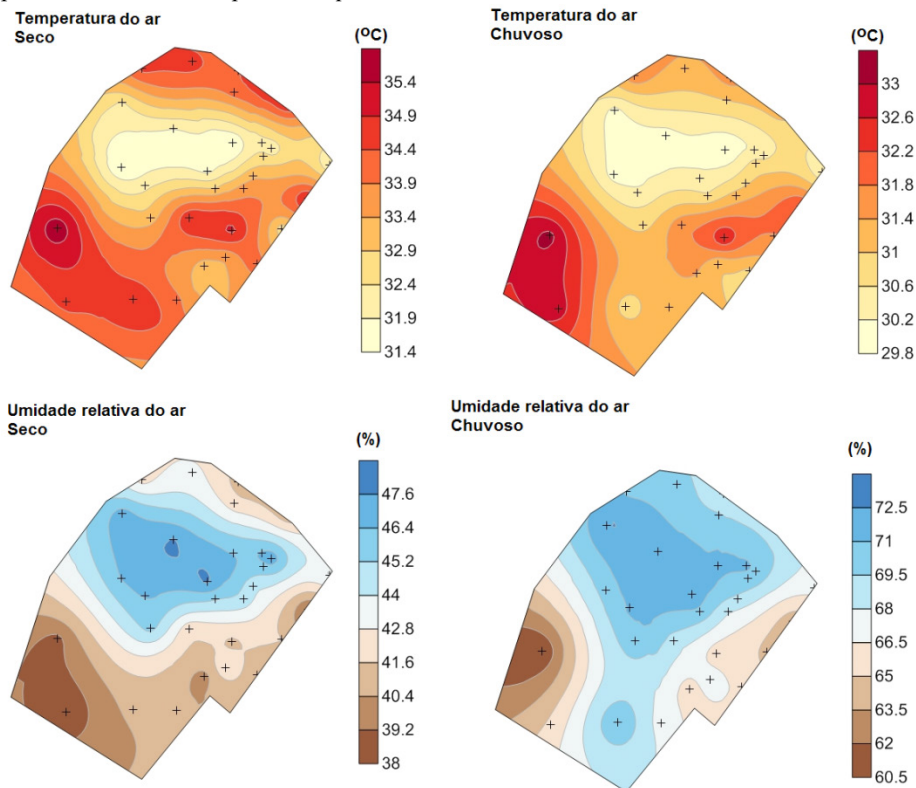
Com exceção da umidade relativa do ar, no período chuvoso, houve alcance entre 350 e 380m. O alcance é de fundamental importância para a interpretação dos semivariogramas, indicando a distância até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si (CARVALHO; SILVEIRA; VIEIRA, 2002).

Pequenos valores de efeito pepita (Co) indicam pequenos erros nas medidas (DAFONTE *et al.*, 2010), conforme observado nas medidas do período seco. A quantidade de água presente em determinados momentos, no período chuvoso, ocasionou valores maiores para efeito pepita, principalmente, nos ajustes de umidade relativa do período chuvoso. Este resultado também ocorreu com Novais *et al.* (2016), em estudos urbanos.

Os valores acima de 0,8 para o coeficiente de determinação foram satisfatórios, mostrando um bom ajuste dos dados ao modelo proposto. Já quanto a soma dos quadrados dos resíduos, foram encontrados dados satisfatórios somente para temperaturas do ar, uma vez que ocorreram valores altos para a umidade relativa do ar, 14,2% para UR do período seco e 90% para UR do período chuvoso.

Os mapas de krigagem foram apresentados na Figura 4.

**Figura 4** - Mapas de krigagem para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, no período seco e chuvoso para o Parque Mãe Bonifácia.



Fonte: Os autores.

Observa-se na Figura 4 que a temperatura do ar é inversamente proporcional a umidade relativa do ar. Pela análise da estatística clássica, a temperatura do ar, no período seco e chuvoso, apresentou uma média de 33,44 °C e 31,09 °C respectivamente. Porém ao analisar a distribuição espacial dessas variáveis (Figura 4) através da geoestatística observou-se uma variação de 31,4 °C a 35,4 °C para o período seco e de 29,8 °C a 33,0°C para o período chuvoso, podendo observar que existem pontos, nos quais a estatística clássica iria subestimar e em outras superestimar o valor da variável. É possível observar, ainda, que os locais em que a temperatura se mostra inferior são áreas, em que a vegetação é mais densa e local onde um riacho corta, diagonalmente o parque, na direção noroeste/sudeste. Oke (1978) afirma que a vegetação além de proporcionar sombra, ela também diminui a temperatura, a partir do consumo de calor latente por evaporação e pela perda de água através da transpiração.

A falta de umidade no período seco permitiu maiores amplitudes térmicas do que o período chuvoso, acarretando maiores valores de temperatura do ar, que ocorre no verão, período de maior radiação global. Outro fenômeno que ajuda a explicar é que, no período seco, as árvores do Parque Mãe Bonifácia perdem muito suas folhas, como uma resposta a diminuição da umidade, facilitando a entrada de raios solares abaixo do dossel, aumentando assim a temperatura do ar.

Já para as umidades relativas, as médias foram de 43,34% e 68,71% para o período seco e chuvoso, respectivamente, porém analisando a distribuição espacial desta variável na

figura 3, nota-se uma variação no local de 38,0% a 47,6% para o período seco e de 60,5% a 72,5% no período chuvoso, sendo que seguem as mesmas condições de vegetação discutidas na temperatura.

Podem ser observadas temperaturas maiores e umidades relativas menores nas bordas, uma vez que o Parque é influenciado pelo mosaico urbano, seja no lado oeste e norte por uma larga avenida, quando na região sul e leste por edifícios. Segundo Corbella (2003), nos centros urbanos, os edifícios, que cresceram em altura e em massa, aumentando a inércia térmica, associados a uma maior quantidade de ruas asfaltadas, absorvem mais energia solar devolvendo com a mesma intensidade tal energia para o espaço próximo.

Georgi e Tzouri (2008) analisaram a temperatura e umidade durante os meses secos na cidade de Drama na Grécia, em dois ambientes distintos, sendo o primeiro em um parque central da cidade com bastante vegetação e recursos hídricos e o segundo em uma praça da cidade, pobre em vegetação e muitos edifícios. Como resultado obtiveram que o parque central apresentou temperatura de 2 °C inferior e umidade relativa 4% superior do que na praça da cidade, sendo então suas condições microclimáticas muito mais favoráveis ao conforto térmico.

As figuras estão de acordo com os resultados encontrados por Andrade *et al.* (2016), que analisaram como o entorno das edificações e pavimentos em torno do Parque Mãe Bonifácia influenciava o microclima do Parque, encontrando temperaturas e umidades relativas do ar menores nas regiões

centrais do Parque.

## Conclusão

Analisando a variação espacial da temperatura do ar e umidade relativa do ar se percebe a influência do entorno do parque, sendo as menores temperaturas do ar e maiores umidades relativas do ar ocorrendo na região central do Parque. Os ajustes dos semivariogramas foram considerados satisfatórios para 3 dos 4 períodos analisados, encontrando dificuldade em realizar o ajuste para a umidade relativa do ar no período chuvoso, tendo como a presença da água um possível causador dessa dificuldade. Para os dados de microclima do município de Cuiabá-MT, os resultados estão de acordo com as normais climatológicas e outros estudos realizados na mesma região.

Espera-se que com esse estudo possa haver uma maior conscientização dos usuários do Parque, quanto à preocupação com o conforto térmico, para que a prática de exercícios no Parque seja mais saudável, principalmente, em relação ao uso de protetor solar, uso de roupas claras e leves e a hidratação.

## Referências

- ANDRIOTTI, J.L.S. Fundamentos de estatística e geoestatística. São Leopoldo: UNISINOS, 2003.
- ALVARES, C.A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Zurich, v.22, n.6, p.711-728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ANDRADE, L.P. *et al.* Efeitos de borda sobre o microclima de um parque ecológico urbano em Cuiabá-MT. *Rev. Estudo Debate*, v.23, n.2, 2016.
- ANDRIOTTI, J.L.S. Fundamentos de estatística e geoestatística. São Leopoldo: UNISINOS, 2003.
- 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*, v.10, n.2, 2010.
- 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. *Soc. Bras. Arborização Urbana*, v.5, n.2, p.1-18, 2010.
- BOTTEGA, E.L. *et al.* Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. *Rev. Ciênc. Agro.*, v.44, n.1, 1-9, 2013.
- CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. *Rev. Agron. Bras.* v.37, n.8, p.1151-1159, 2002.
- CORBELLA, O. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- DAFONTE, J. *et al.* Mapping of soil micronutrients in an europeanatlantic agricultural landscape using ordinary kriging and indicator approach. *Bragantia*, v.69, 2010.
- DIAS, V.R.M.; ALVES, M.C.; SANCHES, L. Métodos de ajuste de semivariogramas para modelagem espacial de íons de precipitação pluvial em Cuiabá, Brasil. *Ciênc. Nat.*, v.37, n.2, p.312-320, 2015.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 2 jun. 2017.
- GEORGI, N.; TZOURI, A. Monitoring thermal comfort in outdoor urban spaces for bioclimatic conditions improvement. In: 1st WSEAS, International Conference on Landscape Architecture (LA'08), Algarve, Portugal, June 11-13, 2008.
- GS+. GS+ Geostatistical for environmental science. Versão 5.0, Michigan: Gamma Design Software, 2000.
- JOURNAL, A.G.; HUIJBREGTS, C.J. Mining geostatistics. London: Academic Press, 1978.
- KANEGAE JUNIOR, H. *et al.* Avaliação da continuidade espacial de características dendrométricas em diferentes idades de povoamentos clonais de *Eucalyptus sp.* *Rev. Árvore*, v.31, n.5, p.859-866, 2007.
- NOVAIS, J.W.Z. *et al.* Conforto térmico de um laboratório da Universidade de Cuiabá-MT UNIC. *Rev. Eletr. Gestão Educ. Tecnol. Amb.*, v.19, n.3, p.804-812, 2015.
- NOVAIS, J.W.Z. *et al.* Condições térmicas e dependência espacial da temperatura de diferentes superfícies pelo Método da Krigagem em Cuiabá-MT, Brasil. *Ensaio Ciênc., Ciências*, v.20, n.3, p.131-136, 2016.
- NOVAIS, J.W.Z. *et al.* Albedo do solo abaixo do dossel em área de *Vochysia Divergens Pohl* no norte do Pantanal. *Rev. Bras. Meteorol.*, v.31, n.2., 157-166, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150001>.
- OKE, T.R. Boundary layer climates. London: Methuen, 1978.
- PELLISSARI, A.L. *et al.* Geoestatística aplicada ao manejo de povoamentos florestais de teca, em períodos pré-desbaste seletivo, no estado do mato grosso. *Rev. Bras. Biometria*, v.32, n.3, p.74-85, p 2014.
- RIBEIRO, K.F.A. *et al.* Análise da temperatura interna e superficial em diferentes sombreamentos arbóreos. *Rev. Soc. Bras. Arbor. Urbana*, v.10, n.2, p.40-60, 2015.
- SILVA, I.M.; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D.F.. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. *Rev. Soc. Bras. Arbor. Urbana*. v.6, n.4, p.35-50, 2011.
- SANTOS, F.M.D.M. et al. Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis. *Paranoá*, n. 11, p. 45-54, 2014.
- SANTOS, A.B. (Org.) Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá. Cuiabá: IPDU, 2008.
- YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. Geoestatística: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.