

## VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E COBERTURA VEGETAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM PRAÇAS URBANAS EM CUIABÁ, BRASIL

ANGELA SANTANA DE OLIVEIRA, MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA, LUCIANA SANCHES, JOSÉ DE SOUZA NOGUEIRA

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil

angela.oliveira@cba.ifmt.edu.br, mcjanp@gmail.com, lsanches@ufmt.br, nogueira@ufmt.br

Recebido Abril de 2011 - Aceito Abril de 2013

### RESUMO

A influência da vegetação nas variáveis meteorológicas foi avaliada por meio do índice de área foliar (IAF) e índice de sombreamento arbóreo (ISA) em duas praças públicas em Cuiabá-MT, Brasil. Medidas de temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR) foram obtidas sob a copa das árvores em diferentes sítios da cidade para o período seco e chuvoso no ano de 2009. A análise dos valores médios destas variáveis mostraram maiores valores de T e menores UR ocorrendo durante o período seco e sendo semelhantes nas duas praças. Com relação à UR, entretanto, não houve diferenças significativas entre a medida sob as árvores e a atmosfera. O índice de área foliar foi calculado e variou em função das espécies arbóreas das praças, e mostrou valores entre 5,64 e 2,79  $m^2 \cdot m^{-2}$ , sendo a média do IAF e do ISA na Praça Popular superiores ao da Praça 8 de Abril. Conclui-se que as espécies arbóreas melhoraram o ambiente térmico em virtude da atenuação da radiação proporcionada pelo sombreamento das diferentes espécies, principalmente no horário com menor ângulo solar.

**Palavras-chave:** índice de área foliar, índice de sombreamento arbóreo, clima urbano, cobertura vegetal.

### ABSTRACT: METEOROLOGICAL VARIABLES AND VEGETATION COVER OF TREE SPECIES IN URBAN SQUARES IN CUIABA, BRAZIL

The influence of vegetation on meteorological variables was evaluated through the leaf area index (LAI) and the shading index (ASI) in two public squares located in Cuiabá, Brazil. Air temperature (T) and relative humidity (RH) under the tree canopy were measured during days of the dry and rainy seasons in 2009. The higher values of T and lower values of RH were measured during the dry period in both squares. The leaf area index was based on the tree species of the squares, ranging from 5.64 to 2.79  $m^2 \cdot m^{-2}$ , being the average of LAI and ASI for the Popular Square higher than for the 8 de April Square. We conclude that tree species improved the thermal quality due to the radiation attenuation provided by the shade of various species, mainly during the daytime with lower solar angle.

**Keywords:** leaf area index, urban, vegetal cover.

## 1. INTRODUÇÃO

A substituição das áreas verdes por construções, a impermeabilização do solo urbano, a concentração de parques industriais e o adensamento populacional são responsáveis por profundas mudanças no balanço de energia, causando principalmente aumento da temperatura nas cidades (Ayoade, 1998; Sant'anna Neto, 2000; Lombardo, 1985; Mendonça, 2000).

Entre as pesquisas desenvolvidas no Brasil, que comprovaram as alterações na temperatura do ar ocasionadas

pela mudança do uso solo urbano, cita-se a de Bertacchi e Faria (2005). A pesquisa foi desenvolvida com medição da temperatura do ar em uma série de pontos distribuídos na cidade de Bauru/SP, e verificou-se que a área central apresentou maior aquecimento do que as demais áreas, confirmando a influência do uso de solo, do adensamento de construções e da configuração do desenho urbano. No estudo a vegetação foi o aspecto mais importante na análise das diferenças de temperatura entre as diversas áreas.

Inserir a vegetação nos ambientes urbanos por meio da arborização de vias públicas, praças, áreas de preservação, como

margens de cursos d'água e áreas íngremes (Baker *et al.*, 2003), é uma das soluções para amenizar os problemas causados pela excessiva substituição do solo por materiais que aumentam a amplitude térmica nas cidades. Os benefícios ambientais gerados pela arborização urbana são tão necessários à saúde ambiental do ecossistema urbano, quanto maior se apresenta o nível de urbanização (Meneguetti, 2003).

O clima em geral é inalterável com o desenho da paisagem, mas em relação ao microclima, este pode ser alterado (Paiva e Gonçalves, 2002). De acordo com Dimoudi e Nikolopoulou (2003), a vegetação no meio urbano pode melhorar significativamente o microclima, bem como atenuar o efeito de ilha de calor, reduzindo a temperatura do ar no verão. A vegetação ajuda a reduzir as temperaturas do ar no seu entorno e contribui para a criação de condições agradáveis e confortáveis na cidade. Segundo Akbari *et al.* (1997), a presença da vegetação influencia em dois mecanismos fundamentais para a redução da temperatura nas cidades: o sombreamento e o processo de evapotranspiração. A evapotranspiração é um dos principais efeitos benéficos da vegetação, compreendendo as perdas associadas de água, que ocorrem pela evaporação da superfície do solo e pela transpiração da planta.

As características da cobertura vegetal, em especial as árvores, tem um papel fundamental em jardins e parques urbanos, nas ruas e nas florestas da cidade, visto que, sua distribuição tem relação direta com as condições climáticas locais e regionais. Sombra da vegetação ao longo das ruas também é um fator importante para reduzir a quantidade de radiação solar que atinge a superfície da terra (radiação de onda curta). O efeito da ventilação natural, especialmente em áreas quentes e úmidas, deve ser levado em conta. A ausência de vegetação influencia no desenvolvimento das Ilhas de calor urbano, pelo aumento da quantidade de radiação solar direta que penetra a superfície e da ressurgência em energia térmica (Huang *et al.*, 2008).

Para análise da vegetação no contexto urbano, tem-se utilizado a estimativa do índice de área foliar (IAF). Vários trabalhos apresentam diferentes métodos para estimar o IAF e outros parâmetros da estrutura da vegetação (Bréda, 2003; Fournier e Walter, 2003). Existem duas formas principais para estimativa do IAF: métodos indiretos e diretos. Os métodos indiretos apresentam uma forma mais prática na obtenção dos dados, além de produzir resultados próximos aos dos métodos diretos em outros experimentos (Roberts *et al.*, 1996). Desde os anos sessenta, numerosos estudos propuseram medidas indiretas da estrutura da vegetação (Welles e Cohen, 1996; Jonckheere *et al.*, 2004). Fahmy *et al.* (2010) desenvolveram na cidade do Cairo no Egito um estudo relacionando o IAF de duas espécies de árvores, com o desempenho térmico sob as copas no nível do pedestre, e observaram que cerca de 40-50% da radiação direta

foi interceptada, reduzindo os fluxos de calor na superfície em torno das árvores.

O IAF pode ser utilizado como um parâmetro facilitador na escolha de espécies que contribui para o aumento de ambientes urbanos verdes, possibilitando um aumento na qualidade de vida e um efeito positivo na qualidade do ar e microclima, principalmente em cidades como Cuiabá, capital do Mato Grosso, conhecida como uma das mais quentes do Brasil. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da cobertura vegetal de diferentes espécies arbóreas por meio do índice de área foliar e índice de sombreamento arbóreo no microclima de Praça 8 de Abril e Praça Eurico Gaspar Dutra, localmente chamada de praça Popular no município de Cuiabá, Brasil, durante 15 dias do período seco e chuvoso em 2009.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

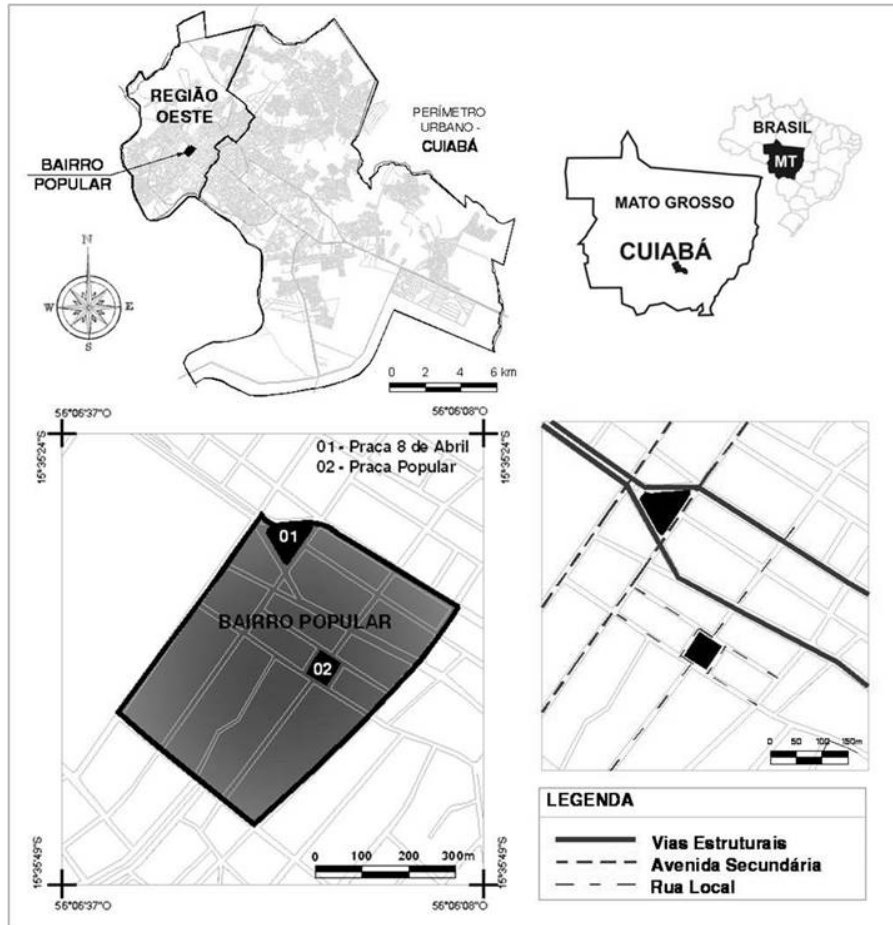
### 2.1 Localização e descrição da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em duas praças públicas de recreação, Praças 8 de Abril (15°35'27"S; 56°6'23"O, altitude de 204 m) e Praça Eurico Gaspar Dutra (localmente chamada Praça Popular) (15°35'36"S; 56°6'21"O, altitude de 200 m) localizadas no Bairro Popular na cidade de Cuiabá-MT, na região central do Brasil (Figura 1).

Cuiabá possui uma área de 3.538,17 km<sup>2</sup> sendo 254,57 km<sup>2</sup> de área urbana. As praças em estudo estão localizadas na região central do município. O clima da região é considerado tropical semi-úmido, tipo Aw segundo a classificação de Köppen (1918). Apresenta duas estações bem definidas, com um período chuvoso entre os meses de outubro a abril, e seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média mensal entre 21,9°C e 31,3°C (Maitelli e Vilanova, 2009). Há uma irregularidade na direção do vento mais intenso mensal, predominando no período seco a direção próxima de 180°, que provém da chegada de frentes frias, e no período chuvoso predomina a direção próxima aos 360°, devido ao fenômeno da zona de convergência do atlântico sul, assim como outras direções quaisquer (Vidal, 2009).

### 2.2 Medição das variáveis micrometeorológicas

Para avaliação das variáveis micrometeorológicas foram utilizados dados do ano de 2009. Os dados de temperatura do ar (T) e umidade relativa do ar (UR) foram fornecidos pela estação meteorológica do aeroporto Marechal Rondon, situado em Várzea Grande, MT, cidade adjacente a Cuiabá, MT. Os dados de precipitação foram extraídos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).



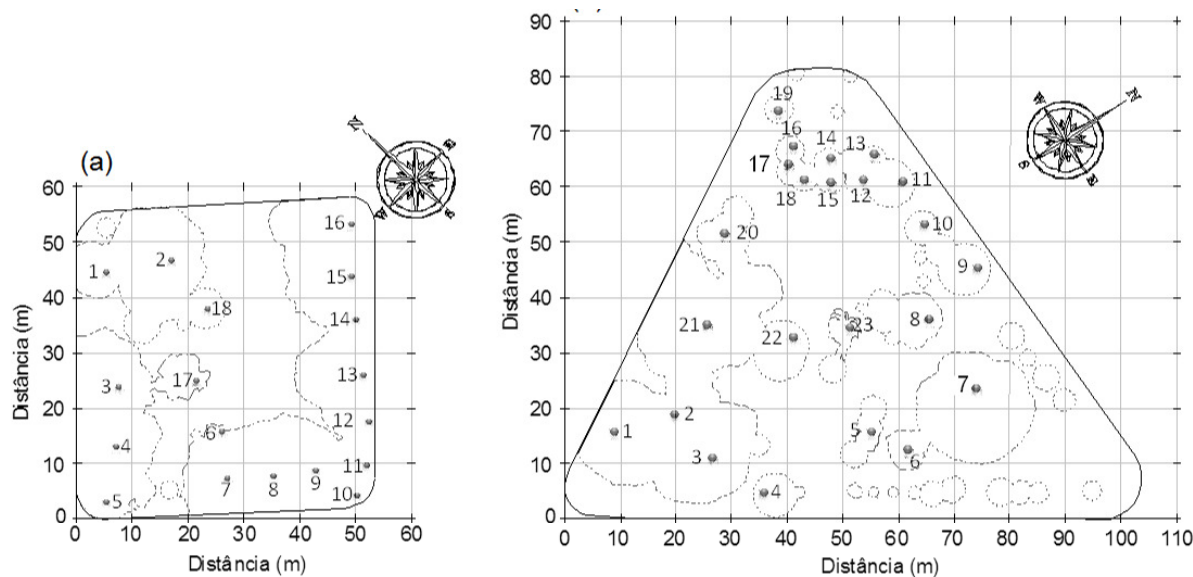
**Figura 1** - Localização da Praça 8 de Abril ( $15^{\circ}35'27''S$ ;  $56^{\circ}6'23''O$ ) e Praça Eurico Gaspar Dutra (localmente chamada Praça Popular) ( $15^{\circ}35'36''S$ ;  $56^{\circ}6'21''O$ ) no município de Cuiabá, Brasil.

Para o desenvolvimento do presente estudo foram selecionados dois períodos do ano (seco e chuvoso), para realização das coletas de dados, desenvolvidas durante 15 dias consecutivos em cada período. As medições foram registradas em oito e sete pontos na Praça 8 de Abril e Praça Popular, respectivamente, em função da distribuição das árvores e do tempo de caminhada nas praças para realização das medidas (Figura 2). Buscando verificar a influência da sombra das árvores nas variáveis T e UR, em cada praça foi selecionado um ponto sem sombreamento (próximo ao centro da praça) e os outros à sombra. As medições nos pontos sob as copas (sombra) foram realizadas por meio de um termo-higro-anemômetro digital (modelo THAR-185) e registradas a cada hora entre 8h e 18h durante 15 dias ininterruptos em um período seco (27/08/09 à 10/09/09) e um período chuvoso (16/11/09 à 30/11/09). Para a coleta de dados das variáveis no ponto sem sombreamento de cada praça, foram utilizadas duas estações microclimáticas (marca Davis Instruments - modelo Vantage Pro 2 Plus), programadas para registro de dados nas 24 horas de cada dia

do período da pesquisa, sendo utilizados os dados dos horários diurnos (8h às 18h).

### 2.3 Medição do índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) constitui um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação, sendo definido como a área foliar total por unidade de área do solo ( $m^2 m^{-2}$ ), influenciando nas trocas de massa e energia de um ecossistema. Este parâmetro é tão importante, quanto a definição da função do verde urbano, e mensurá-lo é fundamental para a modelagem dos processos fisiológicos e funcionais da vegetação. Nesta pesquisa as medidas do Índice de Área Foliar (IAF) foram realizadas utilizando-se um Ceptômetro (AccuPAR Lp-80, pais) que incorpora 80 sensores sensíveis à radiação PAR (Radiação Fotossinteticamente Ativa). As medições do IAF foram realizadas sob as copas das espécies de árvores identificadas em condição de céu limpo, próximo às 12h, totalizando dezoito pontos na Praça Popular e vinte e três na Praça 8 de Abril (Figura 2).



**Figura 2** - Localização dos pontos de medição (círculo sólido) do índice de área foliar na (a) Praça Popular (n=18) e (b) Praça 8 de Abril (n=23). As praças estão referenciadas em metros. A linha sólida representa o limite da praça e a linha tracejada a projeção das copas das árvores.

Para a complementação das informações foi realizado um inventário das espécies de porte arbóreo das praças públicas. Para identificação dessas espécies foi realizado um reconhecimento visual “*in loco*” dos indivíduos arbóreos, com acompanhamento por especialistas e consulta a bibliografias específicas. As bibliografias adotadas para identificação das espécies foram: Lorenzi (2002), Lorenzi *et al.* (2003, 2004).

#### 2.4 Índice de sombreamento da vegetação arbórea

O Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) que é o percentual de área sombreada em relação à área total indica o potencial de sombra resultante da soma das áreas de copa arbórea. Para obtenção da projeção das copas nas superfícies dos locais de estudo, adotou-se a metodologia proposta por Oliveira (2011). No estudo as medidas foram realizadas considerando-se 04 linhas radiais a partir do tronco utilizando-se uma trena de 20m, sendo medidas as projeções das sombras das copas sobre a superfície do solo, em horário próximo ao meio dia, para uma melhor visualização das projeções. Por meio dessas medidas, foi possível produzir um mapeamento do sombreamento proporcionado pela projeção das copas das árvores na superfície das praças.

A partir dos resultados obtidos, os índices foram relacionados de acordo com Simões *et al.* (2001), que sugere para os bairros com predomínio de atividades comerciais, recomenda-se um ISA a partir de 30%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Descrição da precipitação, temperatura do ar e umidade relativa do ar durante 2009

As precipitações máximas ocorreram em janeiro a março e outubro a dezembro (período chuvoso), sendo que houve uma redução na precipitação entre maio e setembro (período seco) (Figura 3). A precipitação anual foi aproximadamente 1450 mm em 2009.

As maiores médias diárias da temperatura do ar ocorreram durante o período chuvoso (dias 1-132; dias 280-365; Figura 4a), enquanto os menores valores de médias diárias da temperatura do ar ocorreram durante o período seco (Figura 4a). A umidade relativa do ar apresentou sazonalidade com menores valores médios durante o período seco atingindo valores menores que 40% durante Julho (Figura 4b).

Este comportamento do clima da região, onde se observa que menores valores de temperatura do ar e menores valores de UR no período seco ocorrem em função do aumento da amplitude térmica neste período, sendo observadas noites com temperaturas mais baixas e que se estendem para o início das manhãs. Verificou-se no período analisado que a amplitude térmica do período seco (10,6°C) foi maior que do chuvoso (7,3°C). Para o dia médio tanto a máxima (35°C) como a mínima (24°C) foram identificadas no período seco. No período

chuvoso ocorrem rajadas de chuva, seguidas de diminuição da nebulosidade e rápido aumento da temperatura do ar.

De acordo com Lamberts *et al.* (2000), os climas secos caracterizam-se por sua baixa umidade e pouca nebulosidade. Nos climas úmidos, durante o dia, a radiação é menor por causa da nebulosidade, além do que, as perdas por evaporação são favorecidas devido à umidade que cobre o solo. Desta forma, a temperatura superficial não atinge os valores dos solos

secos. Ainda segundo os mesmos autores, durante a noite, as nuvens se interpõem entre a superfície e as camadas altas da atmosfera, que têm uma temperatura muito baixa, originando uma perda menor por radiação. Ao mesmo tempo, ao diminuir a temperatura superficial numa atmosfera saturada de umidade, produz-se elevada condensação acompanhada de liberação de calor, fazendo com que a temperatura atinja valores maiores do que no clima seco (Lamberts *et al.*, 2000).

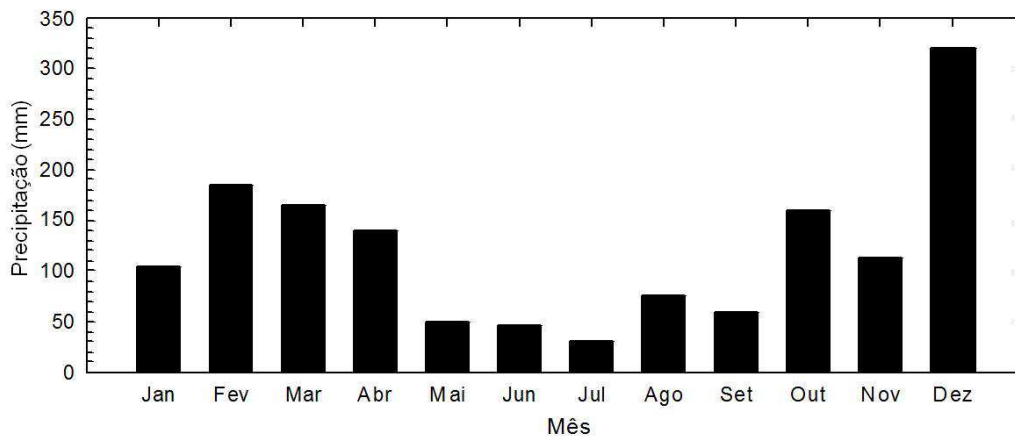


Figura 3 - Precipitação acumulada mensal de janeiro a dezembro de 2009.

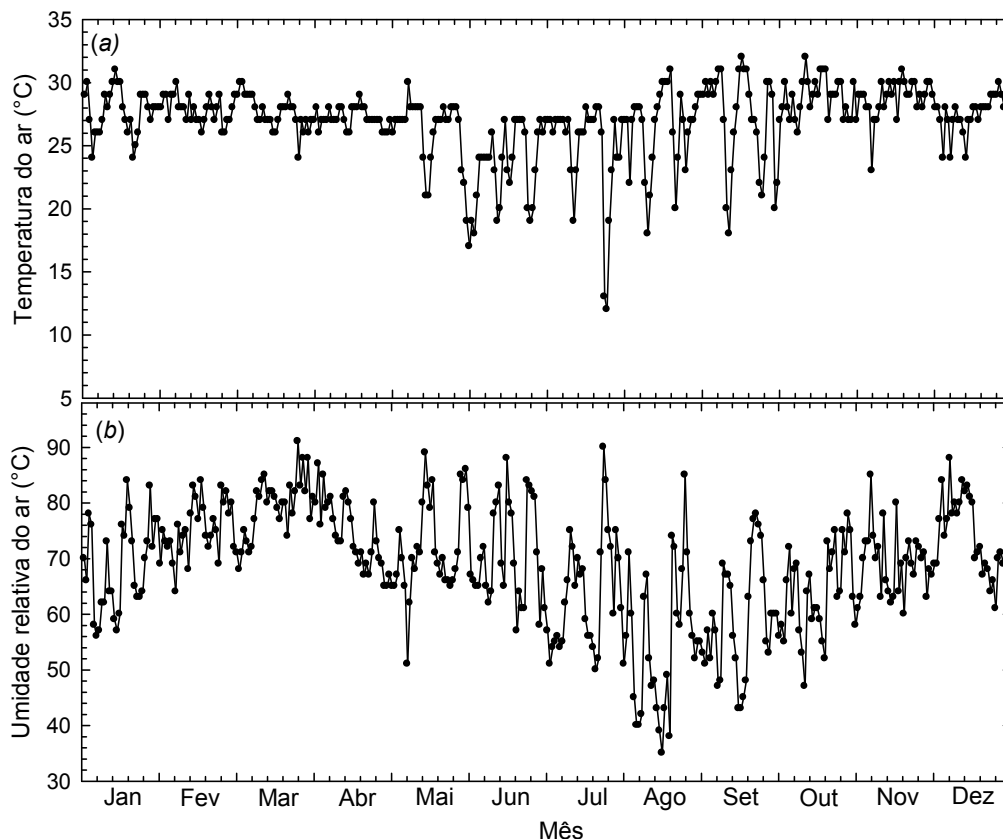


Figura 4 - Média diária da (a) temperatura do ar e (b) umidade do ar em janeiro a dezembro de 2009.

### 3.2 Descrição da temperatura do ar e umidade relativa do ar durante 15 dias consecutivos no período seco e chuvoso

A temperatura do ar nos pontos sem sombreamento (estação microclimática), apresentaram variações diárias semelhantes nas duas praças nos dois períodos de estudo (Figura 5a e 5c). No período seco a média diária foi de 32,9 °C na Praça 8 de Abril e de 32,8 °C na Praça Popular. Os maiores valores diários foram observados às 15h nas duas praças com os valores de 32,3°C na Praça Popular e 32,6°C na Praça 8 de Abril. A média diária da UR foi 37% na Praça 8 de Abril e 38% na Praça Popular, com máxima horária (às 8h) próxima a 52%, nas duas praças (Figura 5b e 5d). Durante o período chuvoso em média, a temperatura do ar foi menor que no período seco, e consequentemente a umidade relativa do ar foi maior neste período. Durante este período de medição, a média diária de temperatura do ar foi 32,5 °C e 32,3 °C, nas Praças 8 de Abril e Popular, respectivamente (Figura 5). A diferença de UR entre os períodos foi aproximadamente 11% nas duas praças.

Foram também realizadas no mesmo período de coleta das variáveis micrometeorológicas, medições de temperatura do ar sob as árvores (sombra). No período seco a média diária foi de 32,7°C na Praça 8 de Abril e 32,8 °C na Praça Popular. Neste período as máximas de T ocorreram às 15h nas duas praças com valores de 35,0 °C (Praça Popular) e 35,4 °C (Praça 8 de Abril). Nesta análise observou-se que durante o período chuvoso, a média diária da temperatura do ar foi 32,0 °C na Praça 8 de Abril e 31,9 °C na Praça Popular, sendo registrados valores máximos de aproximadamente 33,8°C nas duas praças às 13h, considerando o horário de verão. Neste período, a média de UR foi 53% e 55%, sendo registrados valores máximos de 57 e 59% às 8h, respectivamente para as Praças 8 de Abril e Praça Popular (Figura 5).

Durante o período seco as T no início das manhãs (8-9h) foram inferiores a T no período chuvoso, e no decorrer da tarde a T alcançou valores superiores que a T no período chuvoso (Figura 5). Isto ocorre em virtude da maior amplitude de temperatura observada em Cuiabá nos períodos de pouca ocorrência de chuvas (seca), onde tem-se madrugadas mais frias e tardes mais quentes, desta forma, nestes períodos as manhãs apresentam temperaturas mais baixas. No período chuvoso, quando há um aumento da umidade relativa do ar, a amplitude térmica da temperatura do ar diminui, as temperaturas ao longo de todo o dia se apresentam próximas, desta forma, as manhãs já se mostram com temperaturas relativamente altas, quando comparadas àquelas dos períodos secos.

Durante o período seco, a redução da temperatura do ar sob as árvores foi em média 0,45°C em relação à temperatura do

ar, com máxima redução de 0,70 °C às 11h, na Praça Popular e 0,45 °C as 10h na Praça 8 de Abril. Durante o período chuvoso, a redução foi em média 0,3°C, com máxima de 0,56 e 0,74°C, respectivamente na Praça Popular e Praça 8 de Abril, ambos às 13h (Figura 6).

As diferenças entre as T do ar e T, observadas sob as árvores apresentadas neste trabalho, foram inferiores ao observado por Fontes e Delbin (2001). Nesta pesquisa foram observadas diferenças de até 3°C em horários de temperatura elevada em dois espaços públicos abertos, sendo um caracterizado com expressiva área verde e o outro com pouca arborização na cidade de Bauru/SP. Entretanto, a UR não diminuiu consideravelmente sob as árvores.

Os processos que afetam o clima urbano ocorrem a uma variedade de escala temporal, horizontal e vertical (Oke, 1987). As limitações da escala climática também devem ser mencionadas. Além do mais, o clima de um centro urbano é determinado em função do uso do solo, da geometria do ambiente, dos materiais e superfície e a presença de vegetação (Corbella e Magalhães, 2008).

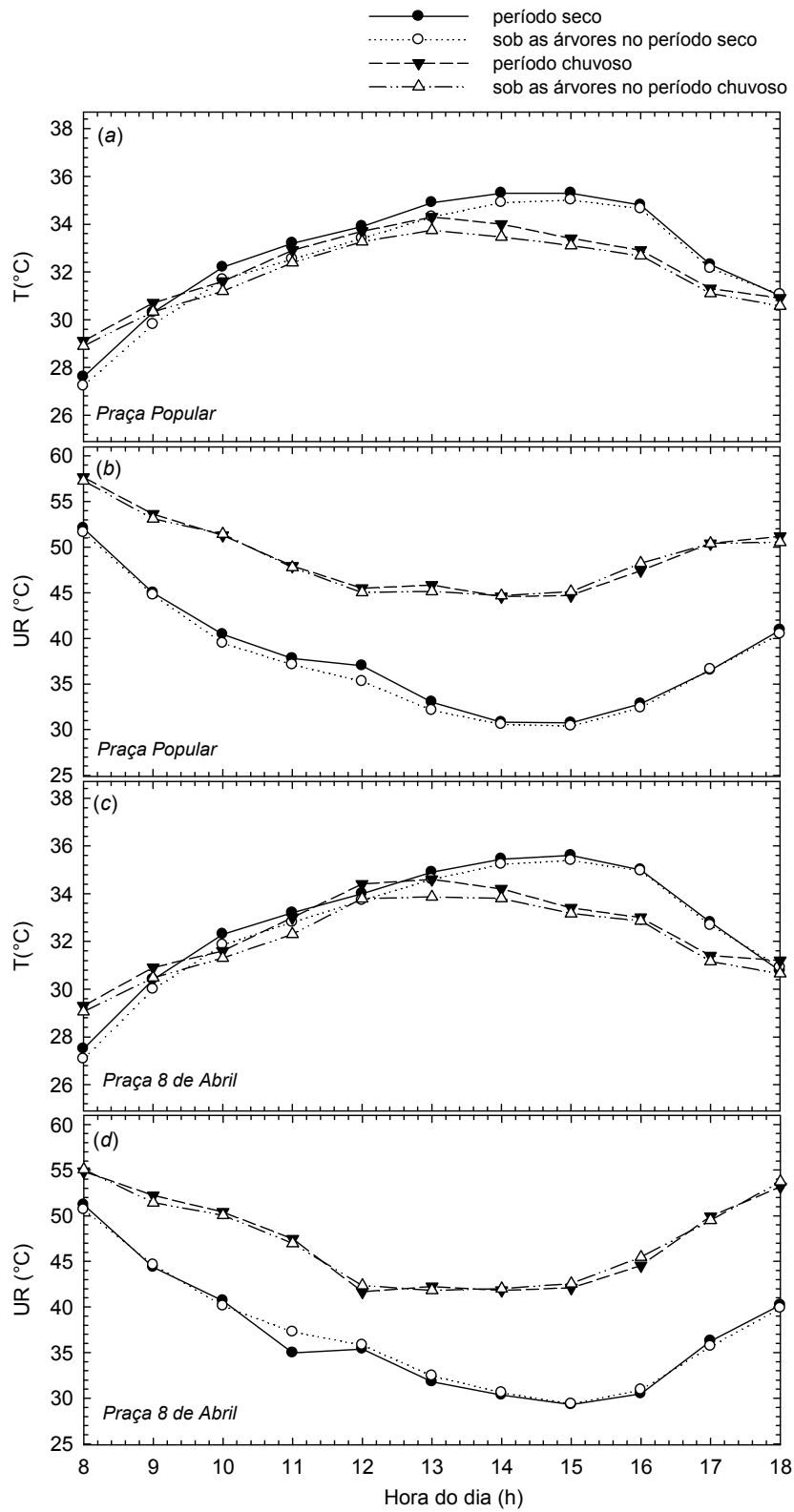
### 3.3 Índice de Sombreamento Arbóreo e Índice de área foliar de espécies arbóreas

Para interpretar a inter-relação entre temperatura do ar e temperatura do ar sob os indivíduos arbóreos foi realizado o cálculo do sombreamento arbóreo (ISA). Na Praça 8 de Abril, 43,88% da sua área superficial estava sombreada pela vegetação arbórea local, o equivalente a 2297,64 m<sup>2</sup>, enquanto que na Praça Popular, 67,71% estava sombreada, correspondendo a uma área de 2012,20 m<sup>2</sup> da área superficial total (Figura 7).

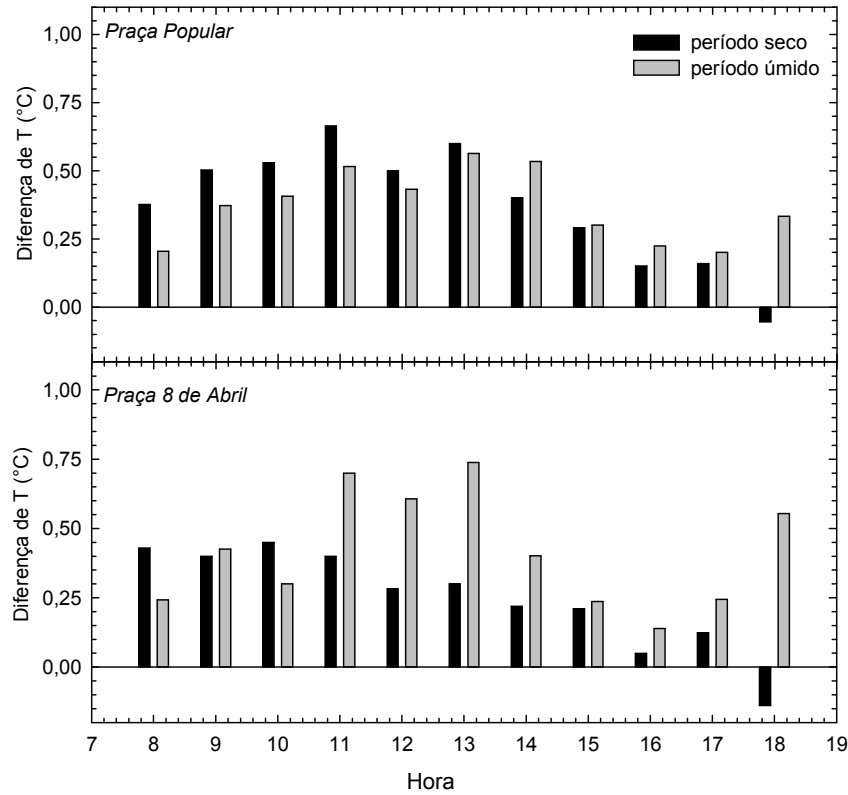
Outro índice que avalia a estrutura das árvores é o Índice de Área Foliar (IAF). Observa-se através das Tabelas 1 e 2, que a variação nos valores de IAF se deu em função das diferentes espécies arbóreas na Praça 8 de Abril e Praça Popular.

A Praça Popular apresentou média do IAF de 5,1±1,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>, IAF superior ao da Praça 8 de Abril, 4,0±0,7 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>, apesar de a Praça Popular conter menor número de árvores analisadas. O maior IAF na Praça Popular pode ser atribuído à presença do número maior de espécies de copas mais densas como exemplo os oitis e as mangueiras.

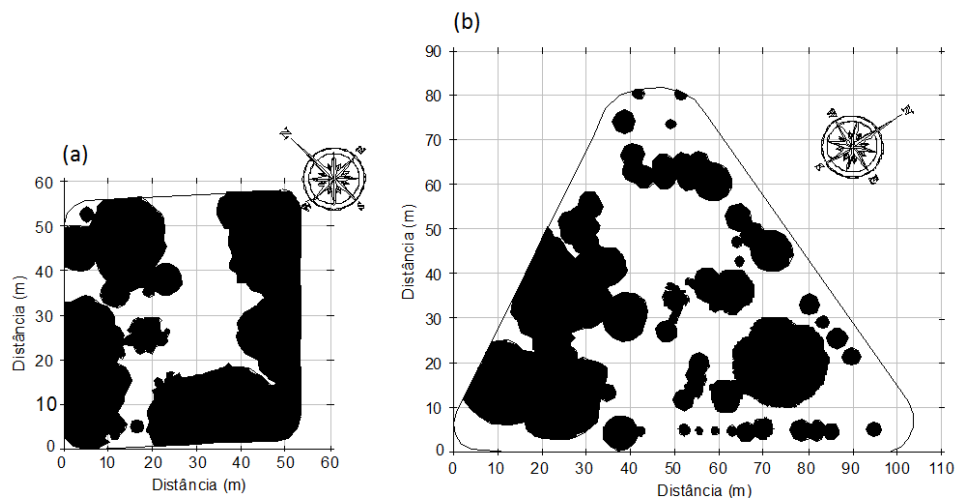
Na Praça 8 de Abril, a espécie predominante foi a bocaiuveira, seguido pela mangueira (Tabela 1). Outra espécie em quantidade significativa foi a chuva-de-ouro. Foram identificados também tarumeiros agrupados e outras espécies como o oiti, palmeira imperial, palmeira rabo de peixe e siriguela (Tabela 1). A diferença encontrada entre valores de IAF da mangueira e outras árvores, pode ser atribuída às variações da espécie, o que modifica entre outras características a arquitetura e a folhagem da vegetação, ocasionando maior abertura do dossel.



**Figura 5** - Média horária da temperatura do ar (a, c) e umidade relativa do ar (b, d) em condição ambiente e sob as árvores, na Praça 8 de Abril e na Praça Popular nos períodos seco e chuvoso.



**Figura 6** - Diferença entre a temperatura do ar em condições ambientes e sob as árvores, na Praça 8 de Abril e Praça Popular.



**Figura 7** - Área de sombreamento nas (a) Praça 8 de Abril e (b) Praça Popular.

Na Praça Popular, a espécie predominante quantitativamente foi o Oiti, seguido pela mangueira e outras espécies, como, amendoeira, flamboyant e palmeira imperial, que foram identificadas em menor quantidade (Tabela 2).

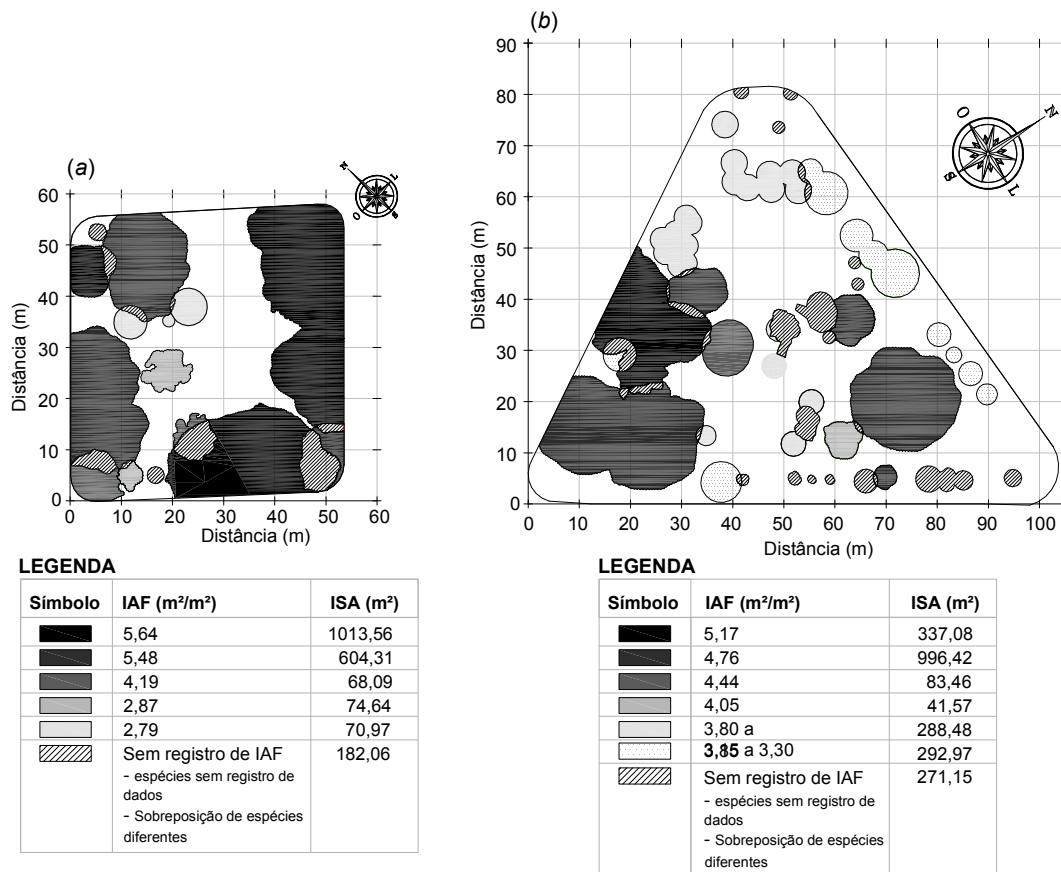
A Praça 8 de Abril, apresentou um 309,25 m<sup>2</sup> de área sombreada e IAF de 5,17 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e a Praça Popular, 1012,08 m<sup>2</sup> de área sombreada e IAF de 5,64 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> (Figura 8), sendo que predominantemente a área sombreada nas duas praças ocorre sob

a copa de espécies mangueira. Mesmo sendo a mangueira uma das espécies dominantes nas duas praças, na Praça 8 de Abril o IAF foi 12% menor que na praça Popular, provavelmente porque as condições de entorno são diferentes. Na Praça 8 de Abril este entorno é composto por avenidas principais (Figura 1) com intenso tráfego de veículos, e consequentemente, maior poluição atmosférica, sonora e visual, que provavelmente dificultam o adequado desenvolvimento das espécies arbóreas tornando-as



**Tabela 1** - Descrição das principais características as espécies arbóreas, nome popular e científico e índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) na Praça 8 de Abril.

Identificação	Nome popular	Nome científico	IAF ( $m^2 m^{-2}$ )
1	Mangueira		4,73
2	Mangueira		4,60
3	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	4,61
7	Mangueira		4,34
8	Mangueira		5,52
4	Chuva de ouro		3,49
9	Chuva de ouro		3,21
10	Chuva de ouro	<i>Cassia fistula</i>	2,57
11	Chuva de ouro		3,34
19	Palmeira	<i>Roystonea oleracea</i>	3,31
5	Grupo misto	-	3,96
23	Grupo misto	-	3,84
6	Oitizeiro	<i>Licania tomentosa</i>	4,05
20	Grupo de Palmeiras rabo-de-peixe	<i>caryota urens</i>	3,84
21	Grupo arbóreo e Tarumãs	<i>Vitex cymosa</i>	5,17
22	Siriguela	<i>Spondias purpurea</i>	4,44
12	Bocaiuveira		3,91
13	Bocaiuveira		4,38
14	Bocaiuveira		3,68
15	Bocaiuveira		4,18
16	Bocaiuveira		3,91
17	Bocaiuveira		3,38
18	Bocaiuveira		3,22



**Figura 8** - Distribuição do valor médio de índice de área foliar na (a) Praça 8 de Abril e (b) Praça Popular.

**Tabela 2** - Descrição das principais características as espécies arbóreas, nome popular e científico e índice de área foliar (m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup>) na Praça Popular.

Identificação	Nome popular	Nome científico	IAF (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
2	Mangueira		5,50
3	Mangueira	<i>Mangifera</i>	5,46
4	Mangueira	<i>indica</i>	5,47
10	Mangueira		5,50
5	Amendoeira	<i>Terminalia</i>	3,89
6	Amendoeira	<i>catappa</i>	4,50
7	Oiti		
1	Oiti		5,72
7	Oiti		5,66
8	Oiti		5,95
9	Oiti		5,86
11	Oiti	<i>Licania</i>	5,99
12	Oiti	<i>tomentosa</i>	5,71
13	Oiti		5,62
14	Oiti		5,10
15	Oiti		5,28
16	Oiti		4,97
17	Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	2,87
18	Palmeira Imperial	<i>Roystonea</i> <i>oleracea</i>	2,79

menos saudáveis. As espécies arbóreas da Praça Popular apresentaram maiores IAF e ISA, isso porque apresentam maior sombreamento devido às copas mais densas e volumosas e as superfícies de solo não pavimentadas, entre outros fatores.

Como mencionado anteriormente, algumas espécies localizadas nas bordas das praças provavelmente tiveram seu desenvolvimento prejudicado por estarem próximas à avenida principal e a maior poluição atmosférica. Outra questão é a influência da sombra, principalmente nas espécies arbóreas densas (Jensen et al., 2009), isso porque o sombreamento dentro de um conjunto de árvores efetivamente reduz a radiação solar influenciando a T sob as árvores. A camada de copa das árvores reduz a radiação solar que chega à superfície do solo. Como parte da radiação solar incidente é refletida de volta para a atmosfera, apenas uma fração da energia solar pode atingir a superfície do solo. No entanto, o ar aprisionado abaixo das árvores pode reduzir a perda de calor por convecção e aumentar a temperatura do ar próximo à superfície do solo (Jim e Tsang, 2011). Nas praças em estudo algumas superfícies calçadas receberam insolação desde as primeiras horas do dia, em função de fatores como: orientação solar, maiores alturas do fuste em parte das espécies, menores diâmetros das copas e características do dossel das espécies arbóreas. Estas áreas aquecidas provavelmente fazem com que além da radiação solar incidente, as radiações de onda longa emitidas

pelas superfícies influenciem na temperatura do ar, pois estão emitindo calor.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho avaliou a influência da cobertura vegetal no microclima em espécies arbóreas de praças urbanas em Cuiabá, Brasil. Por meio dos resultados, conclui-se que as espécies arbóreas melhoraram a qualidade ambiental das praças em estudo, em virtude da atenuação da radiação solar, proporcionada pelo sombreamento das diferentes espécies (verificadas pelo IAF e pelo ISA), principalmente no horário com menor ângulo solar. Sugere-se que trabalhos futuros devam ser realizados incluindo outras variáveis climáticas e de vegetação e maiores períodos de medida, buscando estabelecer uma melhor relação entre estas espécies e diferenças de temperaturas sob as árvores e seu entorno, visto que, os processos climáticos são bastante complexos, ocorrendo uma variedade de fenômenos nas escala espacial e temporal.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Este projeto de pesquisa foi desenvolvido com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Eletrobrás, Coordenação

de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e suporte adicional da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKBARI, H.; KURN, D. M.; BRETZ, S. E.; HANFORD, J. W. Peak power and cooling energy savings of shade tree. **Journal Energy and Buildings**, v. 25, p. 139-148, 1997.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Bertrand, 332 p., 1998.
- BAKER, L. A.; BRAZEL, A. J.; SELOVER, N.; MARTIN, C.; MCINTYRE, N.; STEINER, F.R.; NELSON, A.; MUSACCHIO, L. Urbanization and warming of Phoenix (Arizona, USA): impacts, feedbacks and mitigation. **Urban ecosystems**, v. 6, p. 183-203, 2003.
- BERTACCHI, M. L.; FARIA, J. R. G. **Ilhas de calor na cidade de Bauru (SP): as diferenças de temperatura e a configuração do solo local**. In: VIII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005. Maceió. Anais. Maceió: ANTAC, 646-652.
- BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, p. 2403-2417, 2003.
- CORBELLA, O. D.; MAGALHÃES, M. A. A. A. Conceptual differences between the bioclimatic urbanism for Europe and for the tropical humid climate. **Renewable Energy**, v. 33, p. 1019-1023, 2008.
- DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. **Energy and Buildings**, v.5, p. 9-76, 2003.
- FAHMY, M.; SHARPLES, S.; YAHYIA, M. LAI based trees selection for mid latitude urban developments: A microclimatic study in Cairo, Egypt. **Building and Environment**, v. 45, p.345-357, 2010.
- FONTES, M. S. G. C.; DELBIN, S. **A qualidade climática de espaços públicos urbanos**. In.: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, III Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2001, São Pedro. Anais. São Pedro: ANTAC, 155-158.
- FOURNIER, R. A.; WALTER, J. M. N. Special Collection: Measurement and use of leaf area index in monitoring vegetated ecosystems. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 3, p. 299-427, 2003.
- HUANG, L, L. I. J.; ZHAO, D., ZHU J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. **Building and Environment**, v. 43, p. 7-17, 2008.
- JENSEN R. R.; HARDINA P. J.; BEKKERA, M.; FARNESA, D. S.; LULLAB V.; HARDINA, A. Modeling urban leaf area index with AISA+ hyperspectral data. **Applied Geography**, v. 29, n. 3, p. 320-332, 2009. doi:10.1016/j.apgeog.2008.10.001
- JIM, C. Y.; TSANG, S. W. Biophysical properties and thermal performance of an intensive green roof. **Building and Environment**, v. 46, p. 1263-1274, 2011.
- JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 121, p. 19-35, 2004.
- KÖPPEN, W. Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. Petermanns Geographische Mitteilungen, **Gotha**, v. 64, p. 193-203, 1918.
- LAMBERTS, R., GHISI, E., PAPST, A. L.. **Desempenho Térmico de Edificações**. Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 244 p., 1985.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v.1, 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, P.384.
- LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. p.44.
- LORENZI, H. et al.. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2004, p.432.
- MAITELLI, G. T.; VILANOVA, S. R. F. **A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT**. UNICIências, v. 13, 2009.
- MENDONÇA, F. **O Clima urbano de cidade de porte médio e pequeno: Aspectos teórico-metodológicos e estudos de caso**. São Paulo: Contexto. 192 p., 2000.
- MENEGUETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP**. 2003, Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 100f.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Methuen, 435p., 1987.
- OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Cuiabá, 2011. 146f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso.
- PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: Planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

- ROBERTS, J. M.; CABRAL, O. M. R.; COSTA, J. P.; MCWILLIAM, A. L. C.; SÁ, T. D. **An overview of the leaf area index and physiological measurements during ABRACOS.** In: Amazonian Deforestation and Climate. (Eds.: J.H.C. Gash, C.A. Nobre, J.M. Roberts, R.L. Victoria). UK, p. 287-306, 1996.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Mudanças Climáticas Globais: Implicações no Desenvolvimento Econômico e na Dinâmica Natural. **Revista Pantaneira**, v. 2, n. 2, p. 66-78, 2000.
- SIMÕES, L. O. de C.; MAROTTA, H.; PIRES, B. B. M.; UMBELINO, L. F.; COSTA, A. J. S. T. **Índices de Arborização em espaço urbano: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ.** Anais do IX ENAU. Brasília, 2001. CD-R
- VIDAL, L. A. **Estudo da dinâmica de variáveis microclimatológicas da Estação Meteorológica de Superfície do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Cuiabá.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, 2009.
- WELLES, J. M.; COHEN, S. Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, p. 1335-1342, 1996.