



## ANÁLISE DA INTENSIDADE DA ILHA DE CALOR EM ASSIS, CÂNDIDO MOTA, MARACAÍ E TARUMÃ

GISLENE FIGUEIREDO ORTIZ<sup>1</sup>  
FELIPE FERNÁNDEZ GARCÍA<sup>2</sup>  
MARGARETE C. C. T. AMORIM<sup>3</sup>

**Resumo:** No presente trabalho se tem por objetivo principal analisar a intensidade e evolução da ilha de calor nas cidades de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã, em episódios de outono e inverno. Para tanto, foi realizado tratamento estatístico dos dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar), obtidos em trabalho de campo durante os meses de maio, junho e julho de 2013. De acordo com as análises, pode-se concluir que o tamanho da cidade interfere na duração e intensidade da ilha de calor, pois quanto maior a área urbana maior é a força e o tempo de atuação do fenômeno.

**Palavras chave:** clima urbano, ilhas de calor, temperatura e umidade relativa do ar.

**Abstract:** The main objective of this study is to analyze the intensity and evolution of the heat island in the cities of Assis, Cândido Mota, Maracaí and Tarumã, in autumn and winter episodes. For such, the meteorological data (temperature and relative humidity), obtained in field studies in May, June and July 2013, were treated statistically. According to the analyses, we were able to conclude that the size of the city interferes in the duration and intensity of the heat island, because the larger the urban area is the greater the force and length of the phenomenon will be.

**Key Words:** urban climate, urban heat island, temperature and relative humidity

### 1 – Introdução

A dinâmica ambiental que envolve a cidade é muito complexa e muitas vezes não é respeitada durante o processo de urbanização. Desta forma, a urbe é acometida por diferentes problemas de ordem ambiental, por não respeitar os limites da natureza.

Além da forma de ocupação desornada, a urbanização teve seu ritmo acelerado a partir Revolução Industrial, em decorrência da expansão das cidades e do êxodo rural. Entretanto, atualmente a urbanização e o crescimento demográfico perderam força, e a tendência é que as cidades se limitem ao crescimento natural (ONU-HABITAT, 2012). Segundo informações da ONU (2012), “cerca de metade da

<sup>1</sup> Gislene Figueiredo Ortiz, doutoranda pelo programa de pós-graduação em Geografia da FCT-UNESP. E-mail: gifortiz@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Dr. Felipe Fernández García, catedrático em Geografia Física na *Universidad Autónoma de Madrid*. E-mail: felipe.fernandez@uam.es.

<sup>3</sup> Profa. Dra. Margarete C. C. T. Amorim, docente da graduação e pós-graduação de Geografia da FCT-UNESP. E-mail: mccta@fct.unesp.br.



humanidade vive hoje em cidades. Populações urbanas cresceram de cerca de 750 milhões em 1950 para 3,6 bilhões em 2011. Até 2030, quase 60% da população mundial viverá em áreas urbanas”. Ainda de posse de dados da ONU,

Nas próximas décadas, 95% do crescimento da população urbana mundial ocorrerá em países em desenvolvimento. Espera-se que a população urbana da África cresça de 414 milhões para mais de 1,2 bilhão até 2050, enquanto a Ásia vai crescer de 1,9 bilhão para 3,3 bilhões. Essas regiões juntas vão contabilizar 86% do crescimento total da população urbana mundial (ONU, 2012).

A urbanização é um fato inerente também na América Latina, onde diferentes países se encontram em pleno desenvolvimento, como o Brasil. A taxa de urbanização nessa área é elevada se comparada com a dos países desenvolvidos, chegando a 80% de população residente em áreas urbanas (ONU-HABITAT, 2012).

No caso do Brasil, sua urbanização se desenvolveu tardiamente a partir da década de 1940, mas de forma extremamente acelerada e não planejada adequadamente. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005) confirmaram tal crescimento, ou seja, essa população em 1940 era de 34,3% e no ano de 2000 chegou a 81,25%. Os resultados do Censo do IBGE (2010) apontaram que 84,4% (169,9 milhões) das pessoas vivem em áreas urbanas, enquanto que 15,6% (29,8 milhões) moram em áreas rurais. Um crescimento da população urbana de 50,1% em 60 anos.

Esse padrão de crescimento das cidades brasileiras gerou diferentes problemas ambientais urbanos, que comprometem a qualidade ambiental urbana e a qualidade de vida do cidadão, como: aumento das enchentes e inundações decorrentes da retirada da cobertura vegetal e impermeabilização do solo, deslizamentos de encostas por conta da ocupação desordenada e do desmatamento das vertentes, poluição dos solos, rios e lençóis freáticos devido à má destinação de resíduos sólidos, poluição atmosféricas resultante da circulação de veículos e lançamentos de gases industriais.

Dentre os diferentes problemas ambientais, àqueles relacionados à atmosfera urbana são os mais preocupantes por influenciarem diretamente na saúde da população. Na cidade a atmosfera é alterada pelas construções, retirada da vegetação arbórea, pela movimentação de pessoas, veículos e atividade industrial, criando um clima específico, denominado de clima urbano. Monteiro definiu o clima



urbano como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (2009, p. 19).

Desta forma, “o clima próprio gerado pela cidade provoca efeitos que são sentidos pela população através do desconforto térmico, da qualidade do ar [...] e das crescentes inundações ocasionadas pelas chuvas concentradas” (AMORIM, 2000, p. 25). Assim, entende-se que o cidadão sofre os efeitos do clima urbano, em especial o de baixa renda que não têm condições de obter climatizadores de ambiente ou moram em áreas de risco afetadas por inundações e deslizamentos, tendo sua qualidade de vida comprometida.

Perante o desafio de se melhorar a qualidade ambiental e a de vida da população urbana, o meio acadêmico e científico vem buscando soluções para que as cidades se desenvolvam de forma adequada, uma vez que o crescimento das mesmas não pode simplesmente ser freado e medidas mitigadoras para as áreas afetadas são essenciais. Nessa perspectiva, estudos voltados para o diagnósticos de problemas ambientais urbanos vêm crescendo nas últimas décadas e juntamente com esses os relativos ao clima urbano.

Seguindo a vertente de tais estudos, no presente trabalho se tem por objetivo principal analisar a intensidade e evolução da ilha de calor nas cidades de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã, em episódios de outono e inverno.

As cidades estudadas se encontram no oeste do Estado de São Paulo, no quadrante -50° de longitude oeste e -22° de latitude sul, na microrregião da Média Sorocabana e na Vertente Paulista do Rio Paranapanema (Figura 01).

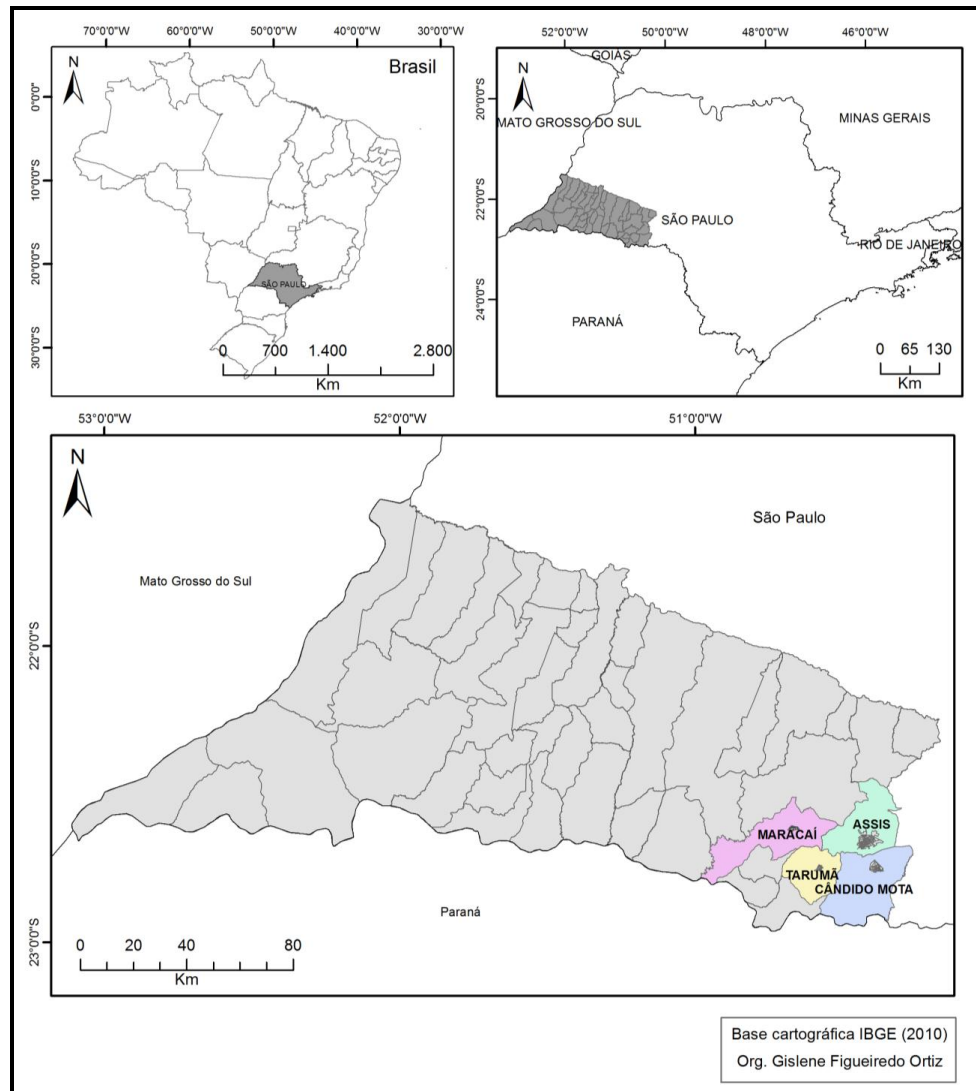


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo

Assis é uma cidade de porte médio com população de 95.144 (Censo – IBGE – 2010), com densidade demográfica de 206,70 hab/km<sup>2</sup> e área territorial de 460,308 km<sup>2</sup>. Sua economia é diversificada com base na agricultura, comércio e prestação de serviços.

Cândido Mota é uma cidade de pequeno porte com população total de 29.884 habitantes (Censo – IBGE – 2010), com densidade demográfica de 50,12 hab/km<sup>2</sup> e área territorial de 596,211 km<sup>2</sup>. A economia do município é baseada na agricultura, com destaques para o cultivo de mandioca, milho, cana-de-açúcar e soja.

Maracá também é uma cidade de pequeno porte, com população de 13.332 (Censo – IBGE – 2010), a densidade demográfica é de 24,97 hab/km<sup>2</sup> e sua área territorial é



de 533,938 km<sup>2</sup>. Sua economia é centrada na agricultura com destaque para a produção de cana-de-açúcar.

Tarumã é a menor cidade a ser analisada por este estudo, com população de 12.885 hab/km<sup>2</sup>, densidade demográfica de 42,50 hab/km<sup>2</sup> e conta com uma área territorial de 303,184 km<sup>2</sup>. A economia do município é baseada na cana-de-açúcar e na produção de seus derivados.

## 2 - Procedimentos metodológicos

Para se analisar a intensidade e evolução da ilha de calor na área de estudo foi realizado tratamento estatístico dos dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar), obtidos em trabalho de campo durante os meses de maio, junho e julho de 2013. Durante o trabalho de campo foram instaladas estações automáticas para a coleta de dados horários em pontos fixos nas cidades de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã, sendo uma estação localizada no ambiente urbano e outra no ambiente rural próximo de cada uma das urbes.

Para se analisar a intensidade, duração e evolução horária da ilha de calor/frescor e a úmida/seca nas cidades estudadas durante o período estudado, foram elaborados gráficos no programa *Excel 10.0*. As planilhas que continham os dados horários de cada uma das cidades foram separadas por mês de estudo, possibilitando a verificação da tendência do comportamento térmico e higrométrico horário durante maio, junho e julho de 2013. Para tanto, utilizou-se as ferramentas *filtro*, *ordenar* e *subtotal* ativando *média* para se extrair a média horária da temperatura e umidade relativa do ar. Os dados já tratados foram utilizados para a elaboração de gráficos para sintetizar as informações obtidas.

Em seguida, os dados tratados foram colocados em novas planilhas para que fosse feita a diferença entre os pontos urbanos e rurais, e também a definição da intensidade máxima, duração e horário de maior intensidade da ilha de calor, de onde se gerou tabelas para se comparar as diferenças entre as cidades.

Para se compreender a evolução da ilha de calor/frescor e a úmida/seca, elaborou-se gráficos a partir dos dados médios de intensidade, contemplando os valores horários de cada mês estudado.



Finalizando o presente trabalho, foi feita uma análise prévia dos resultados obtidos e traçado um perfil do comportamento térmico e higrométrico da atmosfera urbana da área de estudo.

### **3 - Intensidade e evolução da ilha de calor em Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã**

A intensidade média da ilha de calor nas cidades de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã foi constatada a partir de trabalho de campo realizado de 01 de maio a 30 de julho de 2013, através de medidas em pontos fixos, sendo uma estação meteorológica no ponto urbano e outra no ponto rural de cada uma das cidades, totalizando oito pontos de mensuração de temperatura e umidade relativa do ar. Para a análise dos resultados obtidos foram considerados os dados horários do período analisado.

Desta forma, conforme os dados da tabela 01, que representa a média e a hora de maior intensidade e duração da ilha de calor da área estudo, verificou-se que Tarumã teve a menor magnitude e duração do fenômeno analisado, sendo 2,1°C para os meses de maio e julho, e duração de 14h e 15h, respectivamente, e em junho intensidade de 1,2°C e duração de 15h. Os horários com maior intensidade da ilha de calor em Tarumã coincidiram com os períodos noturnos, sendo às 23h e 01h no mês de maio e às 20h no mês de junho e julho.

A cidade de Maracaí, segunda menor área urbana deste estudo, apresentou a intensidade e duração média da ilha de calor de 2,3°C e 24h durante o mês de maio, em junho 2,0°C e também perdurou 24h e em julho teve sua magnitude máxima 2,5°C, mas com duração de 19h, menor do que nos meses anteriores (tabela 1). Em relação aos horários em que a ilha de calor se apresentou mais intensa em Maracaí, pode-se afirmar que também foram durante a noite, como em Tarumã, mas por volta das 20h em todos os meses de estudo, um pouco mais antecipada que na cidade de Tarumã.

Cândido Mota é a terceira maior área urbanizada da presente investigação. A cidade apresentou a maior intensidade e duração média da ilha de calor no mês de maio, sendo de 3,5°C e 24h, respectivamente (tabela 01). Durante o mês de junho a



magnitude e duração média do fenômeno se igualou a cidade de Maracaí, com 2,0°C e 24h. A máxima intensidade da ilha de calor em Cândido Mota também se apresentou durante o período noturno, sendo as 23 e 00h nos meses de maio e junho, e um pouco mais adiantada no mês de julho entre as 22 e 23h.

A maior área urbanizada analisada neste estudo é da cidade de Assis. A intensidade e duração média da ilha de calor na urbe em questão foi de 3,1°C e 23h em maio. Em junho a intensidade máxima foi 1,9°C e duração de 21h, menor valor do fenômeno em questão. O mês de julho apresentou intensidade intermediária com 2,8°C e duração de 23h. Os horários em que a magnitude da ilha de calor foi máxima, foram as 00h durante os meses de maio e junho, e as 20h no mês de junho, acompanhando o padrão das cidades de Tarumã e Maracaí.

<b>Cidade</b>	<b>Maio (outono) Intensidade, hora e duração da ilha de calor</b>	<b>Junho Intensidade, hora e duração da ilha de calor</b>	<b>Julho (inverno) Intensidade, hora e duração da ilha de calor</b>
<b>Tarumã</b>	2,1°C– 23 e 01h (14h)	1,2°C– 20h (15h)	2,1°C– 20h (15h)
<b>Maracaí</b>	2,3°C – 19 e 20h (24h)	2,0°C– 20h (24h)	2,5°C– 20h (19h)
<b>Cândido Mota</b>	3,5°C– 23 e 00h (24h)	2,0°C– 23 e 00h (24h)	3,1°C– 22 e 23h (22h)
<b>Assis</b>	3,1°C– 00h (23h)	1,9°C– 00h (21h)	2,8°C– 20h (23h)

**Tabela 01 - Intensidade, hora de máxima e duração da Ilha de calor**

A evolução média da ilha de calor e seca/úmida da cidade de Tarumã está representada no gráfico 1. Como pode-se observar, os períodos de maior intensidade da ilha de calor são nos horários noturnos, confirmando que a cidade se aqueceu no decorrer do dia e a noite liberou calor lentamente, mantendo a atmosfera urbana mais quente que seu entorno. Enquanto que a umidade relativa do ar teve o comportamento inversamente proporcional, apresentando uma ilha seca no período noturno, com diferenças de valores médios de umidade relativa do ar de até -6,4% entre o urbano e rural de Tarumã.



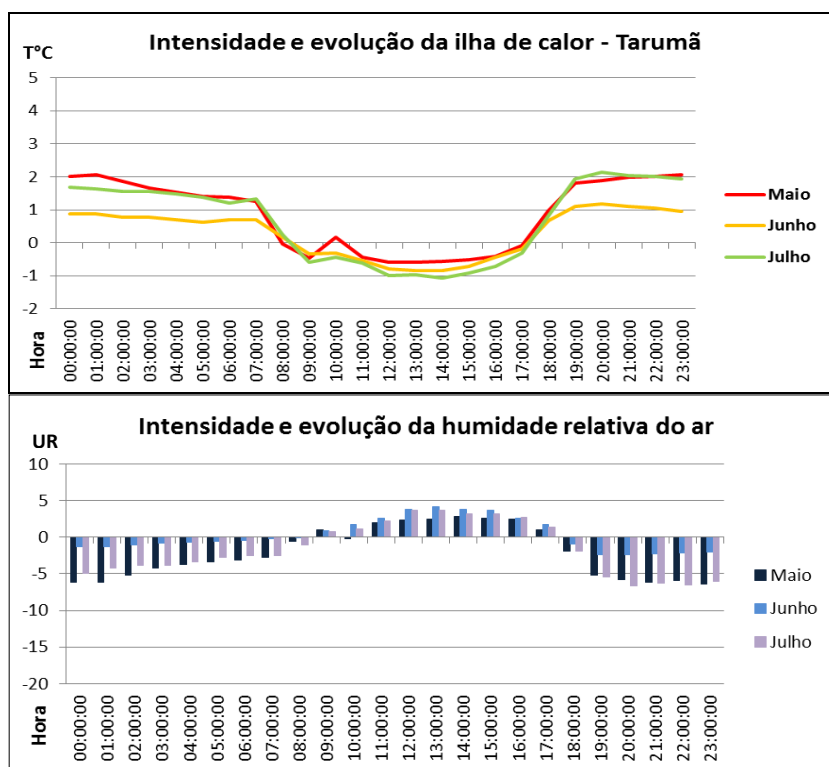


Gráfico 01 – Intensidade e evolução horária da ilha de calor e seca/úmida - Tarumã

No gráfico 02 estão representadas a intensidade e evolução média da ilha de calor e seca/úmida de Maracaí. Nota-se que a ilha de calor se apresentou durante todo o período do dia nos meses de maio e junho, ou seja, a diferença térmica média entre o urbano e o rural esteve sempre acima de 0°C. Durante o mês de julho a duração não ocorreu nas 24h do dia, acontecendo após as 14h até as primeiras horas da manhã. A ilha seca apareceu também após as 14h, perdurando toda noite até às 9h da manhã.

Em Cândido Mota, conforme gráfico 03, a intensidade e evolução média da ilha de calor apresentou um padrão parecido com as demais cidades analisadas neste estudo, entretanto, com a presença constante de ilha de calor. O período de maior força do fenômeno ocorreu durante a noite, logo após as primeiras horas do pôr do sol e se manteve até o amanhecer. A ilha seca se mostrou durante todo o dia nos meses de maio e junho, sendo que em julho houve uma pequena ilha úmida entre as 12 e 16h.



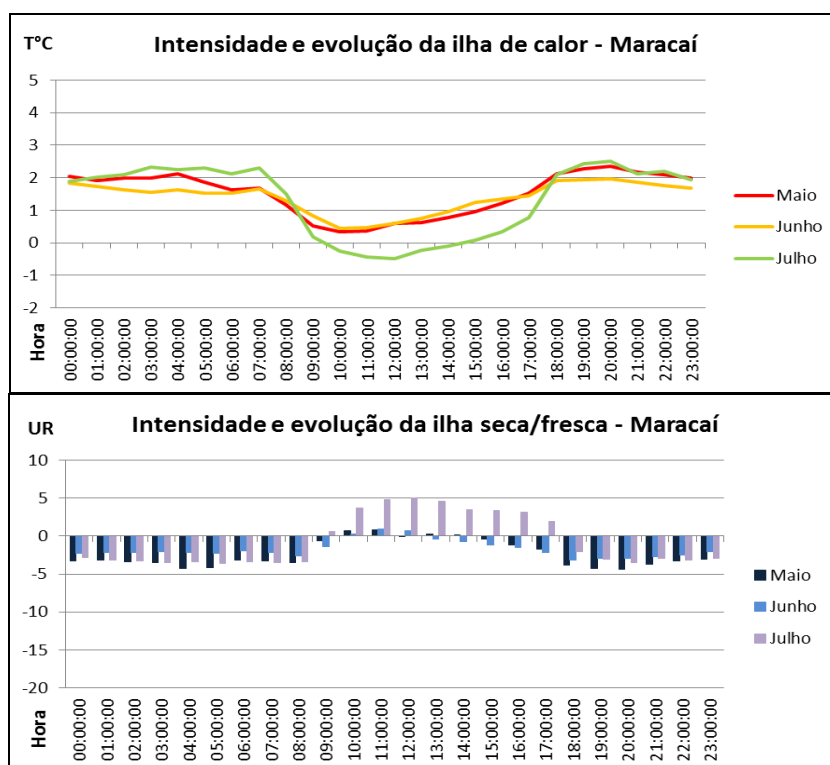


Gráfico 02 – Intensidade e evolução horária da ilha de calor e seca/úmida – Maracaí

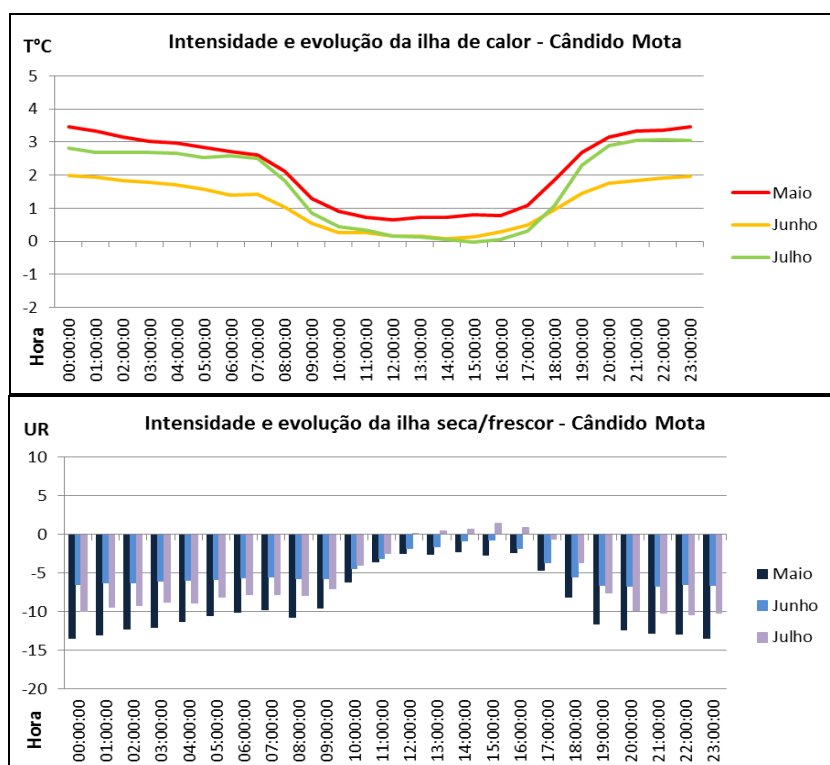


Gráfico 03 – Intensidade e evolução horária da ilha de calor e seca/úmida – Cândido Mota

A intensidade e evolução média da ilha de calor em Assis (gráfico 04) teve um padrão levemente diferenciado das demais cidades estudadas. Nota-se um aumento



na intensidade da ilha de calor no período diurno também, sendo das 11 às 16h e depois um enfraquecimento na intensidade no final da tarde. O fenômeno novamente se potencializa até as primeiras horas do dia. A umidade relativa do ar apresentou um comportamento equivalente ao das cidades de Maracaí e Tarumã, onde a ilha seca surgiu após o entardecer e permaneceu até as primeiras horas da manhã. Verificou-se um aumento da umidade relativa na área urbana se comparada a rural entre as 10 e 17h.

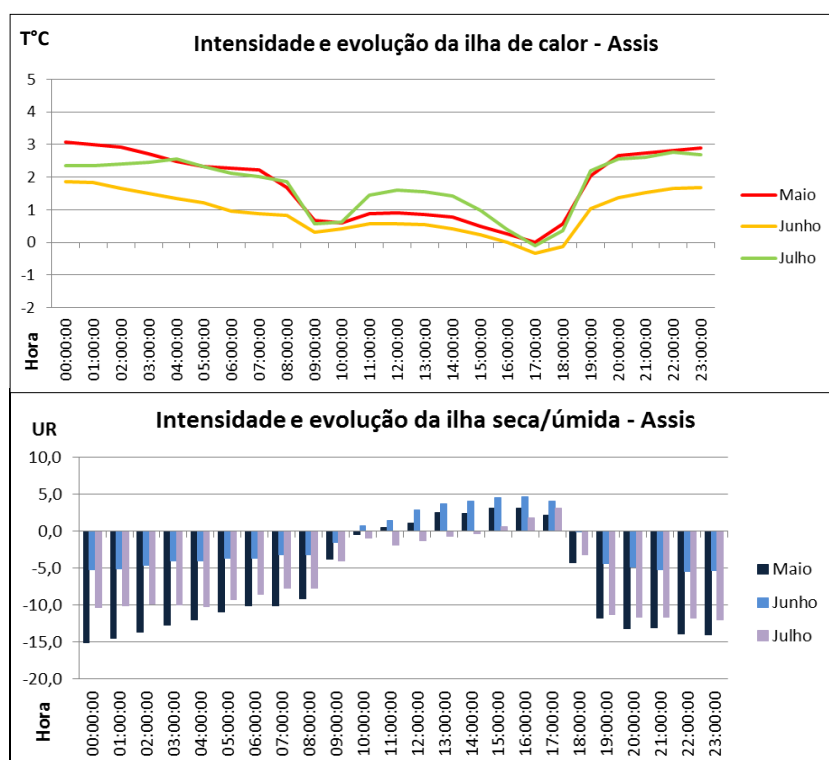


Gráfico 04 – Intensidade e evolução horária da ilha de calor e seca/úmida – Assis

#### 4 - Considerações finais

De acordo com as análises, pode-se afirmar que Maracaí e Tarumã que são as menores cidades estudadas apresentaram um comportamento térmico e higrométrico similar, sendo que a intensidade da ilha de calor e de umidade aumentou e/ou diminuiu conforme o tamanho da área urbanizada, ou seja, quanto maior a superfície urbana, mais forte a intensidade da ilha de calor e menor a umidade relativa do ar. Nas duas cidades a ilha de calor surgiu nas primeiras horas após o pôr do sol e perdurou até o amanhecer. Existiu a presença de ilha de frescor diurna em ambas as cidades.



Na cidade Cândido Mota a ilha de calor se apresentou durante as 24h do dia, tendo menor força no período diurno e maior força a noite, a cidade se manteve sempre mais seca se comparada com seu entorno rural e apresentou a maior intensidade do fenômeno entre as quatro cidades analisadas, não existiu a presença de ilha de frescor como nas duas cidades anteriores.

A maior área urbana que é Assis apresentou um comportamento térmico e higrométrico diferente das outras cidades do presente estudo, tendo maior intensidade da ilha de calor durante o período noturno até o amanhecer, porém apresentou um novo aquecimento na atmosfera urbana entre as 10 e 16h. Não ocorreu a ilha de frescor diurna como Maracaí e Tarumã.

De posse de tais resultados, pode-se concluir que o tamanho da cidade interfere na duração e intensidade da ilha de calor, pois quanto maior a área urbana maior foi a força e o tempo de atuação do fenômeno.

## 5 - Referências bibliográficas

### • Livros

AMORIM, M. C. C. T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GÓMEZ, A. L. (Coord.), GARCÍA, F. F., ARROYO, F., VIDE, J. M., CUADRAT, J. M. **El clima de las ciudades españolas**. Madrid: Catedra, 1993.

OKE, T. **Review of urban climatology: 1968-1973**. Geneva: World Meteorological Organization, 1974 (WMO Technical note, n. 134).

OKE, T. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co, 1978.

### • Capítulos de livros

MONTEIRO, C. A. F.. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. (org.), DANNI-OLIVEIRA, I. M., BRANDÃO, A. M. P. M., GONÇALVES, N. M. S. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.

### • Fontes eletrônicas

**Relatório ‘Estado das Cidades da América Latina e Caribe’**. Produzido pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT). Disponível em: <[http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=362&Itemid=18](http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=362&Itemid=18)>. Acesso em: 28 dez. 2012.



**Relatório ‘Fato sobre as cidades’.** Produzido pelo Departamento de Informação Pública das Nações Unidas, junho de 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/temas-cidades/>>. Acesso em: 28 dez 2012.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro prestado durante a realização da pesquisa.