

BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO EM PRAÇAS URBANAS - O CASO DE CUIABÁ/MT

Angela Santana de Oliveira

Professora do Instituto Federal de Mato Grosso/IFMT, Doutora em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: angela.oliveira@cba.ifmt.edu.br

Luciana Sanches

Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ FAET/ UFMT, Professora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: lsanches@ufmt.br

Carlo Ralph De Musis

Professor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: carlo.demusis@gmail.com

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo/ FAET/ UFMT, Professora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: mcjanp@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.5902/223611707695>

RESUMO:

A arborização urbana contribui diretamente na qualidade de vida nas cidades, beneficiando seu equilíbrio físico-ambiental. Examinando o caso de duas praças públicas em Cuiabá-Brasil, esta pesquisa investigou como as árvores interferem nas condições do microclima em áreas urbanas. Objetivou-se avaliar as variáveis que contribuem no ambiente térmico das praças Popular e 8 de Abril e como isso influencia o uso pelas pessoas analisando as relações entre os fatores que participam deste processo, principalmente por intermédio da vegetação arbórea. Isso envolveu medidas de índices de área foliar (IAF), índices de sombreamento e densidade arbórea (ISA e IDA), porte e identificação de várias espécies. Também foram realizadas medidas de variáveis meteorológicas durante 15 dias contínuos em um período seco e outro chuvoso no ano de 2009. Realizou-se paralelamente uma avaliação comportamental para verificação da dinâmica do uso pelas pessoas. Observou-se que a temperatura média do ar abaixo da copa das árvores foi reduzida em 0,45°C e 0,30°C, respectivamente nos períodos seco e chuvoso. Por meio de análise multivariada de clusters usando características da vegetação, os resultados indicaram dicotomia resultando em um grupo de áreas com alto índice de área foliar e grande porte de árvores, e outro grupo com menor índice de área foliar, porte de árvores e porcentagem de área sombreada. Concluiu-se que, é importante adicionar esforços para qualificar o ambiente de praças públicas por meio de um melhor planejamento e apropriada metodologia na escolha de espécies arbóreas a serem adotadas.

Palavras-chave: microclima urbano, ilha de calor, conforto ambiental.

BENEFITS OF SQUARES IN URBAN AFFORESTATION - THE CASE OF CUIABÁ/MT

ABSTRACT:

The urban forestry contributes directly to the quality of life in cities, benefiting their physical-environmental. Examining the case of two public squares in Cuiabá, Brazil, this study investigated how trees affect the conditions of the microclimate in urban areas. This study aimed to assess the variables that contribute the thermal environment of squares Popular and April 8 and how this influences the use by people analyzing the relationships among the factors involved in this process, mainly through the woody vegetation. This involved measurements of leaf area index (LAI), rates of shading and tree density (ISA and IDA), size and identification of various species. Also, we performed measurements of meteorological variables for 15 continuous days on a rainy dry season and another in 2009. Held parallel to one behavioral assessment verification of the dynamics of use by people. It was observed that the mean air temperature below the canopy was reduced by 0.45 ° C and 0.30 ° C respectively in dry and rainy seasons. By multivariate analysis using clusters of vegetation characteristics, the results indicated dichotomy resulting in a number of areas with high leaf area index and large trees, and another group with less leaf area index, tree size and percentage of shaded area. It was concluded that it is important to add efforts to qualify the environment through public squares better planning and proper methodology in selecting tree species to be adopted.

Keywords: microclimate urban heat island, environmental comfort.

1. INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade ambiental e climática nos centros urbanos está intrinsecamente ligada à inclusão de espaços livres vegetados no contexto deste ecossistema. O aumento da consciência sobre questões ambientais tem mobilizado diversas áreas do conhecimento em busca de soluções para mitigar os impactos na natureza.

O crescimento desordenado que a maioria das cidades brasileiras tem apresentado nas últimas décadas e as ocupações irregulares do solo têm dificultado a execução de planejamentos adequados que viabilizem uma integração da área construída com a vegetada, sejam estas naturais ou mesmo artificiais, provocando diminuição da qualidade de vida nas cidades.

Atualmente tem sido percebida uma nova expansão da capital Matogrossense em diversas direções da cidade, impulsionada pela expectativa da Copa do Mundo em 2014 e pelo incentivo dado à população brasileira em busca da redução do déficit habitacional. Neste contexto não é notória a preocupação com a preservação das áreas verdes no planejamento, pois, dia-a-dia mais reservas naturais têm sido sacrificadas em favor da especulação imobiliária.

Uma das soluções para amenizar os problemas causados pela urbanização é tratar o ambiente urbano com vegetação, por meio da arborização de vias públicas, criação de áreas de preservação, praças, parques, entre outros. Uma boa qualidade do espaço público pode favorecer a permanência, o desenvolvimento de atividades sociais e conseqüentemente a vitalidade urbana.

As árvores são elementos fundamentais para a paisagem urbana, atuando como fator de atributo ambiental, pois melhora a qualidade do ar, da água, dos solos e do clima, evitando o reflexo do calor provocado pelo aquecimento do asfalto e elevando a umidade do ar devido à evapotranspiração. A arborização urbana pode ser considerada como um dos mais importantes

elementos naturais que compõem o ecossistema das cidades e que, pelos benefícios que produz, deveria compor de maneira sistematizada qualquer planejamento urbano.

No Brasil, a arborização urbana foi implantada sistematicamente nos municípios a partir da segunda metade do século XX, principalmente em função do grande aumento da população das cidades neste período, o que gerou a necessidade da criação de espaços urbanos arborizados que proporcionassem lazer e bem estar psicológico à população.

Diante deste contexto, este trabalho buscou contribuir com incremento de pesquisas ressaltando a importância da preservação e adoção de cobertura vegetal arbórea em espaços públicos, fornecendo informações, com base científica, para implementação de políticas públicas e gestão do ambiente urbano. Para isso, investigou como a vegetação de porte arbóreo influencia nas condições do microclima em praças urbanas da cidade de Cuiabá-MT-Brasil e como isso interfere no uso pelas pessoas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em Cuiabá-MT, na região central do Brasil. O clima da cidade é do tipo Aw de Koppen, com temperaturas que oscilam entre 30°C e 36°C, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão). Foram escolhidas as Praças 8 de Abril e Eurico Gaspar Dutra, mais conhecida como Praça Popular, localizadas no Bairro Popular, na Região Oeste do município. (Figura 01).

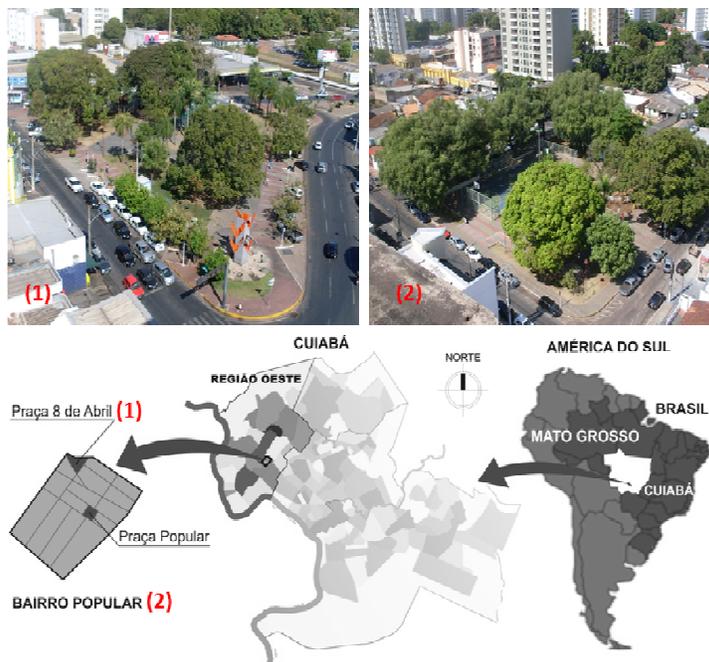


Figura 1 - Localização da Praça 8 de Abril e da Praça Popular no município de Cuiabá, Brasil

2.2. Medição das variáveis micrometeorológicas

Para avaliação das variáveis microclimáticas em 2009 foram utilizados dados de temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR) fornecidos pela Estação Meteorológica do

Aeroporto Marechal Rondon (disponível em www.wunderground.com), situado em Várzea Grande/MT, cidade adjacente a Cuiabá/MT. Os dados de precipitação foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Brasil, 2010).

Variáveis micrometeorológicas foram medidas no ambiente das praças para caracterização do microclima local durante 15 dias ininterruptos de dois períodos do ano: um período seco (27/08/09 à 10/09/09) e um período chuvoso (16/11/09 à 30/11/09).

Para o levantamento das variáveis microclimáticas das praças foram realizadas medidas fixas e medidas móveis.

Para os dados por medições fixas empregou-se estações microclimáticas da marca Davis Instruments, modelo Vantage Pro 2 Plus, registrando-se regularmente as variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento. Estes dados foram utilizados para a elaboração de estudos climáticos das praças.

Para o registro dos dados por medições móveis (transectos) utilizou-se um termohigrometro digital (modelo THAR-185), sendo medidas variáveis microclimáticas sob as copas das árvores nos dias de coleta a cada hora entre 8h e 18h, em oito e sete pontos na Praça 8 de Abril e Praça Popular, respectivamente. Em cada praça foi selecionado um ponto sem sombreamento (próximo ao centro da praça) e os outros à sombra.

2.3. Identificação e caracterização da arborização

Diante da importância exercida pela vegetação nos efeitos microclimáticos, identificar e caracterizar os elementos que compõe a vegetação local e suas relações com o espaço que ocupam é fundamental para o entendimento dos processos relacionados aos ambientes pesquisados.

Desta forma, os indivíduos arbóreos das duas praças foram avaliados sob diversos aspectos: localização das espécies, nomes comuns e científicos, origem, altura das árvores, das copas e dos fustes (definição do porte), diâmetro das copas, índice de área foliar (IAF) e outros.

Adotou-se a metodologia proposta por Oliveira (2011) na determinação das dimensões das árvores, para posterior classificação quanto ao porte. Nas medidas diamétricas considerando-se 04 linhas radiais a partir do tronco e utilizando-se uma trena de 20m, foram medidas as projeções das sombras das copas sobre a superfície do solo, em horário próximo ao meio dia, para uma melhor visualização das projeções. Na determinação das alturas da árvore (h3), da copa (h1) e do fuste (h2), foram utilizados uma Trena à Laser, marca LEICA, modelo Disto D5 e um Clinômetro, marca Sunto, modelo PM-5/360.

Seguindo a classificação sugerida e os valores estabelecidos por Mascaró e Mascaró (2005) para o enquadramento das árvores com relação ao porte, foram consideradas as variáveis, altura da árvore e diâmetro da copa.

Foram consultadas as seguintes bibliografias específicas de Lorenzi (2002); Lorenzi (2003) para identificação das espécies foi realizado um reconhecimento visual “in loco” das árvores e para sua complementação.

As informações de identificação e contagem das espécies arbóreas das praças subsidiaram a determinação dos índices espaciais ISA e IDA, adotando-se a metodologia proposta por Simões et al. (2001) ao estudar a estrutura e condições da arborização urbana no bairro Vila Isabel do Rio de Janeiro e Lima Neto e Souza (2009) ao estudar áreas verdes públicas do centro de Aracaju-SE.

Também foram realizadas medições de IAF, um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação, utilizando-se um Ceptômetro (AccuPAR Lp-80). As medições foram

realizadas sob as copas das 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.

Todas as informações das árvores locais foram levantadas para uma melhor compreensão dos processos relacionados ao microclima e uso das praças a partir das características da vegetação.

2.4 Avaliação comportamental no uso das praças

A observação direta de comportamento é um método comumente usado para avaliação de desempenho ambiental e nesta pesquisa, para a realização da análise comportamental, procurou-se dar enfoque nas relações entre o uso das praças e as características da vegetação arbórea local.

Seguindo a metodologia proposta por Oliveira (2011), o levantamento dos dados para avaliação do uso foi realizado no mesmo período de medições das variáveis micrometeorológicas. As observações foram anotadas nas plantas baixas da praça correspondente, sendo registrado o número de pessoas e seu posicionamento a cada hora entre 9h e 20h, em cada dia de coleta de dado, subsidiando assim as discussões e conclusões.

2.5 Análise estatística dos dados

Na avaliação das variáveis microclimáticas utilizou-se a estatística descritiva e também testes de hipóteses ao nível de confiança de 95%.

Na avaliação dos pressupostos iniciais da pesquisa utilizou-se como método estatístico a análise de agrupamento em função das múltiplas variáveis da vegetação envolvidas no estudo e as regiões identificadas nos mapas comportamentais.

A análise de agrupamento foi realizada pelo método de Ward's, que se caracteriza pelo procedimento de agrupamento hierárquico. O *software* utilizado para a análise dos dados foi o Statistica, versão 8.0, possibilitando classificar, ordenar e avaliar possíveis estruturas de grupos num conjunto multivariado de dados.

A complementação das análises de dados foi realizada pela aplicação de testes estatísticos objetivando verificar as relações de homocedasticidade entre os agrupamentos formados e as variáveis que foram influenciadas pela vegetação arbórea.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das variáveis micrometeorológicas

No ano de 2009, as precipitações máximas ocorreram no período de janeiro a março e outubro a dezembro (período chuvoso), sendo observada redução na precipitação entre maio e setembro (período seco), a precipitação anual foi aproximadamente 1450 mm. No mesmo ano, as maiores médias diárias da temperatura do ar ocorreram durante o período chuvoso, enquanto que as menores médias ocorreram durante o período seco. A umidade relativa do ar apresentou sazonalidade com menores valores durante o período seco atingindo valores menores que 40% durante Julho (Figura 02).

O microclima em 2009 apresentou comportamento típico quando comparado aos dados de CAMPELLO Jr. et al. (1991).

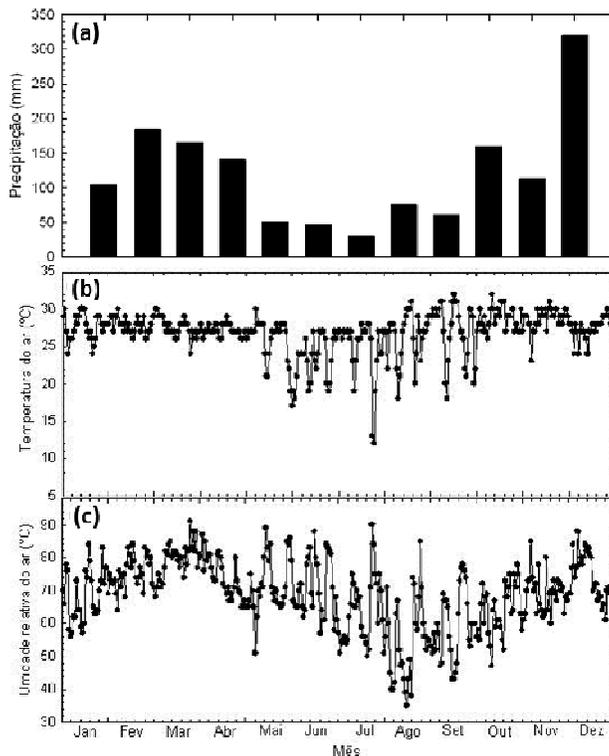


Figura 02 - Precipitação acumulada mensal de janeiro a dezembro de 2009 e média diária da temperatura do ar (a) e umidade relativa (b) de janeiro a dezembro de 2009.

Com relação à temperatura do ar medida sob as árvores, 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 registradas máximas de aproximadamente 33,8°C nas duas praças às 15h. Neste período, a média de UR foi 52,8 e 54,7%, com máximas horárias de 56,4 e 58,4% às 8h, respectivamente para as Praças 8 de Abril e Praça Popular.

Durante o período seco, a temperatura do ar sob as árvores foi reduzida 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 às 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 3). Os processos que afetam o clima urbano ocorrem a uma variedade de escala temporal, horizontal e vertical (OKE, 1987).

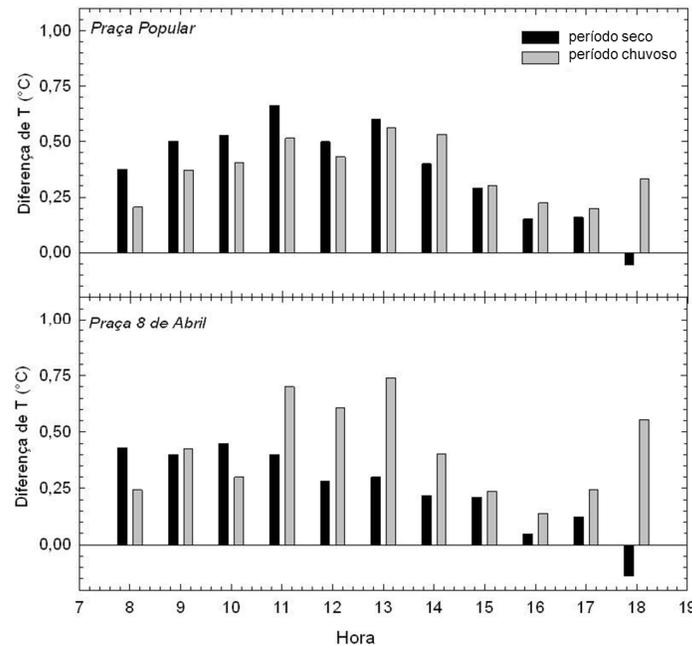


Figura 03 – Diferença de temperatura do ar em condições ambientes e sob as árvores na Praça 8 de Abril e Praça Popular

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 et al., 2008).

3.2 Caracterização da arborização das praças - porte, Índices de Área Foliar (IAF), Índices de sombreamento e densidade arbórea (ISA e IDA)

A Praça Popular possui um grande número de indivíduos arbóreos de grande porte. Quanto ao diâmetro da copa 86% são árvores de grande porte, sendo que destas 56% compreendem os oitizeiros (*Licania tomentosa*) da praça e 21% as mangueiras (*Mangífera indica*). Quanto à altura 64% são de grande porte, deste valor os oitizeiros e mangueiras correspondem respectivamente a 71% e 28%. Na Praça Popular estas 02 (duas) espécies são responsáveis por uma parcela importante da área de sombreamento. Estas espécies sob o ponto de vista dos efeitos benéficos do sombreamento em cidades de clima quente são importantes pelo porte e também pela qualidade da sombra produzida, já que são espécies de folhagem densa e perene.

Na Praça 8 de Abril a distribuição dos percentuais de classificação quanto ao porte apresentam-se equilibrados, não havendo nenhum destaque acentuado. As mangueiras e os tarumeiros, correspondem à 32% e estas 02 espécies estão distribuídas na praça formando grupos de árvores e proporcionando ao ambiente um sombreamento atrativo aos usuários da praça. Ainda compondo as grandes árvores da praça, 50% dos indivíduos são representados pelas palmáceas, que são espécies de pouca projeção de copa e de fuste alto, o que não contribui de maneira eficaz para o bloqueio dos raios solares.

Nesta discussão quanto ao porte das árvores no ambiente urbano, diversos autores, citam esta característica positiva sob o ponto de vista do sombreamento, como recurso para amenização dos rigores climáticos nas regiões de climas quentes.

O sombreamento se constitui num dos elementos fundamentais para a obtenção de conforto em climas tropicais. No ambiente urbano as espécies de grande porte são mais eficientes no controle e minimização dos efeitos do clima, se comparadas com as espécies de menor porte. A temperatura do ar é amenizada pela vegetação através do controle da radiação e pela umidade que é liberada pelo vegetal através de suas folhas.

Muitos fatores podem interferir nos resultados obtidos em medições de índices a vegetação, entre eles: o método escolhido, a idade das espécies, sazonalidade, sanidade das árvores e forma e frequência da poda. Diversos estudos descrevem características das árvores de uma localidade abordando estes fatores. Nesta pesquisa a variação nos valores dos índices investigados se deu em função das diferentes espécies arbóreas encontradas nas duas praças.

A Praça Popular apresentou média do IAF de $5,1 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$. A espécie predominante foi o Oiti (*Licania tomentosa*), seguido pela mangueira (*Mangífera indica*), com IAF $5,64 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ e $5,48 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$, respectivamente. (Tabela1).

Na Praça Popular aproximadamente 83,7% da área sombreada pelas árvores correspondem a regiões sob espécies de IAF superiores a $4,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$. Destaca-se ainda que deste total $1013,5 \text{ m}^2$ (50,3% da área sombreada) correspondendo a um IAF de $5,64 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$, que foi o valor médio encontrado para os oitis. Os registros acima de $4,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ correspondem a 56,7% da área total desta praça.

Nesta Praça o IDA foi 0,74 árvores para cada 100 m^2 , quando o índice ideal é que tenha pelo menos 1 árvore a cada 100 m^2 . Quanto ao ISA foi de 67,71% que é um valor aceitável, já que o índice recomendado é de 30% para as áreas onde predominam o comércio e 50% para as áreas onde temos o predomínio de residências.

O ISA desta praça esta representado em 55% por espécies de IAF superior a $5,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$, o que qualifica o ambiente quanto ao sombreamento pelas árvores, mesmo apresentando IDA inferior ao recomendado. Nesta praça pode há um grande número de espécies de grande porte e copas mais densas como exemplo os oitis e as mangueiras.

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

Identificação	Nome popular	Nome científico	IAF (m^2m^{-2})	IAF médio (m^2m^{-2})
1	Oiti		5,72	
7	Oiti		5,66	
8	Oiti		5,95	
9	Oiti		5,86	
11	Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	5,99	5,64
12	Oiti		5,71	
13	Oiti		5,62	
14	Oiti		5,10	
15	Oiti		5,28	
16	Oiti		4,97	
2	Mangueira		5,50	
3	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	5,46	5,48
4	Mangueira		5,47	
10	Mangueira		5,50	
5	Amendoeira		3,89	
6	Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i>	4,50	4,19
17	Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	2,87	2,87
18	Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	2,79	2,79

Na Praça 8 de Abril, a espécie predominante foi a bocaiuveira (*Acrocomia aculeata*), seguida pela mangueira com IAF $3,89 m^2m^{-2}$ e $4,7 m^2m^{-2}$ respectivamente. Outra espécie em quantidade significativa foi a chuva-de-ouro (*Cassia fistula*) com IAF de $3,1 m^2m^{-2}$, e outras espécies como: oiti, palmeira imperial, palmeira rabo de peixe e sirigueleiro com IAF para estas últimas espécies (Tabela 02). A diferença encontrada para os valores de IAF da mangueira nesta praça 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. Nesta praça aproximadamente 63,4% da área sombreada pelas árvores correspondem a regiões sob espécies de IAF superiores a $4,0 m^2m^{-2}$, estes registros correspondem a 27,8% da área total desta praça. Corresponde valores de IAF de $4,76 m^2m^{-2}$, que foi o valor médio encontrado para as mangueiras.

O IDA foi 1,26 árvores para cada $100m^2$, sendo que o índice ideal é de pelo menos 1 árvore a cada $100m^2$, logo temos para esta praça um bom número de árvores.

O ISA desta praça esta representado em 6% e em 28% respectivamente por espécies de IAF superior a $5,0 m^2m^{-2}$ e $4,0 m^2m^{-2}$. Indicando que as regiões com sombreamento de melhor qualidade ocupam menor parcela da praça.

Nesta praça, mesmo o IDA sendo superior ao da Praça Popular o ISA foi menor, demonstrando que nem sempre a quantidade de espécies garante bom sombreamento. Nesta praça foi observado um percentual elevado de espécies palmáceas e estas possuem fuste alto e diâmetros menores da copa, projetando pouca sombra nas superfícies.

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

Identificação	Nome popular	Nome científico	IAF (m^2m^{-2})	IAF médio (m^2m^{-2})		
21	Tarumeiros	<i>Vitex polygama</i>	5,17	5,17		
1	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	4,73	4,76		
2	Mangueira		4,60			
3	Mangueira		4,61			
7	Mangueira		4,34			
8	Mangueira		5,52			
22	Sirigueleiro	<i>Spondias purpurea</i>	4,44	4,44		
6	Oitizeiro	<i>Licania tomentosa</i>	4,05	4,05		
20	Palmeira rabo-	<i>Caryota urens</i>	3,84	3,84		
12	Bocaiuveira	<i>Acrocomia aculeata</i>	3,91	3,81		
13	Bocaiuveira		4,38			
14	Bocaiuveira		3,68			
15	Bocaiuveira		4,18			
16	Bocaiuveira		3,91			
17	Bocaiuveira		3,38			
18	Bocaiuveira		3,22			
19	Palmeira		<i>Roystonea oleracea</i>		3,31	3,31
4	Chuva-de-ouro		<i>Cassia fistula</i>		3,49	3,15
9	Chuva-de-ouro	3,21				
10	Chuva-de-ouro	2,57				
11	Chuva-de-ouro	3,34				
5	Grupo misto	-	3,96			
23	Grupo misto	-	3,84			

Mesmo sendo observado que nas duas praças a mangueira foi uma das espécies dominantes, 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 vias estruturais com intenso tráfego de veículos, e conseqüentemente maior poluição atmosférica, sonora e visual que dificultam o adequado desenvolvimento das espécies arbóreas.

3.3. Avaliação comportamental e utilização das praças

Na Praça Popular foram identificadas 15 regiões de uso preferencial pelos visitantes (Figura 04a).

Nestes espaços são praticadas atividades leves como conversar, ler, descansar, alimentar-se, brincar e atividades físicas como jogos de futebol, andar de bicicleta, *skate* entre outras. Os equipamentos de uso comunitário atraem muitos visitantes até a praça, entre eles estão: o parque infantil, a quadra poliesportiva, o ponto de táxi, a banca de jornal e o ponto do “churrasquinho”. O entorno cercado por restaurantes também faz com que a praça se torne um ponto de encontro.

Observou-se que o uso da praça é diferente entre os períodos matutino, vespertino e noturno. Há um maior uso da praça ao entardecer e início da noite (17h às 20h) e menor no período vespertino (12h às 16h). O aumento da procura deste ambiente no período noturno está diretamente relacionado ao entorno da praça, circundada de restaurantes muito frequentados e ao ponto de alimentação instalado na praça após às 17h (ponto 4).

Nos horários em que há poucas pessoas na praça, verificou-se por meio das observações, que entre os diversos fatores possíveis, o mais provável é que as pessoas não procuram as áreas de lazer abertas em horários de intensa radiação solar. Mesmo nestes horários de pouca procura, aquelas pessoas que permanecem por algum tempo na Praça procuram se abrigar do sol e de maneira confortável (por exemplo: sentadas). A procura intensificada às 17h reforça esta hipótese.

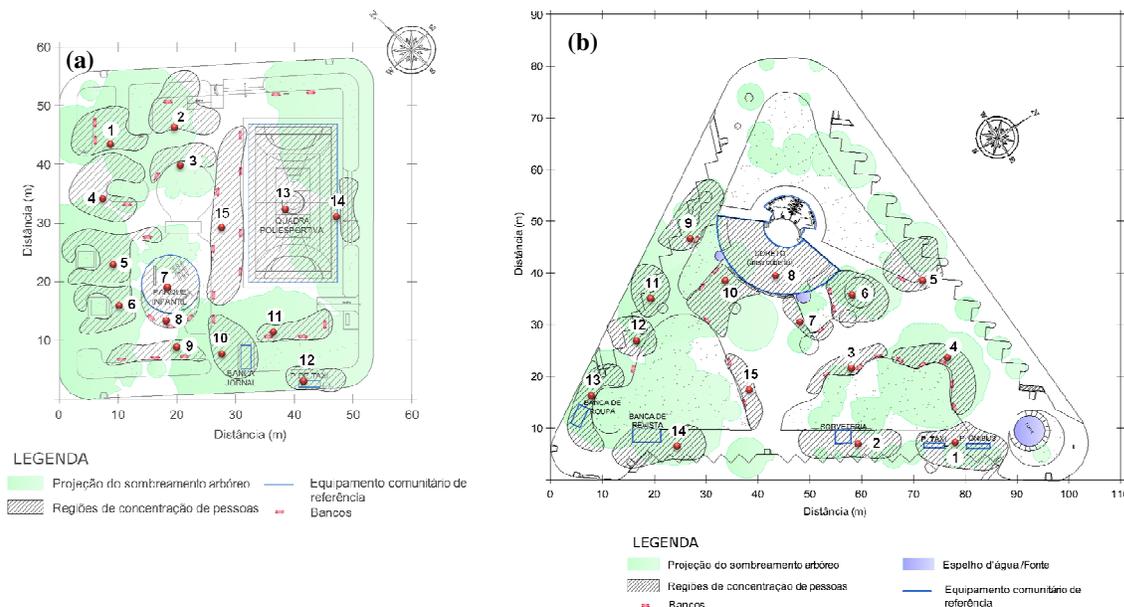


Figura 04 - Representação das regiões de concentração de usuários nas Praças Popular (a) e 8 de Abril (b) nos períodos de coleta de dados

Na Praça 8 de Abril foram identificadas 15 regiões de uso preferencial para os períodos seco e chuvoso (Figura 04b). As regiões de maior uso foram percebidas nos diversos horários do dia e com comportamentos diferenciados em cada local.

Nestes espaços são praticadas atividades leves como conversar, ler, descansar, alimentar-se e utilização dos equipamentos comunitários como: ponto de táxi, banca de jornal, banca de artesanato. Nesta praça um dos fatores que favorece seu uso, são as vagas de estacionamento presentes em grande parte do seu perímetro.

As regiões de maior utilização na praça foram àquelas identificadas como pontos 10 e 2 e referem-se respectivamente às regiões das proximidades do coreto sob a copa de um agrupamento de tarumeiros (*Vitex polygama*) e da sorveteria. Outros pontos de visita importante foram a região 1 próxima aos pontos de táxi e de ônibus e a região 2 sob a copa de uma grande mangueira (*Mangífera indica*).

3.4. Análise estatística das relações entre variáveis climáticas, vegetação arbórea e uso das praças

Buscando avaliar a influência da vegetação arbórea sobre o microclima e o uso das praças, nesta etapa de trabalho foi realizada análise estatística envolvendo variáveis múltiplas.

As variáveis consideradas foram: Índice de Área Foliar (IAF), percentual de sombra de cada região (calculada a partir da área aproximada de uso pelos visitantes e projeção das copas), altura da copa da espécie sobre a região, diâmetro da mesma copa e altura do fuste. A seguir, procedeu-se a análise de agrupamento, a partir da qual foram gerados os dendogramas para as duas praças.

De forma simplificada (Figuras 05 e 06), cada um dos grupos apresenta semelhanças que permitiu a classificação dos grupos: Regiões arborizadas (RA) - Grupo A; Regiões pouco arborizadas ou não arborizadas (RPA) - Grupo B. Para melhor entendimento, RA compreendem as áreas com alto índice de área foliar e grande porte de árvores, e outro grupo (RPA) com menor índice de área foliar, de porte de árvores e de porcentagem de área sombreada.

Todas as considerações acima elencadas promoveram as discussões qualitativas das principais características observadas nas regiões e suas relações com todas as variáveis envolvidas na análise.

Na Praça Popular o grupo A (RA) apresenta maior número de pontos (9), enquanto que o grupo B (RPA) constituiu-se por 6 pontos (Figura 02). O maior agrupamento foi formado pelas regiões onde as características da vegetação arbórea podem ser consideradas melhores do ponto de vista do sombreamento, mostrando que esta praça apresenta em sua distribuição espacial, mais pontos protegidos da insolação direta do que desprotegidos.

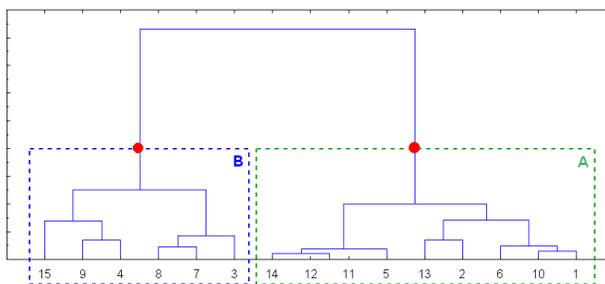


Figura 05 - Dendrograma do agrupamento das regiões à partir dos atributos da vegetação da Praça Popular

Já para o grupo B, as espécies foram: amendoeira (*Terminalia catappa*), palmeira imperial (*Roystonea oleracea*), flamboyant (*Delonix regia*). O IAF variou neste grupo entre 2,79m²m⁻² e 3,89 m²m⁻² (Tabela 01). Essas espécies apresentaram características menos favoráveis que o grupo A do ponto de vista do sombreamento arbóreo. Pela avaliação comportamental observou-se que o número de pessoas que visitaram as regiões do grupo A (RA) é maior que o do grupo B (RPA), na maioria dos pontos. Isso indica que as pessoas se instalam, nos diversos horários do dia, preferencialmente nos pontos onde há mais sombra, o que torna possível a suposição de que os ambientes cobertos por espécies com melhores qualidades de sombra são mais confortáveis.

Na Praça 8 de Abril o grupo A (RA) apresentou menor número de pontos (5), enquanto o grupo B (RPA) constituiu-se por 9 pontos (Figura 03). No grupo A ficaram àquelas regiões em que a cobertura arbórea é constituída por espécies de sombreamento de boa qualidade. Identificou-se neste grupo três regiões sob mangueiras (*Mangifera Indica*) e duas sob tarumeiros (*Vitex polygama*) (Tabela 02). As árvores deste grupo foram classificadas como de grande porte, tanto

pelo diâmetro como pela altura. As observações de campo demonstram que sob os aspectos do sombreamento são os melhores pontos da praça.

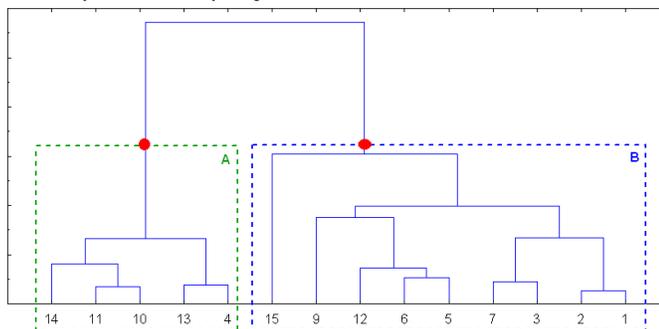


Figura 06 - Dendrograma do agrupamento das regiões a partir dos atributos da vegetação da Praça 8 de Abril

Nessa praça foram registradas 12 espécies arbóreas, distribuídas entre 66 indivíduos. Sobre as regiões do grupo B houve identificação de 7 (sete) diferentes espécies: palmeira rabo-de-peixe, palmeira imperial, palmeira do viajante, oiti, mangueira, chuva-de-ouro, tarumeiro (Tabela 02). Este grupo ficou classificado como B (RPA), por diversos fatores ligados as espécies e também à quantidade de sombra nas regiões.

As palmeiras são espécies de pouca sombra, os valores de IAF são inferiores aos das árvores do grupo A, além de apresentarem elevadas alturas de fuste e serem espécies de médio porte com relação ao seu diâmetro. Quanto à chuva-de-ouro, os valores de IAF foram semelhantes aos das palmeiras, porém, com menores alturas de fuste. Todos os indivíduos dessa espécie, identificados nessa praça ainda apresentam porte médio quanto à altura da copa, já que são árvores ainda jovens.

Observou-se para esta praça que o número de pessoas que visitam as regiões do grupo A é maior que as do grupo B, na maioria dos pontos. Nota-se que no horário das 12h ocorreu uma concentração maior de pessoas no ponto sob a copa de tarumeiros (*Vitex polygama*) e os pontos onde há prestação de serviços foram estrategicamente posicionados em ambientes sombreados. A exemplo da Praça popular verificou-se que as pessoas se instalam, nos diversos horários do dia, preferencialmente nos pontos onde há mais sombra. Os ambientes cobertos por espécies com melhores qualidades do ponto de vista do sombreamento são mais confortáveis, tornando-se deste modo, um convite ao uso.

4. CONCLUSÃO

Nas análises das variações microclimáticas entre ambientes sombreados pelas árvores em relação aos não sombreados, observou-se que a vegetação amenizou a temperatura do ar sob as árvores. Concluiu-se então, que as espécies arbóreas melhoraram a qualidade ambiental das praças em estudo, em virtude da atenuação da radiação proporcionada pelo sombreamento das diferentes espécies (verificadas pelo IAF e pelo porte das espécies), principalmente no horário com menor ângulo solar.

Dessa forma, deve-se dar preferência as espécies que possam atingir grande porte, aliadas à valores altos de IAF e que sejam espécies não decíduas, já que temos radiação solar intensa e altas temperaturas ao longo de todo o ano. O planejamento da distribuição espacial e quantitativa das árvores também precisa atender á critérios que qualifiquem o ambiente por meio de maiores valores de ISA e IDA. Escolher uma espécie vegetal que se enquadre em todos os

parâmetros desejados para a concepção de um projeto (novo, reforma ou readequação) apresenta-se como uma solução “perfeita”, porém, rara em função dos inúmeros atributos exigidos, sendo assim a solução está em avaliar os fatores mais importantes dentro do contexto.

A vegetação arbórea mostrou-se um fator determinante no uso e principalmente na permanência das pessoas na praça, porém, não é condição única. A visitação e permanência estão condicionadas aos equipamentos e serviços oferecidos e ao conforto proporcionado pela sombra das árvores. Observou-se que quando a função do equipamento é muito importante, esta se sobrepõe a quaisquer outras variáveis e o uso passa a ser determinado por ela. Um exemplo marcante foi o do parque infantil, verificou-se que este interfere inclusive na utilização das regiões em suas proximidades. Outras regiões também confirmaram isto: a quadra poliesportiva, a sorveteria, as bancas de jornal, as vagas de estacionamento, os pontos de táxi e o próprio entorno das Praças. Proporcionar a estes pontos de lazer melhores sombras os tornaria ainda mais frequentados. Também é preciso agregar valor aos ambientes sombreados, incentivando a permanência das pessoas. Colocar bancos nos lugares de melhor sombra, quando está já existir, é uma boa alternativa.

Dotar as praças de lazer de equipamentos para lazer e de cobertura arbórea suficiente para garantir o bem estar dos usuários que o utilizam, é tarefa essencial, visto que estes constituem elementos fundamentais, relacionados as funções de uma praça e que se reflete nos usos e no funcionamento destes ambientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA Jr., N. L. **Estudo do clima urbano: uma proposta metodológica**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente, UFMT, Cuiabá.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade: A abordagem climática como para estudos urbanos**. UFAL, Maceió, 2007.

BUENO, C. L. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas**. Campinas: 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil).

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. Campinas, SP, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil).

BUSTOS ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília-DF, Editora Universidade de Brasília, 2001, 226 p.

CORBELLA, O. D.; MAGALHÃES, M. A. A. Conceptual differences between the bioclimatic urbanism for Europe and for the tropical humid climate. **Renewable Energy**, v. 33, p. 1019-1023, 2008.

FONTES, M. S. G. C.; DELBIN, S. A. qualidade climática de espaços públicos urbanos. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro Latino-Americano e Conforto no Ambiente Construído, III, 2001. São Pedro. **Anais**. São Pedro: ANTAC, 2001. p. 155-158.

INMET-Instituto Nacional De Meteorologia. Climatologia. 2003. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>. Acesso em: 03/11/2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v.1, 4.ed. . Instituto Plantarum. Nova Odessa – SP, 2002.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. p.44.

LORUSSO, D. C. S. Gestão de áreas verdes urbanas. In: Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana, 1.; Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura, 1992. v.1, p. 105-118.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. São Paulo: Editora Edusp, 2002 - 207p.

MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. 2.ed. Porto Alegre: Mais Quatro editora, 2005. 204 p.

MILANO, M. S. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. 1994, São Luís. **Anais**. São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 163-168.

MORENO, M. M. **Parâmetros para implantação efetiva de áreas verdes em bairros periféricos de baixa densidade**. Campinas, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). 2006

OKE, T. R. (1987) **Boundary layer climates**, Routledge, 2a Ed , UK. 434p.

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.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; CALLEJAS, I. J. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Sombreamento arbóreo e microclima de praças públicas em cidade brasileira de clima tropical continental. In: 4º Pluris - Congresso Luso Brasileiro Para O Planejamento Urbano, Regional, Integrado E Sustentável, 2010, Faro, Portugal. **Anais**, 2010.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços abertos. Estudos de caso em Campinas, SP**. (Tese de Doutorado na FECA – UNICAMP) UNICAMP, 2007.

Identificação dos Autores:



Angela Santana de Oliveira

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso/ UFMT;
Professora Efetiva do Instituto Federal de Mato Grosso/ IFMT;
Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/ PPGFA/ UFMT, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: angela.oliveira@cba.ifmt.edu.br



Luciana Sanches

Graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Mato Grosso/ UFMT;
Professora Efetiva do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ FAET/ UFMT;
Professora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: lsanches@ufmt.br



Carlo Ralph De Musis

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso/ UFMT;
 Professor Efetivo da Universidade de Cuiabá/ UNIC;
 Professor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: carlo.demusis@gmail.com



Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso/ UFMT;
 Professora Efetiva do Departamento de Arquitetura e Urbanismo/ UFMT;
 Professora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/ PPGFA/ UFMT, Linha de Pesquisa: Análise Microclimática em Sistemas Urbanos, E-mail: mcjanp@gmail.com