

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL**

**INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO  
MICROCLIMA E USO DE PRAÇAS PÚBLICAS**

**ANGELA SANTANA DE OLIVEIRA**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA**

**Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> LUCIANA SANCHES**

Cuiabá, MT  
Julho /2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO  
MICROCLIMA E USO DE PRAÇAS PÚBLICAS**

**ANGELA SANTANA DE OLIVEIRA**

*Tese apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutorado em Física Ambiental*

Orientadora: **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA**

Co-orientadora: **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> LUCIANA SANCHES**

Cuiabá, MT  
Julho/2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais para Catalogação na Publicação (CIP)

**Bibliotecária: Patrícia Jaeger / CRB1-1736.**

O48i Oliveira, Angela Santana de

Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas/ Angela Santana de Oliveira - Cuiabá:, 2011.  
149 f.il.; color

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Co. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Sanches

1. Meio ambiente. 2. Impacto ambiental 3. Arborização urbana.  
4. Mapas comportamentais 5. Análise de agrupamento I. Título. II. Oliveira, Ângela Santana de. III. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

CDU: 504.03(817.2)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus e  
aos anjos que me guiam e me  
fortalecem a cada passo...

... a minha família, companheira  
de todas as horas...

... aos amigos que permanecem  
ao nosso lado nas tarefas da  
vida...

## **AGRADECIMENTOS**

- A Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup> Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira por ter me dado a grande oportunidade de realizar esta pós-graduação;
- Ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira pela dedicação e empenho em tornar esta pós-graduação em um modelo a ser seguido.
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT ), por compartilharem sua sabedoria;
- Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-Campus Cuiabá (IFMT), instituição em que trabalho;
- Aos amigos e companheiros de trabalho e pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT ), que contribuíram para a realização deste trabalho;
- A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento desta pesquisa.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>i</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problemática .....	1
1.2 Justificativa .....	2
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>5</b>
2.1 O clima .....	5
2.1.1 Escalas de estudo do clima .....	5
2.2 Mudanças climáticas provocadas pela urbanização .....	8
2.3 Cobertura do solo, materiais urbanos e cobertura vegetal .....	11
2.4 As árvores no contexto urbano .....	13
2.4.1 Aspectos climáticos da arborização urbana .....	14
2.4.2 Estruturação do dossel .....	18
2.4.3 Índice de Área Foliar (IAF) e a atenuação da radiação solar .....	19
2.5 Conceituação e qualidade ambiental de praças .....	22
2.6 Observações comportamentais .....	25
2.7 Análise de agrupamento .....	26
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>28</b>
3.1 Cuiabá - características climáticas e localização .....	28
3.2 As praças para estudo .....	33
3.2.1 Praça Popular .....	34
3.2.2 Praça 8 de Abril .....	38
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
4.1 Medição das variáveis micrometeorológicas .....	41
4.1.1 Medição das variáveis microclimáticas nas praças durante o seco e chuvoso .....	42
4.1.2 Medição das variáveis microclimáticas sob as copas das árvores .....	44
4.2 Temperaturas das superfícies das Praças .....	47
4.3 A arborização das praças .....	49
4.3.1 Localização das árvores .....	49
4.3.2 Identificação e caracterização da arborização .....	50

4.3.3	Índices de Sombreamento e Densidade Arbórea .....	54
4.3.4	Índice de Área Foliar (IAF).....	54
4.4	Mapas comportamentais .....	57
4.5	Análise estatística dos dados .....	57
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
5.1	Caracterização micrometeorológicas do ano de 2009.....	59
5.2	Caracterização das variáveis microclimáticas nas praças durante os períodos seco e chuvoso .....	61
5.2.1	Temperatura e umidade relativa do ar na Praça Popular.....	61
5.2.2	Velocidade do ar e direção do vento na Praça Popular.....	63
5.2.3	Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça Popular .....	64
5.2.4	Temperatura e umidade relativa do ar na Praça 8 de Abril.....	65
5.2.5	Velocidade do ar e direção do vento na Praça 8 de Abril .....	67
5.2.6	Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça 8 de Abril.....	68
5.2.7	Relações entre as praças e períodos de coleta das variáveis microclimáticas .....	70
5.3	Caracterização das variáveis microclimáticas sob as copas das árvores.....	73
5.4	A arborização das praças .....	76
5.4.1	Localização e identificação das espécies arbóreas.....	77
5.4.2	Diversidade e ocorrência.....	81
5.4.3	A origem das espécies arbóreas .....	83
5.4.4	As árvores das praças e algumas características morfológicas importantes para o sombreamento .....	86
5.4.5	O porte da cobertura arbórea das praças .....	86
5.4.6	Índices de sombreamento e densidade da vegetação arbórea .....	88
5.4.7	Índice de Área Foliar (IAF) das espécies arbóreas nas praças.....	91
5.5	Os mapas comportamentais.....	97
5.5.1	Praça Popular .....	97
5.5.2	Praça 8 de Abril.....	103
5.6	Análise estatística das relações entre a vegetação arbórea, variáveis climáticas e uso das praças.....	109
5.6.1	Praça Popular .....	110
5.6.1.1	Número de pessoas (Np) e vegetação arbórea .....	112
5.6.1.2	Temperatura superficial (Ts) e vegetação arbórea .....	115
5.6.1.3	Temperatura do ar (T) e vegetação arbórea .....	117

5.6.2	Praça 8 de Abril.....	119
5.6.2.1	Número de pessoas (Np) e vegetação arbórea .....	121
5.6.2.2	Temperatura superficial(Ts) e vegetação arbórea .....	124
5.6.2.3	Temperatura do ar (T) e vegetação arbórea .....	126
5.7	Comentários Gerais .....	128
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>129</b>
6.1	Recomendações para trabalhos futuros .....	132
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRÁFIAS.....</b>	<b>133</b>
7.1	Bibliografias Citadas .....	133
7.2	Bibliografias Consultadas.....	145

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Vista da Paisagem Urbana de Cuiabá .....	10
<b>Figura 2</b> - Albedo de materiais e superfícies urbanas. ....	11
<b>Figura 3</b> - Temperatura de superfície por meio do sombreamento das árvores... 12	
<b>Figura 4</b> - Características ligadas à densidade, disposição e forma de conjuntos arbóreos.....	15
<b>Figura 6</b> - Mapa do Brasil - Médias Anuais de Temperatura.....	29
<b>Figura 7</b> - Localização da cidade de Cuiabá no estado de Mato-Grosso. ....	30
<b>Figura 8</b> - Mapa de Limite do Município de Cuiabá.....	31
<b>Figura 9</b> - Corte esquemático do mapa físico de Mato Grosso.....	32
<b>Figura 10</b> - Localização da Praça 8 de Abril (15°35'27"S; 56°6'23"O) e Praça Eurico Gaspar Dutra (localmente chamada Praça Popular) (15°35'36"S; 56°6'21"O) no município de Cuiabá, Brasil .....	34
<b>Figura 11</b> - Perspectiva do projeto original da praça. ....	35
<b>Figura 12</b> - Bairro Popular com a localização da Praça Popular .....	36
<b>Figura 13</b> - Representação da ocupação dos terrenos no entorno da Praça Popular .....	36
<b>Figura 14</b> - Ilustração de mobiliários de serviço (a,b,c,d,e) e lazer (f,g,h,i,j) existentes na Praça Popular.....	37
<b>Figura 15</b> - Bairro Popular com a localização da Praça 8 de Abril.....	38
<b>Figura 16</b> - Representação da ocupação dos terrenos no entorno da Praça 8 de Abril .....	39
<b>Figura 17</b> - Ilustração de mobiliários de serviço (a,b,c,d) e lazer (e,f,g,h) existentes na Praça 8 de Abril .....	40
<b>Figura 18</b> - Estação micrometeorológica automática Vantage Pro 2 Plus (marca Davis Instruments) .....	43
<b>Figura 19</b> - Pontos de posicionamento das estações microclimáticas automáticas nas Praças Popular (a) e 8 de Abril (b) .....	44
<b>Figura 20</b> - Termo-higro-anemômetro-THAR-185.....	45
<b>Figura 21</b> - Localização dos pontos de medição de temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR), sem sombreamento e à sombra, nas praças Popular (a) e 8 de Abril (b).....	46
<b>Figura 22</b> - Termômetro digital infravermelho com mira laser (mod. TI-810) ...	47
<b>Figura 23</b> - Pontos de medição de temperatura superficial nos transectos 01, 02 e 03 na Praça Popular.....	48
<b>Figura 24</b> - Pontos de medição de temperatura superficial nos transectos 01, 02 e 03 na Praça 8 de Abril.....	48

<b>Figura 25</b> - GPS, estação total e prisma refletor, utilizados para a localização dos indivíduos arbóreos .....	50
<b>Figura 26</b> - Representação esquemática do procedimento utilizado para medição da projeção da copas das árvores .....	52
<b>Figura 27</b> - Trena Laser -Leika/Disto D5 (a) e Clinometro-Sunto/PM-5 (b).....	53
<b>Figura 28</b> - Representação esquemática do procedimento utilizado para medição das alturas das árvores.....	53
<b>Figura 29</b> - Ceptômetro AccuPAR Lp-80 .....	55
<b>Figura 30</b> - Localização dos pontos de medição (círculo sólido) do índice de área foliar na Praça Popular(a) (n=18) e Praça 8 de Abril (b) (n=23). .....	56
<b>Figura 31</b> - Precipitação acumulada mensal de janeiro a dezembro de 2009 .....	60
<b>Figura 32</b> - Média diária da temperatura do ar (a) e umidade relativa (b) de janeiro a dezembro de 2009. ....	60
<b>Figura 33</b> - Média diária da temperatura (a), umidade relativa (b) e velocidade do ar (c) na Praça Popular nos períodos seco e chuvoso .....	62
<b>Figura 34</b> - Rosa dos ventos para determinação da direção predominante na Praça Popular durante os períodos seco (a) e chuvoso (b).....	63
<b>Figura 35</b> - Frequência relativa da velocidade do vento na Praça Popular durante os períodos seco (a) e chuvoso (b) .....	64
<b>Figura 36</b> - Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça Popular nos períodos seco (a,b, c) e chuvoso (d, e, f).....	65
<b>Figura 37</b> - Média diária da temperatura (a), umidade relativa (b) e velocidade do ar (c) na Praça 8 de Abril nos períodos seco e chuvoso.....	66
<b>Figura 38</b> - Rosa dos ventos para determinação da direção predominante na Praça 8 de Abril durante os períodos seco (a) e chuvoso (b).....	67
<b>Figura 39</b> - Frequência relativa da velocidade do vento na Praça 8 de Abril durante os períodos seco (a) e chuvoso (b) .....	68
<b>Figura 40</b> - Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça 8 de Abril nos períodos seco (a, b, c) e chuvoso (d, e, f) .....	69
<b>Figura 41</b> - Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do do ar, para os períodos seco e chuvoso da Praça Popular (a,b,c) e Praça 8 de abril (d,e,f).....	71
<b>Figura 42</b> - <i>Boxplot</i> da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento para os períodos seco e chuvoso das Praças Popular e 8 de Abril .....	72
Obs: As linhas tracejadas nos <i>boxplot</i> representam a média.....	72
<b>Figura 43</b> - Média horária da (a, c) temperatura do ar e (b, d) umidade relativa do ar em condição ambiente e sob as árvores na Praça 8 de Abril e na Praça Popular nos períodos seco e chuvoso .....	74
<b>Figura 44</b> - Diferença de temperatura do ar em condições ambientes e sob as árvores na Praça 8 de Abril e Praça Popular .....	75
<b>Figura 45</b> - Posicionamento dos pontos de localização das árvores na Praça Popular: a) Pontos baixados da estação total; b) Representação do ponto com suas coordenadas; c) Posicionamento final dos pontos das espécies arbóreas .....	77

<b>Figura 46</b> - Posicionamento dos pontos de localização das árvores na Praça 8 Abril: (a) Pontos baixados da estação total; (b) Representação do ponto com suas coordenadas; (c) Posicionamento final dos pontos das espécies arbóreas.....	78
<b>Figura 47</b> - Posicionamento e identificação das espécies arbóreas existentes na Praça Popular .....	78
<b>Figura 48</b> - Posicionamento e identificação das espécies arbóreas existentes na Praça 8 de Abril .....	80
<b>Figura 49</b> - Área de sombreamento na Praça Popular (a) e Praça 8 de Abril (b). 89	
<b>Figura 50</b> - Distribuição do valor médio de índice de área foliar (IAF) na Praça Popular. ....	93
<b>Figura 51</b> - Distribuição do valor médio de índice de área foliar (IAF) Praça 8 de Abril .....	95
<b>Figura 52</b> - Representação das regiões de concentração de usuários da Praça Popular nos períodos de coleta de dados .....	97
<b>Figura 53</b> - Representação do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular nos períodos de coleta de dados durante os horários de registro.....	98
<b>Figura 54</b> - Representação do número médio de pessoas quanto à distribuição espacial na Praça Popular nos períodos de coleta dados.....	99
<b>Figura 55</b> - Mapas comportamentais horários da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular no período seco .....	100
<b>Figura 56</b> - Mapas comportamentais horários da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular no período chuvoso .....	101
<b>Figura 57</b> - Representação das regiões de concentração de usuários da Praça 8 de Abril nos períodos de coleta de dados .....	104
<b>Figura 58</b> - Representação do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril nos períodos de coleta de dados durante os horários de registro de dados .....	105
<b>Figura 59</b> - Representação do número médio de pessoas quanto à distribuição espacial na Praça 8 de Abril nos períodos de coleta dados.....	106
<b>Figura 60</b> - Mapas comportamentais da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril no período seco .....	107
<b>Figura 61</b> - Mapas comportamentais da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril no período chuvoso .....	108
<b>Figura 62</b> - Dendograma do agrupamento das regiões à partir dos atributos da vegetação da Praça Popular.....	110
<b>Figura 63</b> - Representação dos grupos identificados no dendograma para visualização do posicionamento na Praça Popular.....	111
<b>Figura 64</b> - Representação do número de pessoas nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST, CM, CT)* na Praça Popular .....	113
<b>Figura 65</b> - Representação da temperatura superficial (Ts) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)* na Praça Popular .....	116
<b>Figura 66</b> - Representação da Temperatura do ar (T) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)* na Praça Popular .....	118

<b>Figura 67</b> - Dendograma do agrupamento das regiões a partir dos atributos da vegetação da Praça 8 de Abril.....	119
<b>Figura 68</b> - Representação dos grupos identificados no dendograma para visualização do posicionamento na Praça 8 de Abril.....	119
<b>Figura 69</b> - Representação do número de pessoas nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)* na Praça 8 de Abril .....	121
<b>Figura 70</b> - Representação da Temperatura Superficial (Ts) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)* na Praça 8 de Abril.....	125
<b>Figura 71</b> - Representação da temperatura do ar (T) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST, CM, CT)* na Praça 8 de Abril .....	127

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Períodos de coleta de dados .....	42
<b>Tabela 2</b> - Características das árvores quanto ao porte (altura e diâmetro da copa).....	51
<b>Tabela 3</b> - Pontos e número de espécies arbóreas com valores de IAF mensurados .....	55
<b>Tabela 4</b> - Estatística descritiva das variáveis ambientais para os dados da Praça Popular relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso .....	61
<b>Tabela 5</b> - Estatística descritiva do dia médio das variáveis microclimáticas da Praça Popular relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso.....	64
<b>Tabela 6</b> - Estatística descritiva das variáveis ambientais para os dados da Praça 8 de Abril relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso.....	67
<b>Tabela 7</b> - Estatística descritiva do dia médio das variáveis ambientais da Praça 8 de Abril relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso.....	69
<b>Tabela 8</b> - Aspectos quantitativos das espécies arbóreas nativas (N) e exóticas (E) na Praça Popular.....	79
<b>Tabela 9</b> - Aspectos quantitativos das espécies arbóreas nativas (N) e exóticas (E) na Praça 8 de Abril.....	81
<b>Tabela 10</b> - Origem das espécies arbóreas das Praças Popular e 08 de Abril.....	84
<b>Tabela 11</b> - Inventário dos indivíduos arbóreos quanto ao porte nas Praças Popular e 8 de Abril .....	86
<b>Tabela 12</b> - Descrição das principais características as espécies arbóreas, nome popular e científico e índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) na Praça Popular. ....	92
<b>Tabela 13</b> - 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. ....	94
<b>Tabela 14</b> - Distribuição da vegetação nos grupos na Praça Popular .....	112
<b>Tabela 15</b> - Valores de <i>p-value</i> para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça Popular, considerando o número de pessoas (Np).....	113
<b>Tabela 16</b> - Valores de <i>p-value</i> para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça Popular, considerando a temperatura superficial (Ts) .	115
<b>Tabela 17</b> - Valores de <i>p-value</i> para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando a temperatura do ar (T).....	117

**Tabela 18** - Distribuição da vegetação nos grupos na Praça 8 de Abril..... 121

**Tabela 19** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando o número de pessoas (Np)... 122

**Tabela 20** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando Ts (Temperatura superficial)126

**Tabela 21** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando Tar (Temperatura do ar)..... 127

## RESUMO

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.

O planejamento das áreas verdes sustentáveis em ambientes urbanos contribui para a melhoria de sua qualidade. Esta tese investiga como a vegetação afeta as condições do microclima em áreas urbanas, e mais especificamente, examina o caso de duas praças públicas em Cuiabá, Brasil. Os objetivos deste estudo foram avaliar as variáveis que contribuem no microclima das praças Popular e 8 de Abril e como isso influencia o uso pelas pessoas; e estudar as relações entre os fatores que participam deste processo, principalmente por intermédio da vegetação. Isso envolveu medidas do índice de área foliar, índice de densidade arbórea e porte de várias espécies, e também medidas de variáveis meteorológicas durante 15 dias contínuos em um período seco e outro chuvoso no ano de 2009. Além do mais, para entender a dinâmica do uso pelas pessoas, realizou-se a contagem do número de pessoas e suas localizações, que foram representadas em mapas comportamentais. Como esperado, a temperatura média do ar abaixo da copa das árvores foi reduzida em 0,45 °C e 0,3 °C, respectivamente nos períodos seco e chuvoso. A média da temperatura nas superfícies também foi atenuada pela sombra abaixo das árvores. 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. A influência da vegetação no microclima e uso das praças está associada a função dos equipamentos disponíveis nas praças, por exemplo, parque infantil, quadra poliesportiva entre outros. 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. A vegetação necessita ser percebida como um elemento natural capaz de cumprir múltiplas funções no meio urbano, ultrapassando os limites de sua estética.

**Palavras-chave:** Arborização urbana; sombreamento arbóreo; mapas comportamentais; análise de agrupamento

## ABSTRACT

OLIVEIRA, A. S. *Influence of trees on the microclimate and use of public squares*. Cuiabá, 2011. 146f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso.

Sustainable urban green space planning contributes to a pleasant and healthy environment. This thesis investigates how vegetation, affects the microclimatic conditions in urban areas, and more specifically, it examines the case of two public squares in Cuiabá city, Brazil. The objectives of this study were to examine the microclimatic of *Popular* and *8 de Abril* squares as they affect the use of people, and to study the relationships between the factors that participate in this process, mainly through of the vegetation. This has involved measuring the leaf area index, tree density index and size of various tree species, and measuring meteorological variables at two squares during continuous 15 days in the dry and rainy season in 2009. Moreover, to understand the dynamic of the use we count the number of people and their location at the squares and their locations that were represented in behavioral maps. As expected, the average of air temperature below tree canopy was less than air temperature, reducing the temperature on average 0.45 °C and 0.3 °C, respectively in the dry and rainy season. As well as, the average of ground temperatures was attenuated by shade below tree species. Through multivariate analysis of clusters using vegetation's characteristics, the results showed dichotomy resulting in one group of areas with higher leaf area foliar and size; and other group of areas with lower leaf area foliar and size of trees. Associated with the influence of vegetation in the use of squares is the function of the available equipments in the squares, for example playground, sports court and others. Finally, the intention of this work was to aid efforts to improve the environment of public squares through better planning and the appropriate methodology to choice of the species used for planting.

**Keywords:** Urban trees, tree shading, behavioral maps, cluster analysis

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMÁTICA

O aumento populacional de Cuiabá foi aproximadamente 952% entre os anos de 1960 e 2010, conforme dados do IBGE (2010). Nas décadas de 70 e 80 Cuiabá passou por um processo de explosão populacional, sofrendo uma série de mudanças na estrutura da paisagem e uso do solo urbano. Em algumas áreas houve uma concentração do crescimento vertical das edificações, estando o centro da cidade incluído entre estas. Essas construções verticalizadas absorvem e armazenam parte da energia calorífica durante o dia, emitindo-a durante a noite para o ar atmosférico. A imponência dos edifícios também modificou o fluxo natural dos ventos. A superfície do solo foi quase totalmente revestida por materiais impermeáveis e é notória a diminuição de vegetação nas vias públicas e quintais.

Atualmente também 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.

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.

Embora se reconheça a importância da consideração do clima no planejamento urbano, constata-se que muito pouco do conhecimento disponível da climatologia urbana é usado no planejamento das cidades. Contudo, o crescimento e a melhoria da qualidade nos centros urbanos não estão baseados apenas em novas e

bem sucedidas construções, mas, na inclusão de espaços livres sustentáveis circundantes aos edifícios, na revitalização de espaços abertos e na preservação de reservas naturais importantes para a manutenção do equilíbrio ambiental.

Espaços públicos externos compostos em seu desenho por ambientes arborizados garantem uma boa qualidade a estes espaços. Quando esse espaço for constituído por áreas verdes, o mesmo desempenha um importante papel ambiental, uma vez que possui o efeito de amenizar o clima.

Alguns aspectos físicos e ambientais destes espaços podem influenciar negativa ou positivamente quanto ao uso e qualidade tais como: tipo de superfície, geometria do espaço, a presença ou não de vegetação, segurança, presença de mobiliário, acessibilidade e outros. A condição microclimática constitui um aspecto determinante para a qualificação desses espaços, e que também, pode interferir na quantidade e forma de uso dos mesmos.

Tudo isso, vem confirmar a importância da aplicação dos conhecimentos dos fenômenos climáticos na orientação do planejamento ambiental urbano dos espaços públicos de convívio, avaliando a importante e benéfica influência da adoção da vegetação neste planejamento.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A melhoria da qualidade ambiental e climática nos centros urbanos está intrinsecamente ligada à inclusão de espaços livres vegetados no contexto deste ecossistema.

Em função do aumento da consciência das questões ambientais, que tem mobilizado diversas áreas do conhecimento em busca de soluções para mitigar os impactos no meio ambiente, a melhoria da qualidade de vida dos espaços públicos abertos tem se tornado foco de interesse de muitas pesquisas.

Uma das soluções para amenizar os problemas causados pela urbanização é tratar o meio 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. Contudo, muitos desses espaços,

dedicados à população, mostram uma qualidade comprometida, fato que interfere diretamente nos seus usos.

A ocupação dos espaços na malha urbana, de forma desordenada, nem sempre propicia a reserva de áreas destinadas à implantação de praças e parques. No entanto, os benefícios ambientais gerados pela vegetação urbana são necessários à saúde ambiental do ecossistema das cidades.

A presença do verde nas cidades torna-se essencial, visto que este elemento é de extrema importância na composição do ambiente urbano, seja pelo contato visual que propicia à população ou pelas funções biológico-climáticas que desempenham. O clima em geral é inalterável com o desenho da paisagem, mas, a vegetação pode melhorar o microclima no meio urbano, ajudando a reduzir as temperaturas do ar no seu entorno e contribuir para a criação de condições agradáveis e confortáveis na cidade.

Desta forma pesquisas que determinem as características da cobertura vegetal dos ambientes urbanos tornam-se muito importantes, visto que, sua distribuição tem relação direta com as condições climáticas regionais e locais.

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.

Nesta pesquisa objetivou-se avaliar a influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas em Cuiabá-MT.

As etapas de trabalho desenvolvidas no estudo como subsídio para implementação da pesquisa nos locais de estudo foram: caracterização das variáveis microclimato meteorológicas do ano de 2009; caracterização das variáveis microclimáticas durante os períodos seco e chuvoso, correspondente às coletas de dados; caracterização de variáveis microclimáticas sob as copas das árvores; identificação, quantificação e avaliação de alguns parâmetros das espécies arbóreas; levantamento das variações das temperaturas superficiais do solo das praças; avaliação comportamental quanto ao uso dos ambientes pelas pessoas; análise estatística das relações entre a vegetação arbórea, variáveis climáticas e uso das praças.

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 a implementação de políticas públicas e gestão do ambiente urbano.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O CLIMA**

O clima interfere significativamente na vida do homem, desta forma se torna necessário conhecer os dados climáticos da região em que se pretendem desenvolver pesquisas que possam ser influenciadas por estas variáveis.

Para caracterizar o clima das diversas regiões do globo, este é dividido em zonas de climas similares, chamadas regiões climáticas. O Brasil apresenta grande extensão territorial e está localizado entre dois trópicos, sendo identificados vários e diferentes tipos de clima. Desta forma a identificação correta dos elementos que caracterizam o clima da localidade em estudo é de fundamental importância nos estudos dos fenômenos relacionados ao comportamento da atmosfera.

O clima de uma determinada área resulta, principalmente, de três influências: processos atmosféricos resultantes dos fatores geográficos locais; influência dos padrões do clima de escala imediatamente inferior e, efeito dos sistemas atmosféricos atuantes em larga escala.

#### **2.1.1 Escalas de estudo do clima**

As condições gerais do clima e do tempo atuantes em uma região estão relacionadas aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera. Dessa forma, qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma determinada área, nesse caso específico o Distrito Federal, deve iniciar-se com uma visão geral, na qual a área em estudo está inserida.

O termo “escala” é definido por Ribeiro (1993) como sendo uma referência de valor arbitrada segundo critérios que interessam à compreensão de um determinado fenômeno. Esta visão constitui-se em um aspecto fundamental para o entendimento referente ao espaço e ao tempo, envolvendo questões de ordem conceitual e metodológica.

A cada nível escalar deve corresponder uma abordagem específica, no sentido da coerência entre extensão e duração do fenômeno climático. A adequação da abordagem espaço-temporal e o conjunto de métodos de análise da pesquisa, são dependentes da frequência, intensidade e da tipologia climática local.

O fenômeno climático constitui-se de um conjunto de elementos de naturezas diversas interagindo no mesmo espaço, em regime de trocas energéticas interdependentes. Segundo Ribeiro (1993), abstrair racionalmente o clima exige, a adoção de uma escala taxonômica como parte da própria metodologia da pesquisa climatológica.

Oke (2005) destaca o impacto do vento, temperatura e umidade sobre o clima local em relação às diferentes formas urbanas, classificando-as em Zona Climática Urbana (UCZ - Urban Climate Zona), e compara a escala de análise com o raio de influência da vegetação no vento, temperatura do ambiente e umidade.

Para auxiliar o planejamento urbano, Katzschner (2005) desenvolveu um mapa climático urbano que interpola as diversas escalas climáticas com a escala urbana pelos constituintes do clima e suas alterações.

Na climatologia existem diversas propostas de sistematização dos estudos climáticos. Entretanto, apresentam diferenças tanto nos termos como nos conceitos (AYOADE, 1998; RIBEIRO, 1993). Apesar disso, considerando-se a relação entre os fluxos de matéria/energia e os elementos condicionantes da definição dos estudos climáticos, podem-se distinguir três níveis de abordagem: macroclimático, mesoclimático e microclimático.

O nível macroclimático trata da interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e seus respectivos movimentos, gerando os aspectos climáticos referentes ao planeta como um todo, como os movimentos atmosféricos de grande escala, tais como a circulação geral da atmosfera. Já o nível mesoclimático preocupa-se com a interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e geração dos campos de pressão atmosférica) e as feições da superfície, constituindo-se objeto de estudo, nesse nível, os climas locais. Com relação ao nível microclimático, existe muita controvérsia com relação aos seus limites, entretanto, os autores que estudam o microclima são unânimes em reconhecer a existência de um nível escalar mais próximo dos indivíduos (MONTEIRO, 1999).

Andrade (2005) procurou definir de uma forma mais precisa os conceitos das escalas de clima urbano; foram indicadas ‘dimensões típicas’ para cada uma das categorias, sem adotar limites rígidos para essas dimensões:

- a) Microclima – reflete a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos mais elementares (edifícios e as suas partes constituintes; ruas e praças, pequenos jardins); a dimensão típica pode ir até cerca de uma centena de metros;
- b) Clima local – clima de uma área com uma combinação característica de elementos, podendo corresponder seja a um tipo de ocupação do solo diferenciado (bairro, parque urbano), seja a condições topográficas específicas (vale, colina, etc.). Um clima local engloba um mosaico de microclimas, que se repetem com alguma regularidade (OKE, 1997 e 2004);
- c) Mesoclima – corresponde à influência integrada da cidade (compreendendo vários climas locais), essencialmente ao nível da camada urbana. Podem considerar-se igualmente como efeitos de mesoescala os efeitos ‘extra urbanos’, de dimensão aproximada ou superior à da própria cidade (sistemas de brisas, barreiras topográficas, etc.). Não se pode deixar de lembrar que o clima urbano depende dos fenômenos de escala climática superior.

De acordo com Landsberg (1981), cada localidade é governada pelos padrões meteorológicos de grande escala (escala sinótica), sendo que o ambiente modifica, em maior ou menor grau, as condições locais da camada de ar acima do solo (camada limite da atmosfera). A interação entre a escala sinótica e a escala local oscila continuamente, ora predominando condições de grande escala, ora predominando condições locais, embora ambas estejam sempre presentes.

Monteiro (1976) sugere que o clima local deve ser analisado através de dois caminhos, uma vez que o comportamento atmosférico, integrado às demais esferas e processos naturais, organiza espaços climáticos dos níveis superiores para os níveis inferiores. Nessa interação, após uma diferenciação espacial produzida por influência da latitude, a dinâmica dos grandes centros de pressão atmosférica (centros de ação) e os fatores geográficos ,originam, em nível regional, uma nova organização climática. A partir daí, a variação dos fatores geográficos no seu interior geram uma

“identidade”, apresentando-se mais diversificada, quanto mais heterogênea for a região, incluindo-se no nível do clima local.

## **2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO**

Segundo Monteiro (1976), a cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e de deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

O clima de um local pode ser modificado pela inserção dos elementos que compõe as cidades, por meio das alterações de superfície que transformam o meio. Esta superfície urbanizada produz aumento de temperatura, modificações no fluxo de ventos, diminuição da umidade relativa, redução da infiltração da água das chuvas, em virtude da impermeabilização do solo causada pela pavimentação asfáltica, pelas novas construções, calçamentos, entre tantas outras interferências no ambiente natural. A substituição de materiais naturais pelos materiais urbanos provoca mudanças nos processos de absorção, transmissão e reflexão, e nas características da atmosfera local.

De acordo com Oke (1982), os materiais de uso corrente no ambiente urbano como concreto e asfalto, apresentam diferença significativas nas suas propriedades térmicas (incluindo a capacidade de absorção e transmissão de calor) e propriedades radiativas da superfície (reflexão e emissividade) quando comparados com as áreas rurais. Segundo o mesmo autor, a diferença primária entre os processos térmicos da área urbana e de seu entorno natural ou rural está na repartição entre os fluxos turbulentos de calor sensível (trocas térmicas secas) e de calor latente (trocas térmicas úmidas).

Segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climatológicos (CPTEC), posteriormente à 2ª Guerra Mundial, com o crescimento acelerado das áreas urbanas e o aumento da industrialização, intensificaram-se os estudos sobre clima urbano, tornando-se evidente a contaminação da atmosfera das cidades. No entanto, a

percepção das diferenças térmicas entre cidade e a área rural já vem desde a época dos romanos.

Os primeiros estudos sobre o clima urbano aconteceram no começo do século XIX, na Europa. O trabalho de Howard (1833 apud Landsberg, 1981), publicado em 1818, sobre o clima de Londres foi um dos primeiros a observar as diferenças de temperatura entre a cidade e o meio rural.

De acordo com Pezzuto (2007), no Brasil, a partir da década de 1960, a preocupação com a queda da qualidade ambiental das grandes cidades brasileiras foi um dos fatores que impulsionaram o surgimento de estudos relacionados ao clima urbano no país. Cidades de pequeno, médio e grande porte foram o alvo das investigações, a maioria delas na região centro-sul, tendo-se intensificado e se distribuído pelo território nacional na década de 1990. Dentre os estudos, destacam-se os trabalhos de GALLEGO (1972), MONTEIRO (1976), TARIFA (1977), SARTORI (1979), FONZAR (1981), SAMPAIO (1981) e LOMBARDO (1985).

De acordo com Lombardo (1985), em seu estudo sobre a cidade de São Paulo, existe uma estreita relação entre os tipos de uso do solo urbano e a variação de temperatura superficial. As altas temperaturas são verificadas em áreas onde o crescimento vertical é intenso, onde existem altas densidades demográficas e pouca quantidade de vegetação, principalmente em setores industriais e residenciais. Contudo as regiões que possuem uma maior concentração de espaços livres, com vegetação ou próximos a reservatórios de água, sofrem acentuados declínios de temperatura.

Frota e Schifer (2003) dizem que as cidades são produtoras de calor. A produção de mercadorias e transportes de pessoas requer o uso elevado de equipamentos termoelétricos e de combustão. Além disso, os volumes das edificações modificam o curso natural dos ventos, prejudicando a ventilação natural no interior das construções individualmente. Também a poluição em um meio urbano altera as condições do ar quanto a sua composição química e odores.

O estado de Mato Grosso, que a partir da segunda metade da década de 1960 passou a ser considerado “Portal da Amazônia” pelo processo de capitalização em direção à Amazônia, logo passou a receber um grande fluxo migratório, aumentando então a demanda populacional e conseqüentemente a ocupação de sua área urbana.

Na década de 1980, a taxa de crescimento populacional chegou a 136,25%, com expansão do seu sítio urbano sobre as áreas periféricas e rápido crescimento vertical (MORENO et al., 2005 ).

De acordo com dados do Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Cuiabá (IPDU, 2009), a densidade demográfica urbana da capital matogrossense era de 0,17hab./km<sup>2</sup> em 1980 e passou à 1,56hab./km<sup>2</sup> em 2010. O aumento populacional de Cuiabá foi de aproximadamente 952 % entre os anos de 1960 e 2010, conforme dados do IBGE (2010) a população urbana que era de 57.860 habitantes em 1960 chegou a 551.310 habitantes em 2010.

Neste período, Cuiabá passou por um processo de explosão populacional, sofrendo uma série de mudanças na estrutura da paisagem e uso do solo urbano. Em algumas áreas houve uma concentração do crescimento vertical das edificações, estando o centro da cidade incluído entre estas. Essas construções verticalizadas absorvem e armazenam parte da energia calorífica durante o dia, emitindo-a durante a noite para o ar atmosférico. A imponência dos edifícios também modificou o fluxo natural dos ventos. A superfície do solo foi quase totalmente revestida por materiais impermeáveis e é notória a diminuição de vegetação nas vias públicas e quintais Cuiabá (Figura 1).



**Figura 1** - Vista da Paisagem Urbana de Cuiabá  
**Fonte:** Disponível em: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com), acesso em 12/09/10

Os estudos sobre clima urbano podem auxiliar significativamente na elaboração das leis de parcelamento, uso e ocupação do solo e no código de obras das cidades. Dessa forma, os problemas gerados pela urbanização poderiam ser amenizados. É importante a conscientização social, para a implantação de áreas

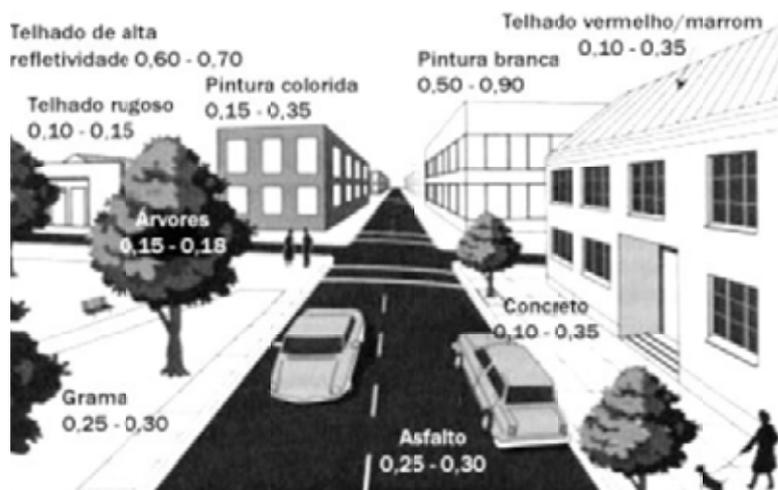
verdes e a realização de campanhas para a ampliação e o monitoramento da vegetação urbana.

### 2.3 COBERTURA DO SOLO, MATERIAIS URBANOS E COBERTURA VEGETAL

A capacidade de reflexão e absorção dos diversos materiais, em relação à luz e ao calor, depende diretamente de suas propriedades físicas como densidade, textura e cor. Influenciam consideravelmente na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura do ar (BARBIRATO et al., 2007).

Para Romero (1988) a radiação solar pode ser refletida e absorvida pelas superfícies opacas nas quais incide, sendo o fluxo incidente igual à soma dos fluxos absorvidos e refletidos. A quantidade de absorção e reflexão dessa radiação depende das características e forma das superfícies, ou seja, está relacionada com as propriedades termodinâmicas dos materiais, expressas através do albedo, absorção e emissividade.

Diferentes tipos de revestimentos e materiais urbanos possuem albedos diferenciados e suas das propriedades termo-físicas influenciam fortemente na qualidade térmica dos recintos urbanos. Os materiais que possuem albedo baixo e condutividade alta proporcionam um microclima suave e estável, enquanto que o inverso contribui para a criação de um microclima de extremos (Figura 2).



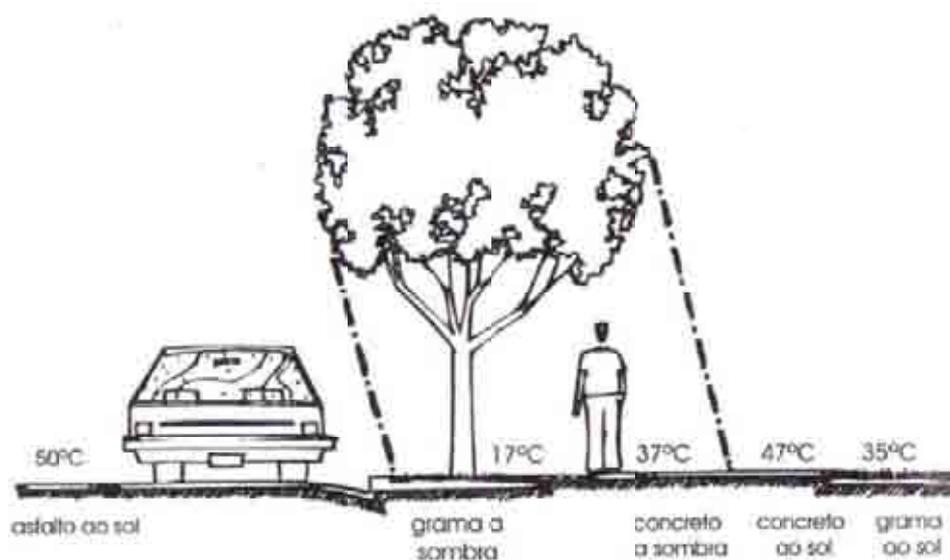
**Figura 2** - Albedo de materiais e superfícies urbanas.

Fonte: Espereenc, 2003 apud Barbirato et al (2007)

Quanto menor o albedo, maior será a quantidade de energia disponível para absorção e transmissão, aumentando, assim, a temperatura superficial do corpo e, por fim, aumentando a liberação de calor para o meio externo.

O sombreamento proporcionado pela vegetação traz melhoras microclimáticas pelo fato de filtrar a radiação solar. Os efeitos diretos do sombreamento pela vegetação podem ser quantificados por meio das medições da temperatura de superfície de materiais expostos e protegidos pelas copas das árvores (Figura 3).

Uma área sombreada é fracamente atingida pela radiação solar direta incidente e, assim, a temperatura radiante daquela superfície é menor o que diminui a radiação de ondas longas emitida. Essas condições diminuem a possibilidade de aumento de temperatura do ar, devido ao contato com essa superfície através dos processos de convecção e condução.



**Figura 3** - Temperatura de superfície por meio do sombreamento das árvores

Fonte: Laurie (1878) *apud* Shinzato (2009)

Segundo Heisler (1986), as árvores influenciam diretamente o fluxo de calor da radiação térmica ao bloquear a radiação solar, evitando o aumento da temperatura da superfície. Em seus estudos, a posição das árvores é determinante para oferecer um sombreamento adequado e reduzir a radiação direta que chega aos edifícios. Experiências sobre o efeito da sombra de uma árvore foram analisadas para as situações de fachada oeste e sul, na latitude 40°.

## 2.4 AS ÁRVORES NO CONTEXTO URBANO

A arborização urbana é definida como um conjunto de áreas públicas ou privadas com cobertura arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta. Podem ser inseridas, ainda, as áreas verdes com cobertura não arbórea (GREY e DENEKE, 1978; SANCHOTENE, 1994).

No ambiente urbano, as áreas verdes públicas constituem-se como elementos imprescindíveis para o bem estar da população, pois influenciam diretamente a saúde física e mental. Os espaços verdes, as áreas livres e a arborização viária são elementos que geram vários benefícios para a população das cidades, pois possibilitam a melhoria da qualidade de vida, são atrativos turísticos e, ao mesmo tempo, permitem a conservação da diversidade biológica de espécies.

Inserir a vegetação em áreas urbanas é uma das principais estratégias para reduzir o efeito de Ilha de Calor, uma vez que as plantas representam um importante papel de regular o clima urbano. Para ser mais preciso, a vegetação reduz o efeito de Ilha de Calor não por meio do resfriamento do ar, mas pelo fato de aquecer menos o ar (DIMOUNDI e NIKOLOPOULOU, 2000).

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. Sobre a qualidade do ar, Nowak (2008) cita a função das árvores em remover partículas poluentes por meio das aberturas dos estômatos. Os gases poluídos são dissolvidos nos espaços intercelulares e podem ser absorvidos para gerar ácidos ou reagir com as superfícies internas da folha.

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.

Kirchner et al. (1990) subdividiram o termo arborização urbana em três setores: áreas verdes públicas, áreas verdes privadas e arborização de ruas. No entanto, comentaram que a simples existência desses três setores não caracteriza um

sistema de arborização urbana, devendo, para tanto, existir um adequado planejamento capaz de organizar os setores e normalizar o seu uso.

#### **2.4.1 Aspectos climáticos da arborização urbana**

O crescimento contínuo e desordenado das cidades brasileiras tem ocasionado negligência quanto à composição arbórea de suas vias e locais públicos, gerando assim impactos notáveis no microclima urbano. O desenho urbano, a geometria formada pelas construções, as propriedades físicas dos materiais e o calor antropogênico contribuem intensamente para a alteração microclimática e logo, para a formação das ilhas de calor (DOULOS e SANTAMOURIS, 2004).

Uma das soluções para amenizar os problemas causados pela urbanização é tratar o meio 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. Contudo, muitos desses espaços, dedicados à população, mostram uma qualidade comprometida, fato que interfere diretamente nos seus usos.

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.

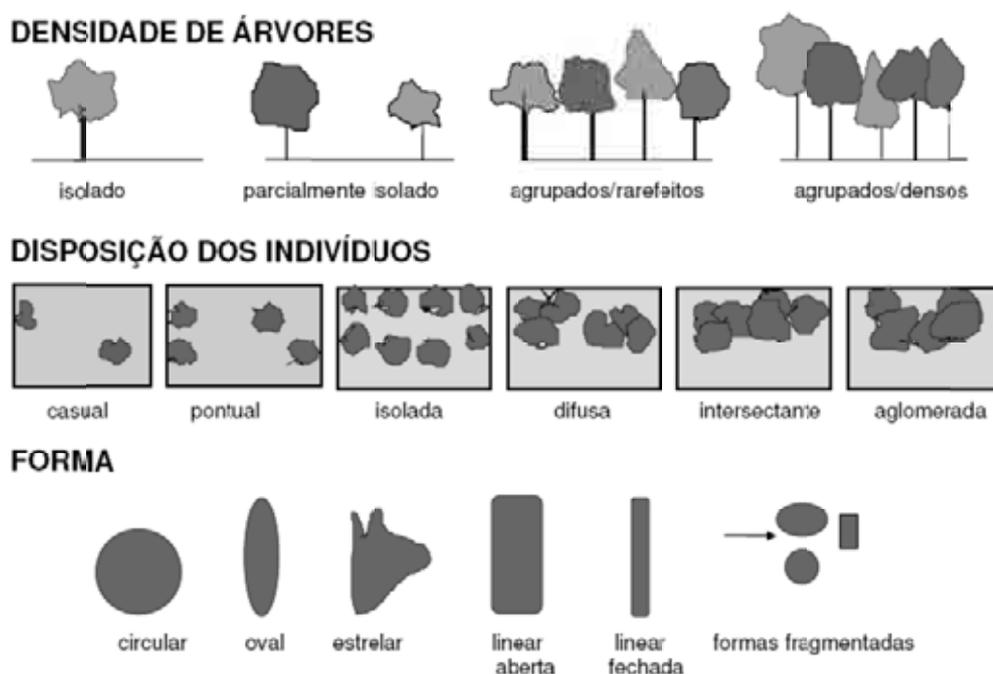
Gomes e Amorim (2003) afirmam que a vegetação é um importante componente regulador da temperatura urbana, pois absorve com muito mais facilidade a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos: fotossíntese e transpiração.

Os efeitos das árvores afetam o microclima urbano em dois níveis: no conforto humano e na energia consumida. Segundo Oke (1989), o efeito mais importante é a prevenção do aquecimento dos *canyons* urbanos, promovendo um alívio nos ganhos de calor pela radiação solar por meio da combinação de absorção e evaporação.

Akbari (2001) identifica uso de vegetação como mais eficiente do que a substituição das superfícies por materiais de cor clara ou de alto coeficiente de

reflexão, pois os materiais têm a capacidade de absorver e armazenar calor, e mesmo uma superfície de cor branca pode atingir 10°C acima da temperatura do ar ambiente.

Observando que nas cidades, os indivíduos arbóreos costumam ocorrer em formas combinadas e, de acordo com os arranjos no meio urbano, o resultado relativo ao conforto será específico, Peixoto et al. (1995) concluíram que a disposição, a densidade e a forma influem em função dos arranjos resultantes, (Figura 4).



**Figura 4** - Características ligadas à densidade, disposição e forma de conjuntos arbóreos  
**Fonte:** PEIXOTO et al. (1995)

Em relação a aspectos da forma, os autores consideraram que indivíduos com copas amplas, com alta densidade de folhas largas e espessas na copa, perenifólios, e de arquitetura arbórea aberta resultem em maior conforto térmico. Junto a essas características de forma foram também consideradas as características peculiares a cada elemento componente da árvore.

A forma da copa das árvores e seu tamanho determinam a área sombreada que muda de acordo com a espécie, a estação do ano, e ao longo dos anos (MACEDO, 1989; MASCARÓ, 2005; ABREU, 2008).

De Kauffman, Machado e Barroso (2001) realizaram um estudo de avaliação de conforto em áreas abertas de clima quente úmido, na cidade de Maracaibo, Venezuela. Os resultados constataram que a vegetação, especialmente árvores de

grande porte, cumprem um importante papel na modificação e amenização climática. Os benefícios provenientes das árvores dependem de sua espécie, tamanho da copa, permeabilidade, maturidade e qualidade da sombra.

Vários estudos referentes à arborização urbana vêm sendo apresentados com diferentes metodologias em função de diferentes combinações de objetivos (MACEDO, 1992; MILANO, 1994; BUENO, 1998; BUENO-BARTHOLOMEI, 2003; MORENO, 2006; PEZZUTO, 2007).

Conforme Abreu (2008) um dos objetivos frequentemente enfocados é a formação da paisagem urbana relacionada com o clima e cultura local. Toda paisagem surge da sombra, da interceptação da luz e do calor da radiação solar, cujos efeitos estão estreitamente relacionados com o conforto ambiental.

Cunha et al. (2005), baseados em simulação computacional, avaliaram o desempenho do paisagismo, com ênfase no sombreamento arbóreo dos espaços do estacionamento do Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Nesse estudo, foram desenvolvidas por meio de *software*, máscaras de sombra em quatro pontos do estacionamento e verificou-se que o lugar mais beneficiado era aquele em que a sombra era proporcionada pelo agrupamento de três espécies arbóreas.

Barbirato (1998) analisou o ambiente térmico urbano da cidade de Maceió/AL. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de medições de temperatura do ar em três áreas distintas da cidade, com diferentes configurações de uso e ocupação do solo. Os resultados mostraram que as áreas edificadas apresentaram efeitos de elevação na temperatura do ar. Também se constatou, com este trabalho, que as temperaturas das áreas urbanas foram superiores às temperaturas da estação meteorológica, utilizada como ponto de referência para o estudo, comprovando a influência da urbanização no clima local.

Corroborando os resultados encontrados por diversos autores, pode-se citar o estudo que analisou a contribuição da vegetação no conforto térmico nas cidades, realizado por Bartholomei e Labaki (2002), em Campinas/SP. Nesta pesquisa, analisou-se a função da vegetação na atenuação da radiação solar, contribuindo para a melhoria do conforto térmico. Foi analisada a influência de seis espécies arbóreas em relação ao conforto térmico. A pesquisa concluiu que o índice de conforto varia

ao longo do dia e que as espécies, através das diferentes atenuações da radiação, apresentam um índice de conforto diferente. Observou-se também que as espécies que apresentaram o melhor índice de conforto são aquelas que proporcionam maior extensão de sombra sob sua copa.

Sob o aspecto da influência das áreas verdes no conforto ambiental, Fontes e Delbin (2001) desenvolveram um estudo com o objetivo de comparar e analisar os microclimas em dois espaços públicos abertos na cidade de Bauru/SP. Um dos espaços foi caracterizado com expressiva área verde e o outro com pouca arborização, a fim de analisar a influência da vegetação na amenização climática local. O resultado da pesquisa constatou diferenças climáticas significativas entre os dois espaços, resultando temperaturas de até 3°C menor, na área arborizada, em horários de temperatura elevada e em tempo estável. A pesquisa também detectou que, além de contribuir para melhoria das condições climáticas, os espaços verdes promovem a intensificação dos seus usos por serem mais agradáveis ao convívio humano. Esta pesquisa também foi realizada em outros espaços públicos abertos da mesma cidade, comprovando os efeitos benéficos da presença de arborização e equipamento urbano nestes espaços (FONTES et al., 2005).

Abreu (2008) identificou o raio de influência no conforto térmico alcançado por espécies arbóreas encontradas na região da cidade de Campinas/SP. Os resultados mostraram que a maior contribuição para o conforto foi do agrupamento arbóreo. Para árvores isoladas, observa-se uma influência importante do Índice de Área Foliar (IAF) e da dimensão das folhas. Em relação ao conforto térmico, uma constatação de grande significado é que até uma distância em torno de 15m do tronco o conjunto de variáveis ambientais proporciona conforto térmico, mesmo ao sol.

Também quanto aos efeitos da vegetação no clima sobre os arredores imediatos, Hoffman e Shashua-Bar (2000) apresentam estudos que constataram que em pequenas áreas verdes, inseridas no meio urbano na cidade de Tel-Aviv, o efeito amenizador climático pode ser sentido até um raio de 100 m distantes das mesmas.

Cavalcante (2007) avaliou a qualidade térmica de praças na cidade de Maceió-AL e entre suas recomendações coloca que a utilização de espécies arbóreas para sombreamento em áreas com condições térmicas desconfortáveis, poderia favorecer a melhoria da qualidade térmica deste espaço e intensificar seu uso.

Shinzato (2009) pesquisou sobre os efeitos da vegetação nas condições microclimáticas urbanas, partindo-se da premissa que a presença da vegetação influencia o microclima do seu entorno imediato. Entre suas conclusões constatou que o uso das árvores é uma estratégia para amenizar o efeito de ilha de calor nas metrópoles, pois evita o aquecimento de materiais como asfalto e concreto e a liberação da radiação de onda longa acumulada durante a noite.

#### **2.4.2 Estruturação do dossel**

Como descrito em Lowman e Nadkarni (1995) a grande maioria dos processos que estão envolvidos diretamente com o crescimento e desenvolvimento das florestas, como interceptação e assimilação da radiação, trocas gasosas de água e CO<sub>2</sub> e síntese de fotoassimilados ocorrem nas copas das árvores, ou seja, no dossel florestal.

O modo como a radiação solar é interceptada e sintetizada pelas plantas é de grande importância para estudos ecofisiológicos, pois atua diretamente sobre os processos que controlam a produtividade. Estudos sobre a radiação solar e a produtividade de ecossistemas vegetais iniciaram-se com Monteith (1972), que observou uma relação linear positiva entre a produção de biomassa de culturas agrícolas e a radiação interceptada. Posteriormente a mesma relação foi observada por Cannell (1989) para espécies florestais. Atualmente esta relação é bastante explorada para avaliar a eficiência com que as plantas utilizam a radiação que interceptam (GOWER et al., 1999; SINCLAIR e MUCHOW, 1999; STAPE et al., 2008).

Apenas 47% da radiação solar incidente no topo da atmosfera (comprimento de onda entre 290 e 3000 nm) atinge a superfície do planeta. Esta redução é causada por inúmeros fatores como refração, difração e absorção por gases ou partículas suspensas no ar. Ao atingir a superfície, a chamada de radiação global, é composta por radiação solar direta e luz difusa, sendo que cerca de 45% a 50% está compreendida dentro de uma escala espectral de 380 – 710 nm, que é utilizada pela fotossíntese (Radiação Fotossinteticamente Ativa, RFA) (LARCHER, 2006).

A maior parte da radiação que penetra na folha é absorvida, e em sua passagem por sucessivas camadas, a radiação decresce exponencialmente.

Dependendo da estrutura da folha e da quantidade de cloroplastos nos tecidos do mesófilo, as folhas absorvem de 60 a 80% da RFA (LARCHER, 1995). Inicialmente estudos da interceptação, absorção e transmitância da radiação solar pelo dossel eram teóricos e distantes de aplicações práticas. Os pioneiros neste campo de pesquisa foram Monsi e Saeki (1953), citados por Landsberg (2003), mostrando que a penetração e absorção da radiação pelo dossel, podiam ser descritas pela Lei de Lambert-Beer. Posteriormente, Norman e Jarvis (1975) apresentaram grandes avanços teóricos relacionados ao estudo da atenuação da radiação exercida pelo dossel.

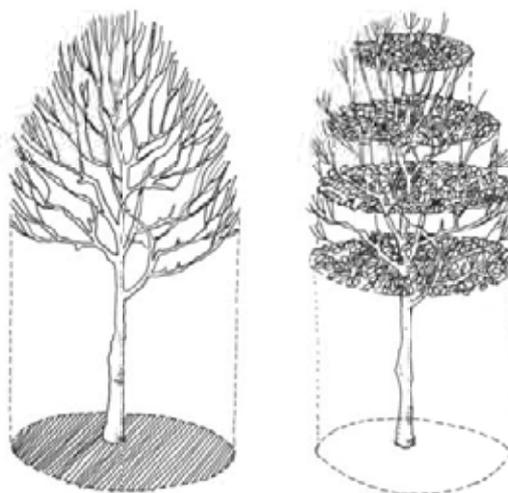
A descrição da estrutura do dossel da vegetação é primordial para o entendimento dos processos que governam o desenvolvimento das espécies (isoladas ou em grupo), em virtude da sua profunda influência nas interações planta-ambiente. A arquitetura da vegetação afeta as trocas de massa e energia entre a planta e o seu ambiente e também revela estratégias de crescimento e desenvolvimento. Descrições quantitativas de características geométricas do dossel são difíceis devido a sua variabilidade espacial (horizontal e vertical) e temporal (NORMAN e CAMPBELL, 1992). Uma descrição detalhada da estrutura de um dossel deve incluir tamanho, forma, área, orientação e distribuição das posições dos vários compartimentos das plantas que o compõe, principalmente folhas.

#### **2.4.3 Índice de Área Foliar (IAF) e a atenuação da radiação solar**

O Índice de Área Foliar (IAF) é um número adimensional usada para avaliar o crescimento das plantas, influenciando diretamente na interceptação e absorção da luz na copa, assim como no balanço das trocas de calor e taxas de evaporação com a atmosfera.

Na década de 40 o índice de área foliar (IAF) foi definido por Watson (1947) como a área fotossintética, de um lado da folha, por unidade de superfície de solo, sendo um valor adimensional (CHEN e BLACK, 1992). Constitui um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação, sendo definido como a área foliar total por unidade de área do solo ( $m^2m^{-2}$ ), influenciando nas trocas de massa e energia de um ecossistema (Figura 5). Esse índice é resultante das respostas ecofisiológicas das plantas às condições químicas, físicas e biológicas do solo; às

condições do microclima; às condições bióticas como herbivoria, à competição e a interdependências desses fatores nos diferentes estágios sucessionais da vegetação (WANDELLI e MARQUES FILHO, 1999).



**Figura 5** - Distribuição da quantidade de folhas em relação ao diâmetro da copa.

**Fonte:** Townbridge e Bassuk (2004) apud Shinzato (2009)

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. 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). Os métodos indiretos baseados na estreita relação entre a transmissão da radiação e a estrutura da copa vêm ganhando importância, visto serem mais rápidos e menos trabalhosos.

Desde os anos sessenta, numerosos estudos propuseram medidas indiretas da estrutura do dossel (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, utilizando o programa ENVI-met (BRUSE, 2004).

Os trabalhos de Green e Clark (2000) apresentam o uso imagens de satélite por sensores remotos, relacionando o Índice da Diferença Normalizada da Vegetação

(*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) e o IAF. O NDVI é calculado segundo os valores das bandas vermelha e infravermelha, entre 666,5 e 752,8 nm, das fotografias de satélites.

Nas medições, o LAI pode ser obtido por meio de métodos ópticos. Apesar de rápido, este método não mostra a distribuição vertical das folhas. Por meio de métodos empíricos é possível se chegar ao valor do LAI, usando sensor óptico em diferentes alturas da copa.

Yu e Hien (2006) obtiveram os índices de área foliar por meio de medições de campo com o equipamento *LAI-2000 Plant Canopy Analyzer*. Este equipamento calcula o IAF pelas medidas de radiação feita com um sensor óptico acoplado a uma lente grande angular (148°). As medidas são feitas acima e abaixo da copa para se determinar a interceptação da luz em cinco ângulos, sendo o LAI gerado por meio de modelos de transferência de radiação nas copas das árvores. Apesar do método ser não-destrutivo e da automática estimativa do LAI, o *LAI-2000 Plant Canopy Analyzer*, considera a distribuição das folhas de forma aleatória, o que gera uma baixa estimativa quando as folhas estiverem mais agrupadas ou sobrepostas. Além disso, os cálculos são precisos apenas para a luz indireta que atravessa a copa, sendo que a luz direta induz a erros nessas estimativas (HOSOI e OMASA, 2006).

Outro método não destrutivo é o realizado por meio de leituras diretas com o Ceptômetro, por ele pode-se medir a interceptação de luz sob a copa das plantas e calcular o índice de área foliar (IAF) entre outros parâmetros. O instrumento é capaz de medição portátil ou autônoma. Oliveira et al. (2010) avaliaram a influência do índice de área foliar (IAF) no microclima de praças públicas na cidade de Cuiabá-MT, Brasil, utilizando o Ceptometer Accupar LP 80, obtendo resultados satisfatórios.

Ometo (1981) indica o cálculo do IAF a partir de fotografias hemisféricas, que é uma das ferramentas que pode ser utilizada para medição da interceptação do aspecto luminoso sob o dossel e obtenção do Índice de Área Foliar (IAF). A foto deve ser feita num dia com radiação difusa e utiliza corpo de máquina de filme 24 x 35mm e lente olho-de-peixe com 180° de visão. O autor sugere no mínimo 10 fotos por parcela para se estimar o IAF. A fotografia hemisférica é utilizada para determinar a geometria e a posição da abertura de dossel, a passagem da luz em sazonal, e subseqüentemente, calcular indiretamente vários parâmetros de

luminosidade abaixo do dossel, permitindo inferir sobre as propriedades do dossel (ROXBURGH e KELLY, 1995).

A atenuação da radiação na cobertura vegetal depende, principalmente, da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação, do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente e do coeficiente de extinção (MONTEITH e UNSWORTH, 1990). Os mesmos autores informam que o coeficiente de extinção ( $k$ ) revela o grau de diminuição da luz no dossel, por absorção e espalhamento. Quando a folhagem não é densa o suficiente para interceptar toda a radiação incidente, o coeficiente de reflexão do dossel depende, até certo ponto, da reflexão do solo, bem como da densidade das folhas.

O IAF pode ser utilizado como um parâmetro facilitador na escolha de espécies que contribuam com o aumento da qualidade de ambientes urbanos possibilitando um aumento na qualidade de vida e um efeito positivo na qualidade do ar e microclima, principalmente em cidades de clima quente.

## **2.5 CONCEITUAÇÃO E QUALIDADE AMBIENTAL DE PRAÇAS**

A praça como espaço público constitui desde os seus primórdios, um referencial no contexto das cidades, marcado pela convivência social. É, portanto, um importante equipamento histórico e cultural urbano que expressa o surgimento e o desenvolvimento de inúmeras cidades no Brasil.

De acordo com Robba e Macedo (2002), a praça brasileira como figura urbana é praticamente desconhecida em sua essência tanto por seus usuários como criadores, sejam eles arquitetos, engenheiros, técnicos diversos, curiosos e outros mais. Duas figuras se destacam no imaginário popular: de um lado, a visão do jardim, e, do outro, a da praça de esportes, ambas bastante limitadas e pouco abrangentes.

Segundo os mesmos autores o termo praça é bastante abrangente e, por isto, pode causar confusões terminológicas. Espaços como canteiros centrais de avenidas; jardins juntos a alças de acesso a pontes e viadutos, rotatórias, entre outros, não podem receber a denominação de praça por não possuírem programas sociais, como atividades de lazer e recreação, e, em muitos casos, por não serem acessíveis aos

pedestres devido à sua localização junto às grandes artérias viárias (ROBBA; MACEDO, 2002).

Reis Filho (1968) registra que no Brasil a presença de praças e largos vem de longa data, remontando aos primeiros séculos da colonização e ocupando a posição de valorizadores do espaço com função organizacional. Sobre esses espaços recaíam as atenções principais dos administradores, pois constituíam pontos de atenção e focalização urbanística, localizando-se ao seu redor a arquitetura de maior apuro, já que eram pontos de concentração da população.

Segundo Marx (1980) as praças no Brasil colônia estavam associadas aos adros das igrejas, servindo para reunião de pessoas e diversas atividades, não só religiosas como também as de recreio, mercado, políticas e militares. Nesse contexto Robba e Macedo (2002) afirmam que “os espaços secos, que caracterizaram as *piazze* e *plazas* da Europa, no Brasil são chamados de largos, pátios ou terreiros, e o termo *praça* está normalmente associado a espaços ajardinados”.

Um dos primeiros jardins públicos construídos no Brasil foi o Passeio Público do Rio de Janeiro. Suas obras foram iniciadas em 1779 por ordem do vice-rei D. Luís de Vasconcelos que incumbiu Valentim da Fonseca e Silva - o Mestre Valentim - de projetar um “jardim de prazer”, isto é, um jardim público, para servir à população da cidade (TERRA, 1995).

Como referenciais urbanos de algumas cidades e sociedades que remontam a períodos históricos, algumas praças guardam no seu bojo a magnitude de um tempo e de um povo. Observadas como monumentos consagrados, o arquiteto Paulo Casé faz referências à Praça San Marco, em Veneza, à Praça Mayor, em Madri e à Praça Vermelha, em Moscou. Da mesma forma, no Brasil, são referências as praças da Sé, em São Paulo e a dos Três Poderes, em Brasília.

Na história das cidades brasileiras as áreas verdes sempre se apresentaram como uma expressão do desenho paisagístico e das características locais como, por exemplo, os jardins botânicos do Rio de Janeiro, de Porto Alegre, Brasília, São Paulo, entre outras cidades (VIEIRA, 2004).

Spirn (1995) resgata resumidamente, algumas informações quanto à necessidade de busca milenar que o homem urbano sempre sentiu em relação à natureza:

Por mais insensíveis que possam ter sido aos processos da natureza, os habitantes da cidade têm cultivado elementos naturais isolados, procurando incorporá-los ao seu ambiente físico. Essa busca da natureza tem sido evidenciada, através de milênios, em jardins, parques e alamedas, subúrbios e propostas utópicas de cidades-jardins. No século VII a.C., Senaqueribe construiu um parque para os cidadãos de Nínive; no século XIX, as cidades reservaram grandes porções de bosques e prados para a educação, saúde e recreação de seus habitantes. Filósofos da antiga Atenas reuniam seus discípulos em jardins arborizados; os habitantes das cidades do século XVII passeavam por alamedas margeadas de árvores. Moradores das cidades medievais européias cuidavam de numerosos jardins dentro dos muros das cidades, da mesma forma que os jardineiros urbanos cultivam atualmente pequenos canteiros em coberturas, terraços e terrenos baldios.

Para compreendermos a inserção da vegetação nas cidades brasileiras, é necessário retroceder ao século XIX, neste período, a vegetação nas cidades brasileiras não era considerada tão relevante porque a cidade aparecia como uma expressão oposta ao rural. Neste século, valorizava-se o espaço urbano construído, afastado completamente da imagem rural que compreendia os elementos da natureza.

Marx (1980) coloca que foi somente no século XIX e no início do século XX, com o país independente e enriquecido com a cultura cafeeira, que apareceram os jardins, parques e praças ajardinadas em maior número e muito bem conservados. Essa nova concepção urbana contribuiu com a prática do paisagismo e, conseqüentemente, introdução da arborização nos espaços públicos. Neste sentido, afirma Marx (1980, p.67).

Bem depois da criação dos primeiros jardins públicos, e coincidindo com a sua difusão pelas povoações de porte menor e interioranas, começaram os cuidados em arborizar e em ajardinar os logradouros existentes ou os que iam surgindo. As ruas mais importantes e, especialmente, as praças foram enfeitadas com árvores e canteiros de plantas ornamentais. E o sucesso dessa transformação foi tal, que logo se perdeu a noção das peculiaridades diferentes de uma praça e de um jardim.

Na perspectiva abordada, os espaços livres urbanos – praças, parques, áreas de lazer, espaços ajardinados, etc. – ou “espaços verdes”, como alguns preferem chamar, tornam-se elementos importantes na trama urbana devido, principalmente, às funções ambientais que a vegetação disposta nesses locais pode oferecer às cidades.

As praças são espaços de uso público que podem trazer benefícios para a cidade. A boa qualidade do espaço pode favorecer a permanência numa espacialidade tranqüila e o desenvolvimento de atividades sociais (FONTES e MELO, 2003).

Conforme Cavalcante (2007) os valores ambientais das praças estão relacionados a elementos climáticos como ventilação, radiação solar, precipitações, e

a elementos causados pela interferência do homem no meio ambiente natural, como poluição e sensação de desconforto térmico. Significam a melhoria da ventilação e aeração urbana; melhoria da insolação de áreas muito densas; ajuda no controle da temperatura do ar; melhoria na drenagem das águas pluviais; proteção do solo contra erosão. Desta forma os elementos climáticos podem ser utilizados para a melhoria da qualidade ambiental dos espaços, promovendo conforto aos usuários.

O desenho e a vegetação urbana podem intervir na qualidade ambiental das praças. Além disso, estes espaços permitem a integração do homem com o meio ambiente natural. Outro componente importante das praças é a presença de equipamentos e mobiliários adequados, úteis e em bom estado de conservação. O uso da praça está relacionado com as condições de conforto ambiental e também com os atrativos que o ambiente oferece para o desenvolvimento do lazer e do convívio social (parques infantis, quadra, telefone público, equipamentos de ginástica, pontos de alimentação, água, entre tantos).

Bustos Romero (2001) afirma que “desenhar espaços públicos não é dispor massas de edifícios ou fachadas dos mesmos, mas criar uma experiência de espaço envolvente, articulado entre si e apto para o uso comum a que se destina”.

## **2.6 OBSERVAÇÕES COMPORTAMENTAIS**

A observação direta de comportamento é um método comumente usado para avaliação de desempenho ambiental, gerando dados sobre atividades realizadas (como e o quê as pessoas fazem); regularidades de comportamento (frequências de uso) e as oportunidades e restrições de uso proporcionadas pelo ambiente. Observar comportamento significa ver, sistematicamente, pessoas (indivíduos isolados, em pares, pequenos grupos ou grandes grupos) usarem os ambientes construídos.

Segundo Reis e Lay (1995) essas observações permitem inferir até onde e como o espaço construído apoia ou interfere na ocorrência dos comportamentos e atividades dos usuários, bem como os efeitos colaterais que o ambiente pode provocar nas relações entre indivíduos, grupos de indivíduos ou entre indivíduos e o ambiente, as quais vêm a afetar o nível de manutenção nos espaços.

A relevância deste método é a eficácia na obtenção de informações importantes sobre o ambiente (Dreux, Becker, Ambrosini, Reis e Lay, 2004; Meira,

Reis e Lay, 2002; Basso, 2001; Duval, 1997), além de ter a possibilidade de gerar dados numéricos para serem analisados quantitativamente quando o comportamento é registrado de maneira sistemática.

O mapa comportamental é uma técnica de registro de observações comportamentais e desenvolvida por Proshansky, Ittelson e Rivlin (1970) apud Reis e Lay (1995) que consiste no registro, em planta baixa, dos comportamentos no local onde acontecem, segundo categorias pré-estabelecidas.

## 2.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

O estudo simultâneo de múltiplas variáveis ou indivíduos, sustentado em técnicas estatísticas, e considerado como parte integrante da Análise Estatística Multivariada (AEM).

A análise estatística multivariada engloba métodos estatísticos para descrever e analisar dados que incluem medidas simultâneas de muitas variáveis correlacionadas, que se supõe, explicam a complexidade de um sistema ou de algum fenômeno.

A análise de agrupamento ou *cluster analysis*, segundo Hair Jr. et al. (2009) é um grupo de técnicas multivariadas (qualquer abordagem analítica que considere o comportamento de muitas variáveis simultaneamente) cuja finalidade principal é agregar objetos com base nas características que eles possuem, conforme a sua proximidade ou características comuns, buscando mostrar a homogeneidade dentro do grupo e a heterogeneidade entre os grupos.

Os métodos de análise de agrupamentos tentam organizar um conjunto de indivíduos, para os quais é conhecida informação detalhada, em grupos relativamente homogêneos (clusters). Genericamente, a análise de agrupamentos compreende seis etapas:

- a) escolha de variáveis e objetos a serem analisados;
- b) obtenção dos dados;
- c) tratamento dos dados;
- d) escolha de critérios de similaridade ou dissimilaridade;
- e) adoção e execução de um método (algoritmo) de agrupamento;
- f) validação e interpretação dos resultados.

A análise de agrupamento hierárquico consiste no tratamento matemático de cada amostra como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas variáveis escolhidas. Quando uma determinada amostra é tomada como um ponto no espaço das variáveis, é possível calcular a distância deste ponto a todos os outros pontos, constituindo-se assim uma matriz que descreve a proximidade entre todas as amostras estudadas.

Algebricamente, considera-se uma matriz com  $p$  variáveis e  $n$  indivíduos e definem-se duas questões: a medida de similaridade e o método de agrupamento.

Como medidas de similaridade podemos ter a distância Euclidiana, distância Minkowski e a distância Chebychev.

Os métodos de agrupamento são ditos hierárquico e não hierárquico. O método de agrupamento hierárquico por agregação pode ser: simples (vizinho mais próximo), completa (vizinho mais distante), centróide ou média e de Ward.

Dendograma é a forma gráfica mais usada para representar o resultado final dos diversos agrupamentos. Resultante de uma análise estatística de determinados dados, pode-se representá-lo na técnica hierárquica aglomerativa onde assemelha-se aos ramos de uma árvore que se vão dividindo em sucessivos ramos.

Hair (2005), afirma que a análise de agrupamento é um instrumento útil e importante para a análise de dados em diversas situações, pois permite ao pesquisador aplicá-las em qualquer conjunto de dados e, a escolha do método do agrupamento depende do objetivo da avaliação ao agregar os objetos.

Lobo, Perinotto e Poudou (2009) utilizaram análise de agrupamentos para avaliar a variabilidade térmica da atmosfera de cavernas.

### **3      ÁREA DE ESTUDO**

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Cuiabá-MT, sendo escolhidas como objetos de estudo as Praças 8 de Abril e Eurico Gaspar Dutra, sendo a segunda mais conhecida como Praça Popular; ambas estão localizadas na Região Norte do município.

#### **3.1 CUIABÁ - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E LOCALIZAÇÃO**

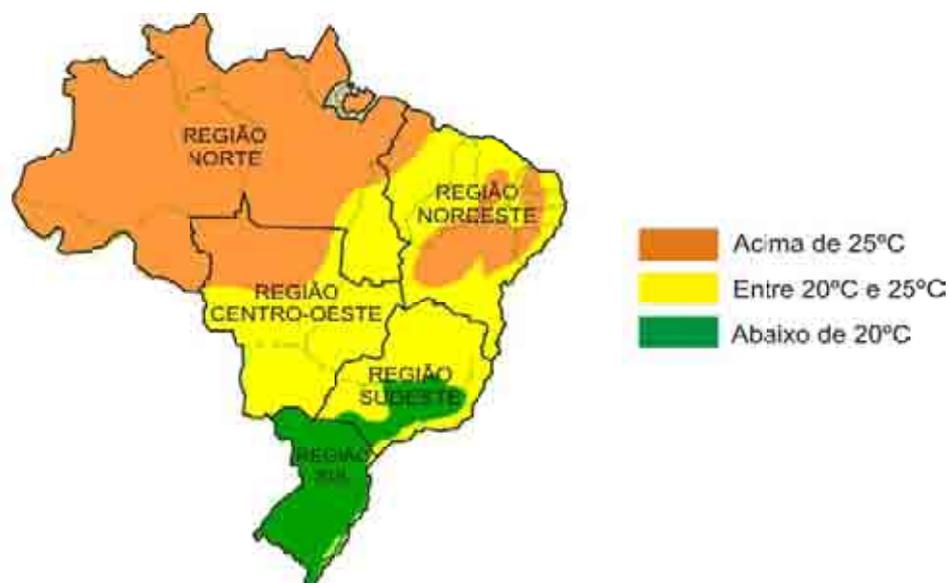
O território brasileiro apresenta uma grande variedade climática em consequência de fatores como configuração geográfica, extensão territorial, relevo e a dinâmica das massas de ar. Esse último fator é de grande importância, pois, atua diretamente sobre as temperaturas e sobre os índices pluviométricos das regiões do país.

De acordo com Nimer (1979), as características regionais das chuvas são tipicamente tropicais, ou seja, máximas no verão e mínimas no inverno e se devem, quase que exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica, que ocorrem, principalmente, em número de três: sistemas de correntes perturbadas de Oeste, de Norte e de Sul. Segundo este autor os sistemas de correntes perturbadas de Oeste se caracterizam pela invasão de ventos de Oeste e Noroeste, no final da primavera e verão. Os sistemas de correntes perturbadas de Norte acarretam chuvas no verão e os sistemas de correntes perturbadas de Sul são representados pela invasão do Anticiclone Polar.

Quanto aos aspectos térmicos também ocorrem grandes variações (Figura 6), a região Norte e parte do interior da região Nordeste apresentam temperaturas médias anuais superiores a 25°C, enquanto na região Sul do país e parte da Sudeste, as temperaturas médias anuais são abaixo de 20°C.

De acordo com dados da FIBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), temperaturas máximas absolutas, acima de 40°C, foram observadas em terras baixas interioranas da Região Nordeste; nas depressões, vales e baixadas do

Sudeste; no Pantanal e áreas rebaixadas do Centro-Oeste; e nas depressões centrais e no vale do rio Uruguai, na Região Sul.



**Figura 6** - Mapa do Brasil - Médias Anuais de Temperatura

FONTE: Atlas Escolar Melhoramentos( adaptado)

De maneira geral, a região Centro-Oeste caracteriza-se predominantemente pelo clima quente, sendo sua característica mais marcante a frequência quase que diária de temperaturas altas, sobretudo em Mato Grosso e Goiás, onde nos meses mais quentes, setembro e outubro, podem ocorrer máximas superiores a 40°C.

Segundo Duarte (1995), nos extremos norte e sul da região Centro-Oeste, a temperatura média anual é de 22°C e nas chapadas varia de 20°C a 22°C. Na primavera-verão, são comuns temperaturas elevadas, quando a média do mês mais quente varia de 24°C a 26°C. A média das máximas de setembro (mês mais quente) oscila entre 30°C e 36°C.

O inverno é uma estação amena, embora ocorram com frequência temperaturas baixas, em razão da invasão polar, que provoca as friagens, muito comuns nesta época do ano. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 15°C e 24°C, e a média das mínimas, de 8°C a 18°C, não sendo rara a ocorrência de mínimas absolutas negativas.

O município de Cuiabá possui uma área de 3.224,68 Km<sup>2</sup>, sendo que a área urbana ocupa 251,94 Km<sup>2</sup> e a área rural ocupa 2.972,74 Km<sup>2</sup>, limita-se ao norte, com

os municípios de Acorizal, Rosário Oeste e Chapada dos Guimarães, ao leste com Chapada dos Guimarães, ao sul com Santo Antônio de Leverger e a oeste com Várzea Grande e Acorizal (MAITELLI, 1994). Está situado entre as coordenadas geográficas de 15°10', 15°50' de latitude sul e 50°50', 50°10' de longitude oeste, na região central do Brasil, na região denominada “depressão cuiabana” apresentada na Figura 7.



**Figura 7** - Localização da cidade de Cuiabá no estado de Mato-Grosso.

Segundo Maitelli (1994), a depressão cuiabana, parte integrante da depressão do Rio Paraguai, compreende uma área rebaixada, localizada à margem esquerda do Rio Cuiabá, limitando-se ao sul com Pantanal Mato-grossense. A oeste, noroeste e norte com a Província Serrana e a leste com a Chapada dos Guimarães. Localiza-se na confluência de três importantes biomas brasileiros: o Pantanal, o Cerrado e a Floresta Amazônica conforme Figura 8.

Cuiabá está a uma altitude de 165 metros acima do nível do mar, variando em sua área urbana de 146 a 250 metros. Situa-se na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana que consiste numa peneplanície de erosão, onde predominam relevos de baixas amplitudes. Na área urbana e seu entorno, assinala sete unidades distintas segundo o modelo do relevo: canal fluvial, dique marginal, planície de inundação, área alagadiça, área aplainada, colinas e morrotes, que apresentam características próprias e comportamento específico quanto às diversas formas de uso e ocupação do solo (CUIABÁ, 2004).



**Figura 8** - Mapa de Limite do Município de Cuiabá.  
**FONTE:** IPDU/CUIABA/MT

De acordo Leão (2007) a classificação de Arthur Strahler, dada pela posição latitudinal e extensão territorial, Mato Grosso apresenta os climas Equatorial e Tropical.

Segundo o IBGE (1994), Cuiabá localiza-se numa região de clima quente semi-úmido, na faixa Tropical Brasil Central, com 4 a 5 meses secos. Na primavera-verão são comuns as temperaturas elevadas. As máximas de setembro e outubro (meses mais quentes) oscilam entre 30°C e 36°C. O inverno é uma estação amena, embora ocorram com frequência temperaturas baixas em razão da invasão do ar polar, chamadas friagens muito comuns nessa época do ano, e que geralmente não se mantêm por mais de dois dias. No inverno ocorre o fenômeno da friagem, que é caracterizado por quedas bruscas e rápidas de temperatura. Essa queda é provocada pela penetração dos ventos frios da massa polar atlântica, que avança pela vertente leste dos Andes argentinos e bolivianos e atinge o Centro-Oeste.

Maitelli (1994) coloca que, durante a primavera-verão, as temperaturas se mantêm constantemente elevadas, principalmente, na primavera, estação na qual o sol passa pelos paralelos da região, dirigindo-se para o Trópico de Capricórnio e a

estação chuvosa ainda não teve início. No inverno, são registradas temperaturas estáveis, baixa umidade do ar, altas amplitudes térmicas diárias e elevadas temperaturas. Entretanto, ocorrem baixas de temperatura, resultantes da invasão do Anticiclone Polar, que transpõe a Cordilheira dos Andes após caminhar sobre o Oceano Pacífico, provocando um forte declínio na temperatura do ar com céu limpo e pouca umidade específica. A essa ação direta do Anticiclone Polar dá-se o nome de “friagem” e sua duração é, em média, de três a quatro dias.

As altas temperaturas da primavera-verão podem ser atribuídas à ação da Massa Tropical Continental (CAMPELO Jr. et al., 1991).

Os ventos predominantes em Cuiabá são norte e noroeste, (CUIABÁ, 2004). Para CAMPELO Jr. et al. (1991) em Cuiabá, a direção predominante dos ventos é N e NO durante boa parte do ano e S no inverno. Segundo o mesmo autor que apesar da relativamente baixa velocidade do vento predominante, em Cuiabá ocorrem rajadas de vento (picos de velocidade de curta duração).

O comportamento da ventilação da cidade é em grande parte influenciada pelas características do relevo que a circunda (Figura 9).



**Figura 9** - Corte esquemático do mapa físico de Mato Grosso

Fonte: Moreno et al. (2006)

As chuvas são distribuídas e tipicamente tropicais, com máximas no verão e mínimas no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipitam de novembro a março. O inverno é excessivamente seco, principalmente em julho.

Nas primeiras chuvas, as temperaturas assemelham-se às do tipo de clima tropical chuvoso, sem estação seca e clima tropical chuvoso, com pequena estação seca, predominante no norte do Mato Grosso e na região Amazônica. A amplitude térmica diária diminui e, apesar do calor não ser tão intenso como na estação quente e seca, as altas taxas de umidade do ar fazem com que o ambiente pareça mais abafado, aumentando a sensação de desconforto.

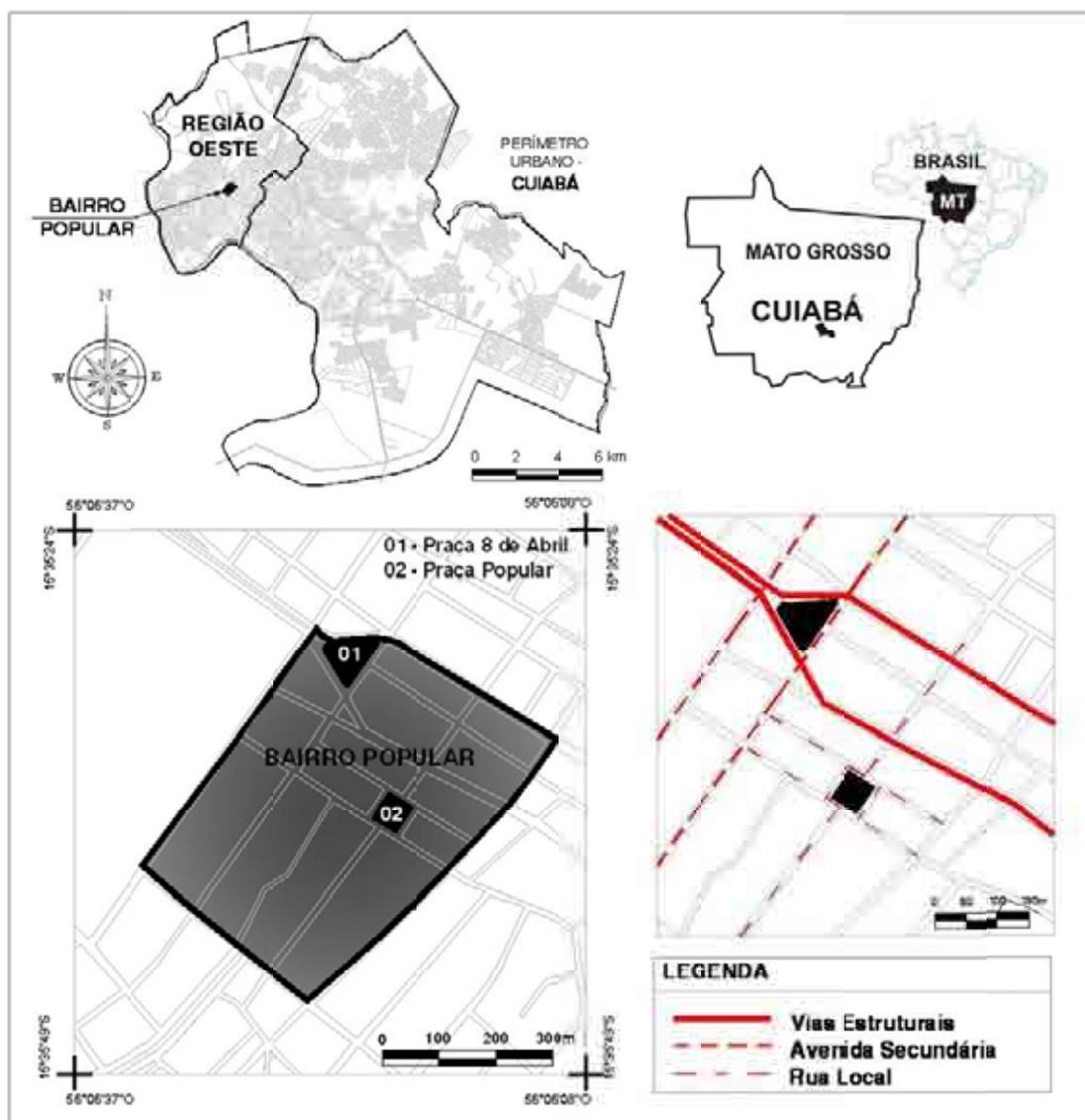
Após o período chuvoso, a temperatura também tende a subir devido à atmosfera estar mais seca. No período noturno a perda de calor é maior tornando nesse o clima mais agradável. Devido à baixa umidade do ar, no inverno, o calor não é opressivo, tornando-se as noites mais amenas.

Com pouca variação na temperatura do ar durante o ano, a precipitação torna-se o diferenciador do tipo climático. O regime de chuvas em toda a região Centro-Oeste deve-se ao sistema de circulação atmosférica regional. O relevo é de pouca importância, não interferindo nas tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos. O trimestre mais seco é junho-julho-agosto, e o mês que o antecede, maio, e o que o sucede, agosto, são muito pouco chuvosos.

### **3.2 AS PRAÇAS PARA ESTUDO**

Foram escolhidas como objetos de investigação a Praça Eurico Gaspar Dutra, mais conhecida como Praça Popular e a Praça 8 de Abril, localizadas no bairro Popular, na Regional Oeste do município de Cuiabá (Figura 10) no estado de Mato Grosso. As praças foram escolhidas por serem elementos de importante valor cultural na cidade estando em pontos que contam parte da história da cidadania cuiabana.

Estão localizadas respectivamente nas coordenadas de latitude 15°35'27"S, longitude 56°6'23"O, altitude de 202 m e na latitude 15°35'36"S, longitude 56°6'21"O e altitude de 200m.



**Figura 10** - 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

### 3.2.1 Praça Popular

Criada em homenagem a um ilustre cuiabano, a Praça Presidente Eurico Gaspar Dutra, mais conhecida como Praça Popular, fica no bairro Popular, no centro da primeira vila de casas populares de Cuiabá, construída na década de 40 (Figura 11).



**Figura 11** - Perspectiva do projeto original da praça.

Fonte: Acervo IPDU

A inauguração da praça se deu na década de 50, e o bairro onde está localizada, àquela época era um dos bairros mais distantes do centro da cidade; e por sua distância a praça era envolvida por lendas como a mula sem cabeça, que faz parte do imaginário cuiabano.

A partir de 1990, muitas moradias no entorno da Praça Popular transformaram-se em comércios, sendo também construídos inúmeros edifícios nas proximidades.

De acordo com a Folha do Estado (2002), a Praça Popular, foi passando por algumas reformas pouco significativas. Em 2002, depois de 15 anos sem nenhuma intervenção, sofreu uma revitalização mais efetiva, quando recebeu novos bancos, lixeiras, um novo playground. A quadra de esportes, cuja remoção chegou a ser cogitada pelos comerciantes, foi mantida, estando lá até os dias de hoje.

Hoje, a praça é um dos pontos mais badalados e concorridos da vida noturna cuiabana. No entorno da praça, encontram-se bares, restaurantes, pizzarias. Além destes atrativos a praça oferece área de lazer para jovens e crianças, sendo um local muito agradável durante o dia por ser bastante sombreado por frondosas árvores. Em 2008 a praça passou por reformas, onde teve renovada sua estrutura física e a parte

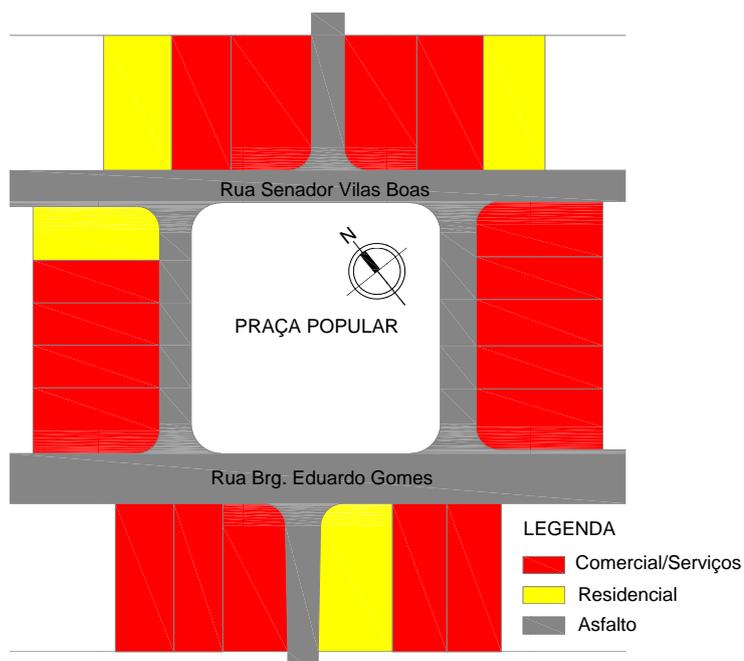
paisagística, e preservadas as árvores, valorizando ainda mais este ambiente (Figura 12).



**Figura 12** – Bairro Popular com a localização da Praça Popular

#### *Características e equipamentos*

A Praça Popular possui uma área de superfície aproximada de 2971,73 m<sup>2</sup>. No entorno próximo da praça o uso e ocupação do solo é predominantemente comercial, com existência de algumas residências (Figura 13).



**Figura 13** - Representação da ocupação dos terrenos no entorno da Praça Popular

As edificações do entorno em sua maioria não possuem afastamento frontal, são emparelhadas entre si e são predominantemente térreas. Em função do grande número de bares e restaurantes no entorno da praça, em seus horários de funcionamento, há uma grande concentração de pessoas e também uma intensificação do tráfego de veículos nas ruas adjacentes em determinados horários do dia.

A praça possui diversos equipamentos e mobiliários de serviço e de lazer. Fazem parte do mobiliário de serviço: banca de jornal, ponto de táxi, orelhão, lixeiras, postes de iluminação, fonte, rampa para facilidade de acesso à praça, comércio informal. Quanto ao mobiliário de lazer possui: quadra poliesportiva, bancos, parque infantil com diversos brinquedos (Figura 14).

Todos estes elementos apresentam clareza quanto à funcionalidade e encontram-se em bom estado de conservação, além de proporcionarem aconchego e comodidade aos usuários da praça. Quanto ao planejamento urbanístico, observa-se a presença da estética aliada à funcionalidade, mostrando-se um ambiente preparado para o atendimento e permanência das pessoas.



**Figura 14** – Ilustração de mobiliários de serviço (a,b,c,d,e) e lazer (f,g,h,i,j) existentes na Praça Popular.

Durante o dia, o ambiente da praça é bem familiar e tranquilo, pois as pessoas, principalmente moradores do bairro, buscam lazer e convivência neste ambiente. Durante a noite, pela praça e à sua volta circulam um grande número de

pessoas e veículos, ocasionado pela variedade de atrações comerciais do entorno da praça.

Um elemento importante no favorecimento da utilização do local, principalmente durante o dia, é o ambiente agradável proporcionado pela grande quantidade de árvores frondosas que sombreiam os locais de permanência dos visitantes da praça.

### 3.2.2 Praça 8 de Abril

Atualmente denominada Praça 8 de Abril, esse logradouro que fica entre as avenidas Getúlio Vargas e 31 de Março, no bairro Goiabeiras, passou a ser conhecida também como Praça do Chopão devido sua proximidade com um dos mais antigos restaurantes de Cuiabá.

Até os anos 50, antes da construção das primeiras casas populares, criando o Bairro Popular, a região era utilizada como ponto de encontro da gurizada para jogar finca-finca, pião e bola de meia. Ali está o registro da Cuiabá dos "Largos", antes de serem transformados em praças.



**Figura 15** - Bairro Popular com a localização da Praça 8 de Abril

Nessa praça existiu um tanque d'água que deu o nome a um dos históricos bairros de Cuiabá, "O Lava-Pés", hoje Duque de Caxias. Nela os tropeiros paravam para lavar os pés antes de se dirigirem a área central de Cuiabá para os locais de

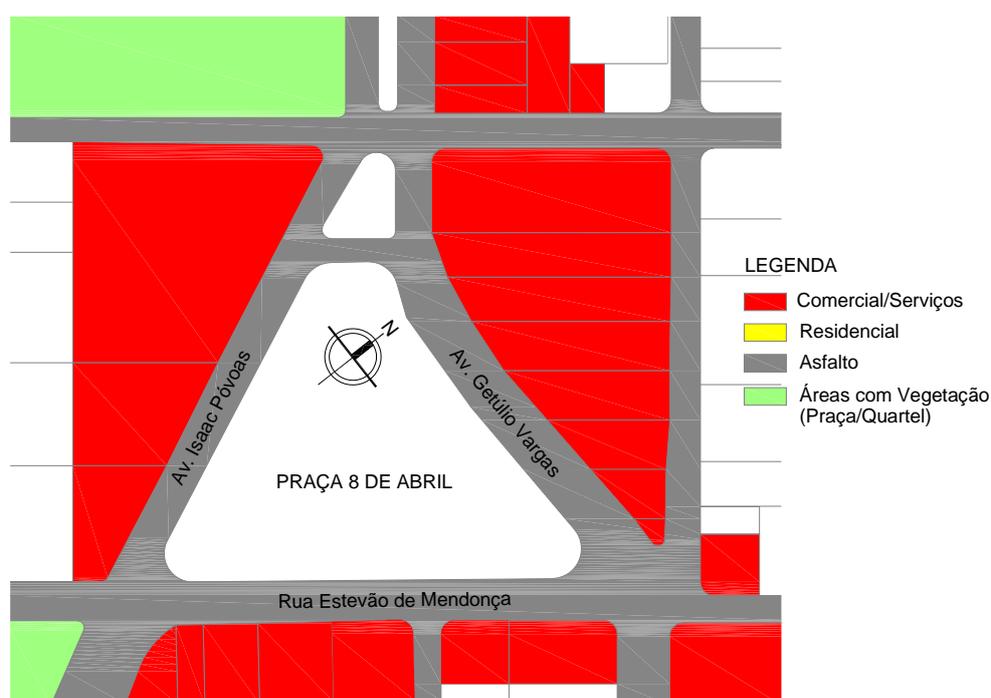
maior movimento como o Mercado Miguel Sutil (cruzamento da Avenida Generoso Ponce com a Rua Joaquim Murinho).

Até o ano 1978 o local que recebia o nome de Largo de Barão de Maracajú, passou a denominar-se Praça 8 de Abril, como homenagem à cidade que comemora seu aniversário neste dia.

A Praça 8 de Abril passou por uma intervenção arquitetônica em 2008, estando até os dias atuais com esse novo perfil (Figura 16). Foi implementado ao espaço um coreto, espaço cultural com infraestrutura moderna. A parte paisagística também foi renovada, sendo preservadas as árvores sombreadas e frutíferas regionais. (Figura 15).

#### *Características e equipamentos*

A Praça 8 de Abril possui forma triangular com área total de superfície equivalente a aproximadamente 5235,32 m<sup>2</sup>. No entorno próximo da praça o uso e ocupação do solo é comercial, e as edificações em sua maioria não possuem afastamento frontal. O comércio local é bastante variado, sendo oferecidos diversos serviços como: postos de combustível, farmácias, restaurantes, papelaria, loja de utilidades, boutiques e outros (Figura 16).



**Figura 16-** Representação da ocupação dos terrenos no entorno da Praça 8 de Abril

As avenidas adjacentes à praça são vias de tráfego intenso e que desembocam na praça que funciona como um ponto de contorno entre as vias. A classificação à que mais se aproxima é a de praça originária do traçado viário, de conformação triangular criada a partir da interseção de três vias. Este fluxo de veículos numa análise observacional indica que provavelmente é um forte elemento de influência no microclima.

A praça possui diversos equipamentos e mobiliários de serviço como: estacionamento, banca de jornal, ponto de táxi, orelhão, lixeiras, postes de iluminação, fonte luminosa, rampa para facilidade de acesso à praça, comércio informal. Quanto ao mobiliário de lazer possui: palco cultural com infraestrutura dotada de banheiros, bancos e sorveteria (Figura 17). As numerosas vagas de estacionamento que circundam o local atraem um grande número de transeuntes para este ambiente. O coreto da praça é um dos pontos de encontro da comunidade cuiabana, principalmente nos finais de semana, quando este local é transformado em um centro cultural para diversos eventos promovidos ou autorizados pela Prefeitura Municipal da cidade.

Durante a noite, em especial nos finais de semana um grande número de pessoas é atraído para a praça, em busca dos encontros culturais e também por se encontrar nas proximidades da praça um restaurante que está entre os mais antigos e conhecidos da cidade. A Praça é conhecida pela população também como “Praça do Chopão”, que é o nome deste famoso restaurante.



**Figura 17** – Ilustração de mobiliários de serviço (a,b,c,d) e lazer (e,f,g,h) existentes na Praça 8 de Abril

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Para atingir o objetivo desta pesquisa, diversas etapas de trabalho, bem como diferentes instrumentos e procedimentos de coletas de dados foram necessários, sendo apresentados, nos itens que se seguem.

As etapas foram assim organizadas:

- a) Levantamento das variáveis microclimeteorológicas para o ano de 2009;
  - a.1) medição das variáveis microclimáticas nas praças durante o período seco e chuvoso;
  - a.2) medição das variáveis microclimáticas sob as copas das árvores;
- b) medição das temperaturas superficiais do piso das praças;
- c) levantamento das características da arborização das praças;
  - c.1) localização das árvores;
  - c.2) identificação e caracterização das árvores;
  - c.3) índices de sombreamento e densidade arbórea;
  - c.4) índices de área foliar;
- d) Levantamento do uso das praças pelas pessoas e elaboração de mapas comportamentais;
- e) Análise estatística das relações entre a vegetação arbórea, variáveis climáticas e uso das praças.

### **4.1 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](http://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 (seco e chuvoso) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Períodos de coleta de dados

<b>Ordem</b>	<b>Período</b>	<b>Data de coleta</b>
1ª medição	Seco	27/08/09 à 10/09/09
2ª medição	Chuvoso	16/11/09 à 30/11/09

Para o levantamento das variáveis microclimáticas das praças foram realizadas medidas fixas e medidas móveis. Para o registro dos dados por medições fixas empregou-se estações microclimáticas e para as medidas móveis utilizou-se um termo-higromômetro.

#### **4.1.1 Medição das variáveis microclimáticas nas praças durante o seco e chuvoso**

Nesta pesquisa foram utilizadas duas estações microclimáticas da marca Davis Instruments, modelo Vantage Pro 2 Plus (Figura 18) para medir e registrar regularmente temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento. Estes dados foram utilizados para a elaboração de estudos climáticos das praças. O equipamento coletou os dados que foram enviados via *wireless* para um *datalogger* de coleta e armazenamento de dados.

A umidade e temperatura do ar foram medidas por um termo-higro-anemômetro (mod. 6382, Davis Instruments, USA) operando em intervalo de temperatura do ar  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+65^{\circ}\text{C}$ , e com acurácia de  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  quando operado em um intervalo de  $+15^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ . O sensor de umidade do ar opera em intervalo de 1% a 100% com acurácia de  $\pm 3\%$  (0% a 90% UR),  $\pm 4\%$  (90% a 100% UR).

A velocidade e direção do vento foi medida com um anemômetro (mod. 06410, Davis Instruments, USA) que opera em intervalo de  $1\text{ m s}^{-1}$  a  $67\text{ m s}^{-1}$ , com acurácia de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  e  $1\text{ m s}^{-1}$ .

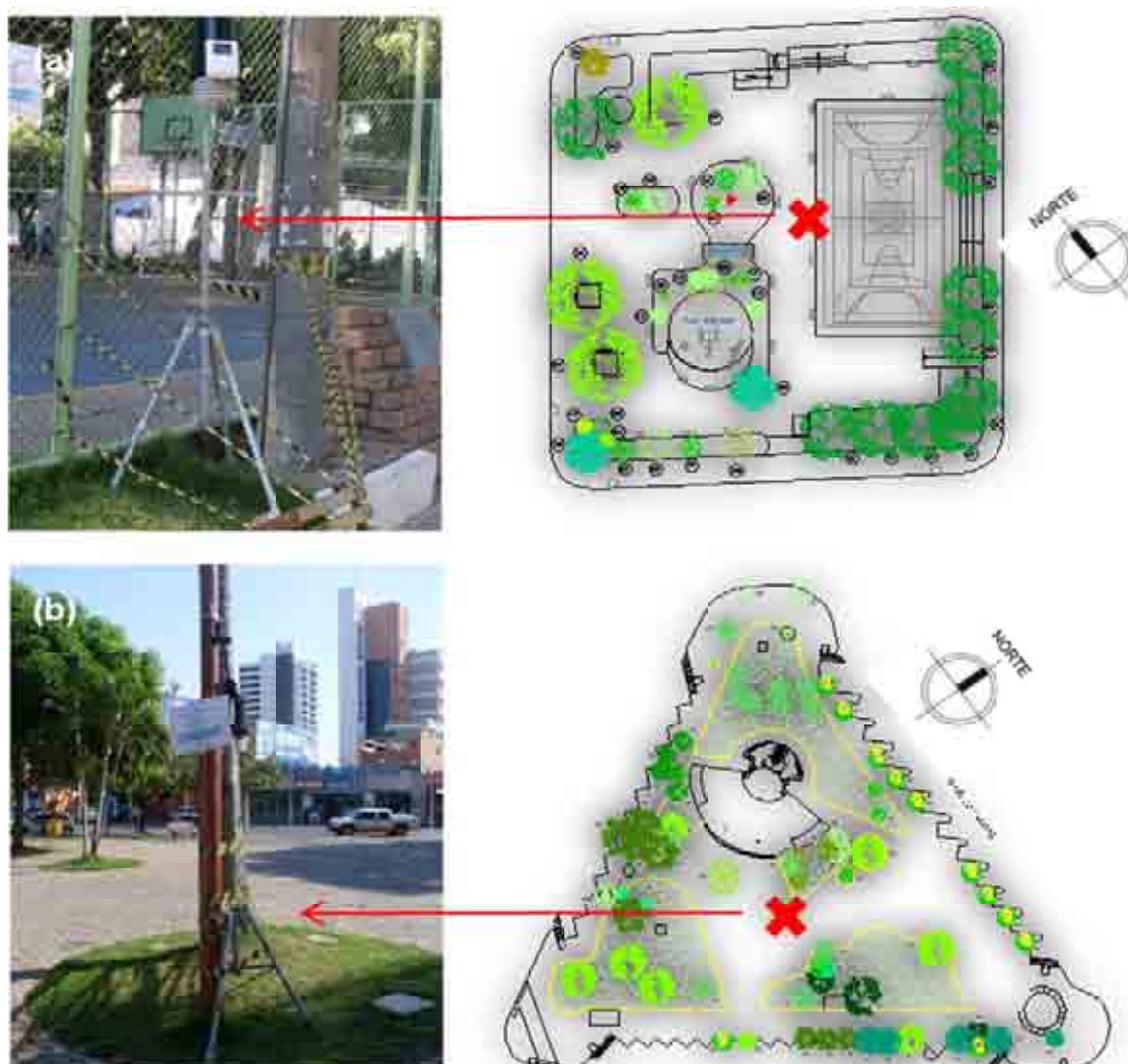
As duas estações foram calibradas em laboratório com outros sensores de medição de maior acurácia.

As coletas de dados nas praças foram realizadas em dois períodos do ano, um seco e outro chuvoso, durante 15 dias ininterruptos em cada (Tabela 1), sendo o intervalo de registro de dados programado para 15 minutos nas 24h de cada dia. O console foi posicionado à cerca de 50m das estações para melhor recepção dos dados.



**Figura 18-** Estação micrometeorológica automática Vantage Pro 2 Plus (marca Davis Instruments)

As estações meteorológicas foram instaladas aproximadamente no centro das praças (Figura 19), ficando os sensores a 2 m de altura.



**Figura 19** - Pontos de posicionamento das estações microclimáticas automáticas nas Praças Popular (a) e 8 de Abril (b)

#### 4.1.2 Medição das variáveis microclimáticas sob as copas das árvores

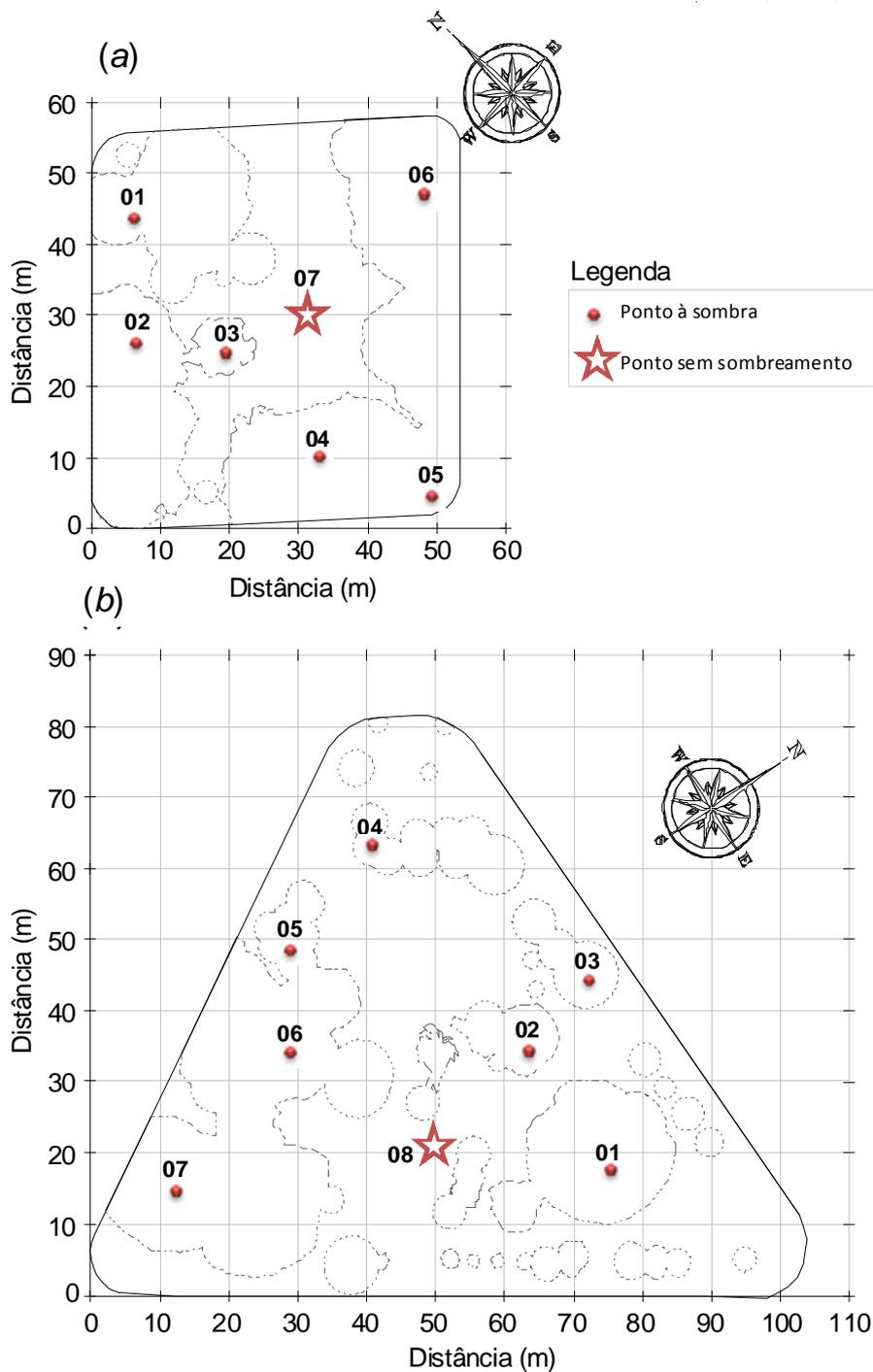
Para o desenvolvimento do presente estudo foram selecionados dois períodos do ano (seco e chuvoso), sendo coletados dados durante 15 dias consecutivos em cada período. Em cada praça a temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR) foram medidas por meio de um termo-higro-anemômetro digital portátil (mod. THAR-185) (Figura 20). Estas medidas foram realizadas em intervalos de uma hora, entre 8h e 18h, por períodos de 15 dias ininterruptos, durante um período seco (27/08/09 à 10/09/09) e um período chuvoso (16/11/09 à 30/11/09) nas Praças Popular e 8 de Abril.



**Figura 20** -Termo-higro-anemômetro-THAR-185

A T e UR foram medidas simultaneamente em 8 (oito) e 7 (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 (Figura 21). O ponto sem sombreamento foi posicionado próximo à estação micrometeorológica, para que esta fosse utilizada como referência para calibração dos dados. As medições foram realizadas com os equipamentos a uma altura de aproximadamente 1,20m, sempre protegidos da radiação solar direta. Os pontos distribuídos sob as copas foram selecionados em função do tempo de caminhada nas praças para realização das medidas, sendo o percurso desenvolvido num intervalo de tempo máximo de 10min em cada coleta. Na análise dos dados das estações fixas não foi encontrada diferença estatística significativa nos dados para este intervalo de tempo.

O termo-higro-anemômetro (mod. THAR-185, Instruterm) opera em intervalo de temperatura do ar  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ , e com acurácia de  $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ . O sensor de umidade relativa opera em intervalo de 10% a 95% com acurácia de  $\pm 3\%$ . Os dados medidos foram calibradas em laboratório com outros sensores de medição de maior acurácia.



**Figura 21** - Localização dos pontos de medição de temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR), sem sombreamento e à sombra, nas praças Popular (a) e 8 de Abril (b)

OBS: A linha sólida representa o limite da praça e a linha tracejada a projeção das copas das árvores

## 4.2 TEMPERATURAS DAS SUPERFÍCIES DAS PRAÇAS

As árvores moderam a incidência da radiação solar nas superfícies, especialmente em cidades de clima quente, gerando por consequência menor temperatura superficial e emissão de energia da superfície, contribuindo assim com a amenização da T e aumento da UR.

Desta forma buscou-se medir a temperatura superficial de diversos pontos do solo das praças, objetivando investigar a influência da vegetação arbórea na temperatura das superfícies do solo das praças, visto que estas quando aquecidas influenciam no aumento da temperatura radiante e do ar.

Para medição da temperatura superficial utilizou-se o termômetro digital infravermelho com mira laser (mod. TI-810, marca Instruterm) (Figura 22). O equipamento opera em intervalo de temperatura do ar  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $1200^{\circ}\text{C}$ , com precisão de  $\pm 1\%$ .

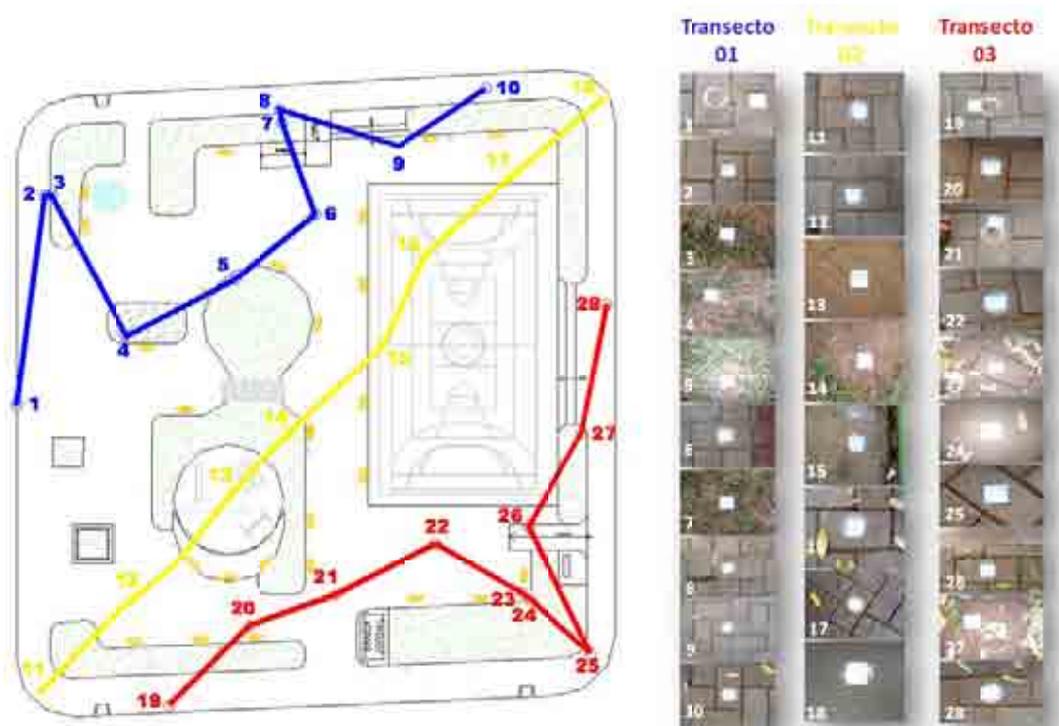


**Figura 22** - Termômetro digital infravermelho com mira laser (mod. TI-810)

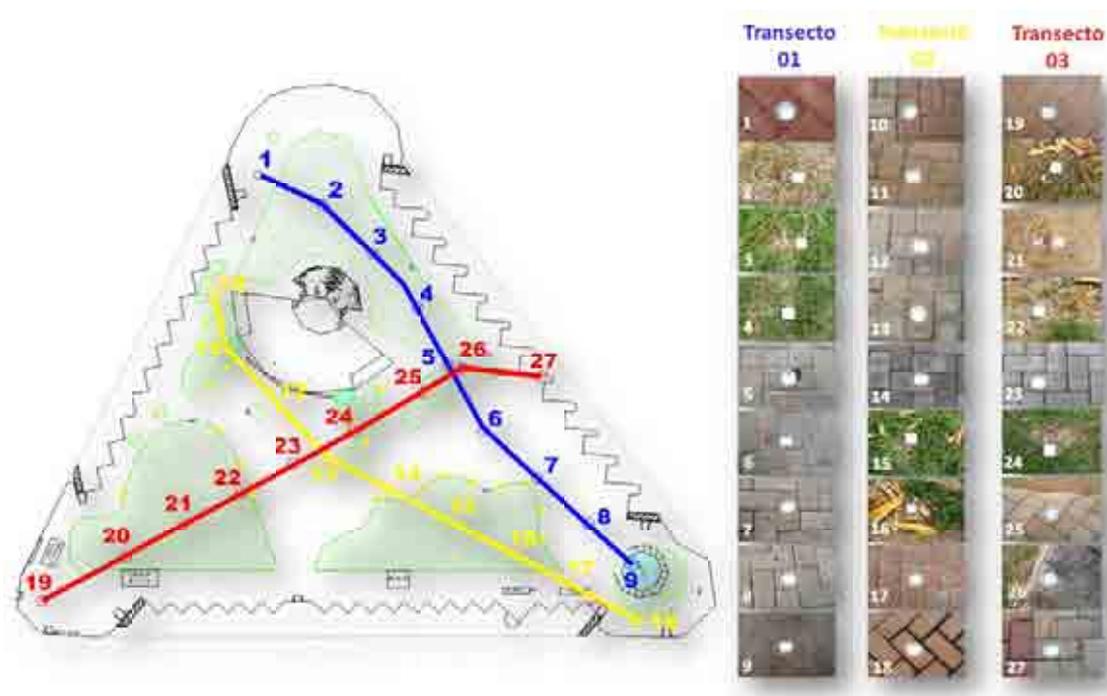
Foram realizadas coletas de dados entre 27/08/09 e 10/09/09 (período seco) e 16/11/09 à 30/11/09 (período chuvoso) (Tabela 1), com medições simultâneas nas duas praças, em intervalos de uma hora entre 9h e 18h de cada dia nestes períodos. As medições foram realizadas com os equipamentos posicionados uma distância de aproximadamente 1m em relação às superfícies.

Foram desenvolvidos 03 transectos em cada praça, com número diferente de pontos de medição para cada um destes e estando os pontos distanciados de aproximadamente 10m entre si. Os transectos foram escolhidos aleatoriamente, buscando contemplar diferentes padrões de ocupação do solo e sombreamento arbóreo sobre os pontos, observados por meio de visitas em campo. Além disso,

procurou-se percorrer o trajeto no menor tempo possível, minimizando os efeitos das diferentes intensidades da radiação produzidos pela variação da altura aparente do Sol (Figuras 23 e 24).



**Figura 23-** Pontos de medição de temperatura superficial nos transectos 01, 02 e 03 na Praça Popular



**Figura 24 -** Pontos de medição de temperatura superficial nos transectos 01, 02 e 03 na Praça 8 de Abril

Para a avaliação das relações entre a temperatura superficial e o sombreamento arbóreo das praças, posteriormente às avaliações do uso e da vegetação (regiões e análise de agrupamento), utilizou-se pontos de medição dos transectos que contemplassem regiões de interesse para avaliação.

### **4.3 A ARBORIZAÇÃO DAS PRAÇAS**

#### **4.3.1 Localização das árvores**

O posicionamento das árvores nas praças foi estabelecido após a definição do layout e projeto arquitetônico representativo da superfície destas áreas. De posse desta informação, foi possível realizar a localização das espécies arbóreas, utilizando técnicas de georeferenciamento.

Foram identificadas diversas espécies vegetais, inclusive as arbustivas, porém para esta pesquisa foram considerados apenas os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior à 20cm e altura superior a 2m.

Inicialmente foram escolhidos dois pontos em cada praça para o posicionamento de dois receptores geodésicos - Global Positioning Satellite (GPS), modelo GGD da Marca Ripper.

O tempo de rastreamento dos satélites foi programado para 15 segundos. O equipamento foi posicionado pelo método do posicionamento relativo interferométrico. Conforme Figueiredo (2005) este método é considerado o mais preciso de todas as técnicas de posicionamento por GPS, pois, permite calcular a verdadeira distância. Baseia-se na medida das distâncias receptor-satélite, pela mensuração da própria onda portadora, por meio de cálculos interferométricos, que utilizam a modelagem e a diferença de fase das portadoras L1 e L2.

Em seguida procedeu-se à localização de cada indivíduo arbóreo adotando levantamento pelo método de irradiação por meio de poligonal aberta, partindo de 02 pontos georeferenciados. Este procedimento deu-se com a utilização de uma Estação Total - Modelo TCR 407 Power, marca Leica). Este equipamento foi posicionado partindo-se de um ponto georeferenciado e a partir dele fez-se a visada no Prisma Refletor, posicionado próximo ao tronco de cada árvore, definindo posteriormente sua localização na praça (Figura 25).



**Figura 25** – GPS, estação total e prisma refletor, utilizados para a localização dos indivíduos arbóreos

#### 4.3.2 Identificação e caracterização da arborização

A dendrologia tem como objetivo o estudo das árvores, principalmente no que se refere a sua identificação, características (tipo de copa, casca e etc.), distribuição e fenologia (MARCHIORI, 2004). Especialmente nas áreas urbanas, a caracterização dendrológica pode fornecer informações importantes sobre o perfil de uma comunidade local, demonstrando a sua cultura e seus costumes.

Realizar inventários da arborização urbana é importante para que sejam avaliados os benefícios proporcionados por esta vegetação. Segundo Takahashi (1992) no Brasil esta prática teve início na década de 80. Os inventários para avaliação da arborização urbana podem ter caráter quantitativo, qualitativo ou quali-quantitativo. Os dados necessários em cada categoria dependerão dos objetivos, das estratégias e dos procedimentos operacionais dos órgãos responsáveis pela administração desses serviços (MOTTA, 1998).

Quando da execução de avaliações da arborização urbana, as áreas verdes de uso público são consideradas as que melhor se prestam a esse fim, visto que entre

outros fatores constituem-se em áreas de fácil monitoramento, pois suas características físicas dificilmente são objeto de modificações (LORUSSO, 1992).

Nesta etapa da pesquisa realizou-se um inventário de identificação e contagem das espécies de porte arbóreo das praças Popular e 8 de Abril. Considerou-se árvore as espécies com caule lenhoso, tipo tronco e também as palmeiras, embora apresentem caule do tipo estipe, foram contadas e identificadas como árvores. No levantamento das espécies foram contabilizados e localizados todos os indivíduos arbóreos. No censo procurou-se levantar as características morfológicas dos indivíduos que sirvam de parâmetro para as relações com o sombreamento. Foram levantados os seguintes dados: localização das espécies; nomes comuns e científicos; origem; altura das árvores, das copas e dos fustes; diâmetro das copas, índice de área foliar (IAF).

Foi realizado um reconhecimento visual *in loco* dos indivíduos arbóreos, acompanhado de especialistas para identificação das espécies. Para complementação das foram foi necessária a consulta em bibliografias específicas, sendo adotadas Lorenzi (2002), Lorenzi et al. (2003), Lorenzi et al. (2004) e o site [www.arvores.brasil.nom.br](http://www.arvores.brasil.nom.br).

Os indivíduos arbóreos das duas praças foram classificados e analisados por sua frequência, origem, diversidade e pelo porte, estas informações foram levantadas para uma melhor compreensão dos processos relacionados ao microclima a partir das características da vegetação responsáveis pelo sombreamento.

Para o enquadramento das árvores com relação ao porte, foram consideradas as variáveis, altura da árvore e diâmetro da copa, seguindo a classificação sugerida e os valores estabelecidos por Mascaró e Mascaró (2005), constantes na (Tabela 2).

**Tabela 2** - Características das árvores quanto ao porte (altura e diâmetro da copa)

Características	Porte		
	Pequeno	Médio	Grande
Altura (m)	4 a 6	6 a 10	>10
Diâmetro da copa (m)	< 4	4 a 6	> 6

Segundo Marchiori (1995) apesar da variação inerente ao desenvolvimento até a fase adulta e da influência do meio ou da competição em sua modelagem, a forma da copa auxilia no reconhecimento de numerosas essências florestais.

A projeção das copas das árvores foi determinada a partir do seu posicionamento, sendo medidas as projeções das copas nas superfícies dos locais de 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 (Figura 26).

Por meio dessas medidas foi possível produzir um mapeamento do sombreamento proporcionado pela projeção das copas das árvores na superfície das praças.



**Figura 26** - Representação esquemática do procedimento utilizado para medição da projeção da copas das árvores

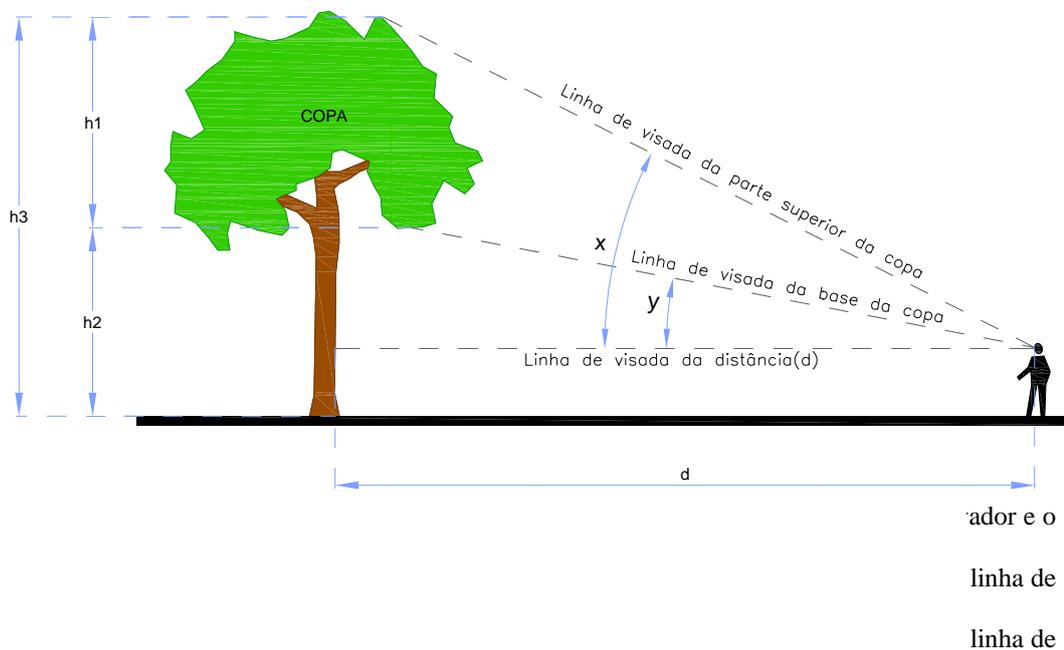
Na determinação das alturas da árvore ( $h_3$ ), da copa ( $h_1$ ) e do fuste ( $h_2$ ), foram utilizados uma Trena à Laser marca LEICA , modelo Disto D5 (Figura 27a) e um Clinômetro da marca Sunto modelo PM-5/360 (Figura 27b).

Para realização das medições, buscou-se uma distância da árvore suficiente para que se pudesse visualizar o ponto mais alto da parte superior da copa.

Posicionado neste ponto o observador mediu a distância ( $d$ ) até a árvore, utilizando a trena laser. Deste mesmo ponto o observador registrou os ângulos ( $x$  e  $y$ ) formados entre a linha de visada da distância e as linhas de visada da base e da parte superior da copa, utilizando para este procedimento o clinômetro. De posse dessas medidas e utilizando os princípios de trigonometria, calcularam-se os valores das alturas da árvore, da copa e do fuste (Figura 28)



**Figura 27** - Trena Laser -Leica/Disto D5 (a) e Clinometro-Sunto/PM-5 (b)



**Figura 28**- Representação esquemática do procedimento utilizado para medição das alturas das árvores

### 4.3.3 Índices de Sombreamento e Densidade Arbórea

Utilizando as informações de identificação e contagem das espécies arbóreas das praças realizou-se uma avaliação da cobertura vegetal por meio de índices espaciais e das informações obtidas mediante observações *in loco*.

A pesquisa abordou o sombreamento das áreas verdes públicas das Praças Popular e 8 de Abril, adotando os índices espaciais propostos 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. Os índices espaciais distinguidos são: Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) e Índice de Densidade Arbórea (IDA).

O Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) é o percentual de área sombreada em relação à área total. O resultado obtido é o potencial de sombra resultante da soma das áreas de copa arbórea, que nesta pesquisa foram obtidas conforme metodologia descrita para obtenção da projeção visual ao solo (Figura 26). Definido pela equação 1:

$$ISA = \left[ \frac{\text{Área}_{\text{sombreada}} (m^2)}{\text{Área}_{\text{Total}} (m^2)} \right] \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

O Índice de Densidade Arbórea (IDA) é o número de árvores existentes em cada 100m<sup>2</sup>. Este procedimento denuncia a situação da área verde quando há carência ou abundância de vegetação arbórea, desse modo, torna-se importante adotá-lo na concepção de projetos de arborização urbana. Sendo definido pela equação 2:

$$IDA = \left[ \frac{N_{\text{árvores}}}{\text{Área}_{\text{Total}} (m^2)} \right] \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

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

### 4.3.4 Índice de Área Foliar (IAF)

De acordo com Bonan (1997) o sombreamento das árvores pode agir para esfriar a atmosfera por baixo, simplesmente por interceptar radiação solar. O Índice de Área Foliar (IAF) é um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação e podemos por meio dele quantificar esta interceptação.

O IAF das espécies arbóreas foram determinadas *in loco* por método indireto, utilizando-se como equipamento um Ceptômetro AccuPAR Lp-80, modelo que incorpora 80 sensores sensíveis Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR). A leitura do aparelho determinou a estimativa do IAF, a partir das medições da radiação solar incidente e da transmitância da radiação através do dossel. A Figura 29 ilustra a coleta realizada com a utilização do aparelho.

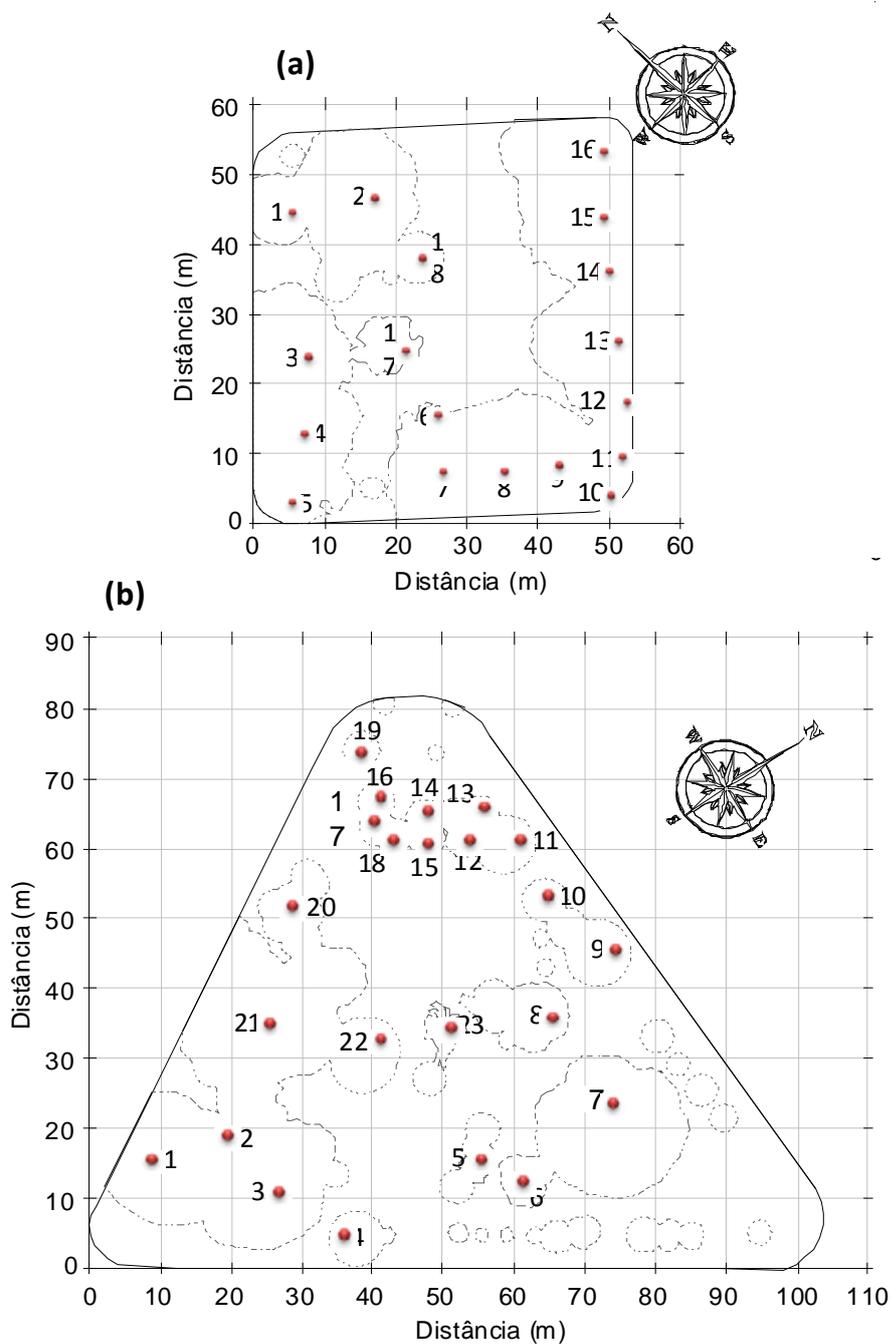


**Figura 29-** Ceptômetro AccuPAR Lp-80

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 30). A Tabela 3 apresenta os pontos e descrição das espécies.

**Tabela 3-** Pontos e número de espécies arbóreas com valores de IAF mensurados

Local	Espécie ( Nome Popular)	Nº de indivíduos medidos	Pontos correspondentes
Praça Popular	Flamboyant	1	17
	Mangueira	4	2, 3, 4 e 10
	Oiti	10	1, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16
	Palmeira Imperial	1	18
	Amendoeira	2	5 e 6
Praça 8 de Abril	Bocaiuveira	7	11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17
	Chuva-de-ouro	4	4, 8, 9 e 10
	Mangueira	5	1, 2, 3, 6 e 7
	Oiti	1	5
	Palmeira Imperial	1	18
	Palmeira rabo-de-peixe	1	19
	Sirigueleiro	1	21
	Tarumeiro	1	20



**Figura 30** - Localização dos pontos de medição (círculo sólido) do índice de área foliar na Praça Popular(a) (n=18) e Praça 8 de Abril (b) (n=23).

OBS: A linha sólida representa o limite da praça e a linha tracejada a projeção das copas das árvores

#### 4.4 MAPAS COMPORTAMENTAIS

A observação direta de comportamento é um método comumente usado para avaliação de desempenho ambiental e nesta pesquisa, para a realização dos mapas comportamentais, primeiramente foram realizadas observações preliminares da área para conhecer as características peculiares da mesma e definir a metodologia de registro de dados.

Na análise procurou-se dar enfoque nas relações entre o uso das praças e as características da vegetação arbórea local. Para complementar as discussões foram feitas outras abordagens como: identificação dos horários do dia com maior concentração de usuários e as áreas ocupadas em cada horário, relacionando-as com os equipamentos existentes e as características morfológicas dos espaços.

O levantamento dos dados para elaboração dos mapas foi realizado durante os dias das duas coletas de dados. As observações foram anotadas nas plantas baixas da praça correspondente, sendo registrado na planta o número de pessoas e seu posicionamento a cada hora entre 9h e 20h, em cada dia de coleta de dados. Por meio destas informações foram elaborados mapas preliminares, que posteriormente subsidiaram a representação dos mapas comportamentais de cada praça para os respectivos horários.

Para melhor visualização destes mapas de uso em cada local, mapeou-se as regiões que apresentaram a maior frequência de pessoas ao longo do de observação (9h às 20h). Estas regiões foram identificadas nos mapas e posteriormente foram nominadas numericamente. Para o tratamento dos dados, o posicionamento de cada região foi representado pontualmente por coordenadas (x e y) próximas aos locais de maior uso. Utilizou-se o *software* Surfer 8.0 para o mapeamento dos dados.

#### 4.5 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 no qual a similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre dois agrupamentos somados sobre todas as variáveis. Este método tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximados iguais em decorrência da minimização da variação interna. Adotou-se a distância euclidiana que é a medida mais usada da similaridade entre dois objetos sendo essencialmente uma medida do comprimento de um segmento de reta desenhado entre dois objetos e procurando minimizar a variância dentro do grupo e maximizar a variância entre os grupos. 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 são influenciadas pela vegetação arbórea, segundo os pressupostos da pesquisa.

## **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos resultados e discussões de todos os subsídios necessários às investigações da influência da vegetação no microclima e uso das praças.

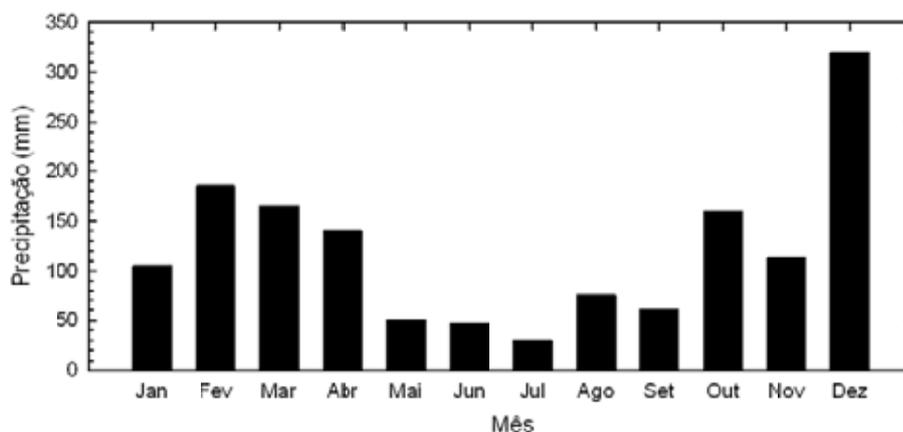
As etapas foram assim organizadas:

- a) Caracterização microclimática do ano de 2009;
- b) caracterização das variáveis microclimáticas durante o período seco e chuvoso em 2009;
- c) caracterização das variáveis microclimáticas sob as copas das árvores;
- d) caracterização da arborização;
- e) avaliação do uso das praças e representação por mapas comportamentais;
- f) análise estatística das relações entre a vegetação arbórea, variáveis climáticas e uso das praças.

### **5.1 CARACTERIZAÇÃO MICROMETEOROLÓGICAS DO ANO DE 2009**

A caracterização micrometeorológica do ano de 2009 foi realizada nesta pesquisa com objetivo de descrever o comportamento do clima local. As variáveis consideradas foram: precipitação, temperatura e umidade relativa do ar.

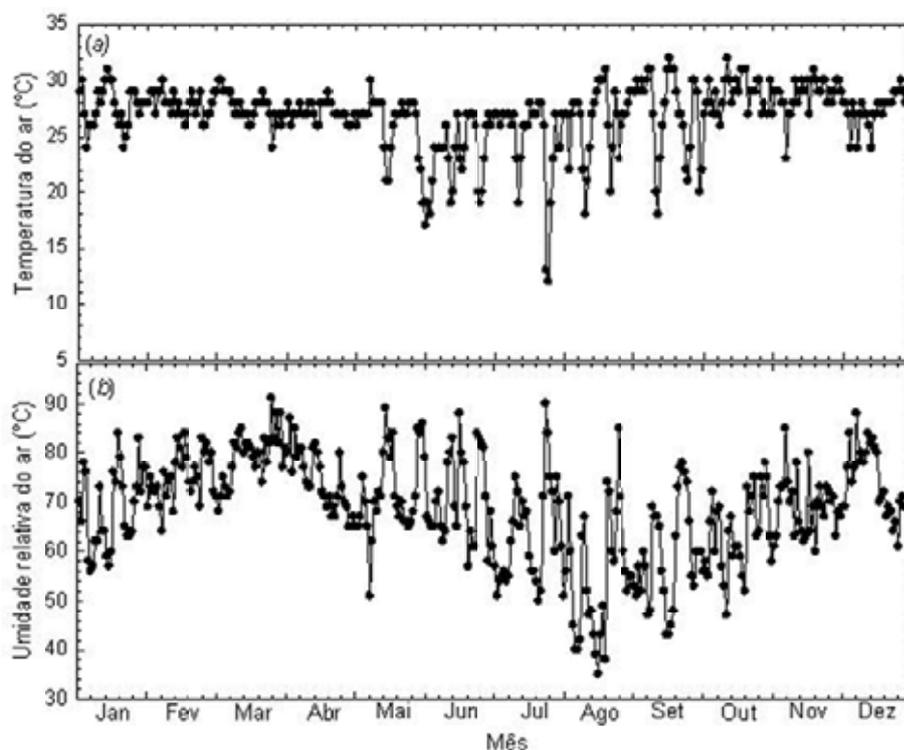
As precipitações máximas ocorreram em janeiro a março e outubro a dezembro (período chuvoso) enquanto que houve uma redução na precipitação entre maio e setembro (período seco) (Figura 31). A precipitação anual foi 1450 mm em 2009.



**Figura 31** - Precipitação acumulada mensal de janeiro a dezembro de 2009

As maiores médias diárias da temperatura do ar ocorreram durante o chuvoso (dias 1-132; dias 280-365; Figura 32a), enquanto que as menores médias diárias da temperatura do ar ocorreram durante o seco (Figura 32a).

A umidade relativa do ar apresentou variação, estando os menores valores durante o período seco, com registros abaixo de 40% durante o mês de julho de 2009 (Figura 23b).



**Figura 32** - Média diária da temperatura do ar (a) e umidade relativa (b) de janeiro a dezembro de 2009.

O microclima em 2009 apresentou comportamento típico quando comparado aos dados de Campello Jr. et al. (1991). Quanto à precipitação as máximas ocorreram

entre outubro e abril e as mínimas entre maio e setembro. A umidade relativa se eleva no início do período chuvoso com máximas no verão e ocorre declínio com a diminuição das chuvas, sendo registradas as mínimas em agosto. As temperaturas máximas ocorrem entre agosto e outubro e as mínimas entre maio e julho quando ocorre a inversão das Massa Polar do Atlântico.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS NAS PRAÇAS DURANTE OS PERÍODOS SECO E CHUVOSO

Neste item são descritas as variáveis ambientais: temperatura, umidade relativa e velocidade do ar e direção do vento. Será primeiramente apresentada análise individual por praça e na sequência, análise comparativa entre os períodos de coleta e um paralelo dos locais. Estas variáveis serão apresentadas no intuito de descrever e caracterizar o microclima local nos períodos em estudo.

Os dias selecionados para coleta de dados representando os períodos seco e chuvoso, estão condizentes com os registros de 2009, como apresentado no item 5.1.

### 5.2.1 Temperatura e umidade relativa do ar na Praça Popular

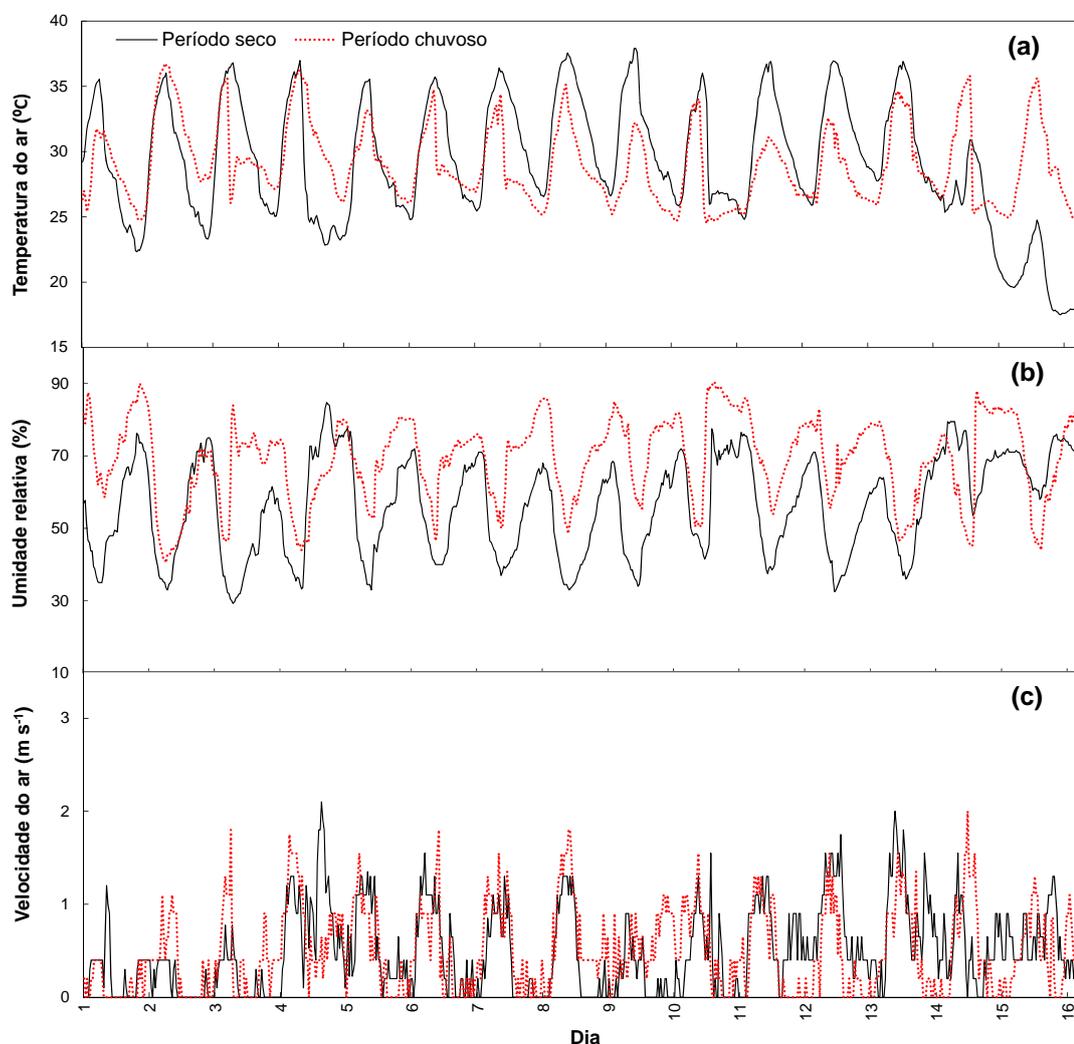
No período seco a máxima temperatura do ar foi 37,9°C, registrada às 15h e a mínima de 17,5°C às 23h30min. Ocorreu entrada de uma frente fria no 14º dia da coleta de dados, ocasionando queda de temperatura. No período chuvoso a máxima foi 36,7°C às 14h e a mínima 24,5°C (Tabela 4). De um modo geral os picos de máximas do período seco foram maiores que às do chuvoso. A amplitude térmica da temperatura do ar nos dias do período seco foi maior que no chuvoso.

**Tabela 4** - Estatística descritiva das variáveis ambientais para os dados da Praça Popular relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso

	Temperatura do ar (°C)		Umidade Relativa (%)		Velocidade do ar (ms <sup>-1</sup> )	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
<b>Média</b>	29,1	29,0	56	69	0,5	0,5
<b>Moda</b>	26,7	25,9	71	73	0,0	0,0
<b>Desvio padrão</b>	4,8	2,9	13	12	0,5	0,4
<b>Mínimo</b>	17,5	24,5	29	41	0,0	0,0
<b>Máximo</b>	37,9	36,7	85	91	2,1	2,0

Quanto à umidade relativa, a média registrada foi 56% e 69%, respectivamente para os períodos seco e chuvoso. A máxima para o período seco foi 85% às 23h30min e a mínima de 29% às 14h. Para o período chuvoso a máxima foi 91% às 18h e a mínima 41% às 14h (Figura 33). Nos horários em que ocorreram os máximos valores de UR, menores foram os de T.

O comportamento do ciclo diário da umidade relativa no período seco apresentou comportamento semelhante. No período chuvoso o ciclo diário em diversos dias apresenta amplitudes térmicas menores, decorrente das chuvas de curta duração ocorridas em certos horários de alguns destes dias e em outros em função da formação de nuvens densas sem ocorrência de chuva (Figura 33).

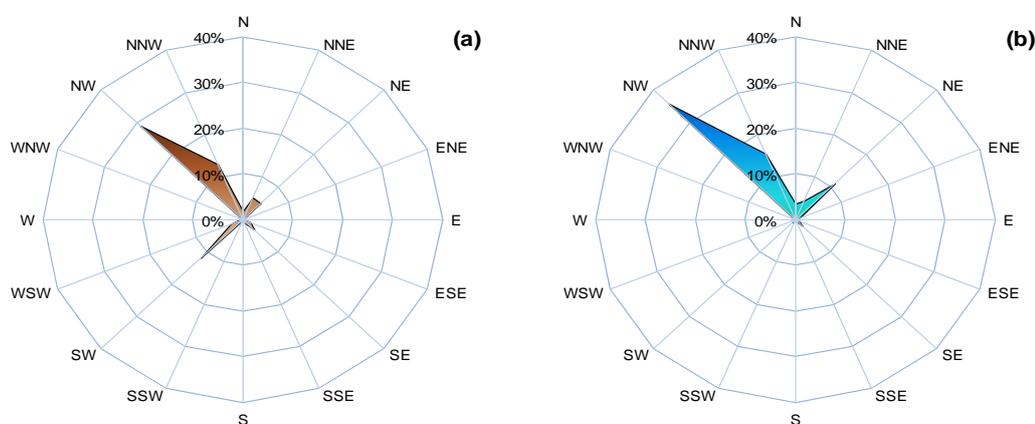


**Figura 33** - Média diária da temperatura (a), umidade relativa (b) e velocidade do ar (c) na Praça Popular nos períodos seco e chuvoso

### 5.2.2 Velocidade do ar e direção do vento na Praça Popular

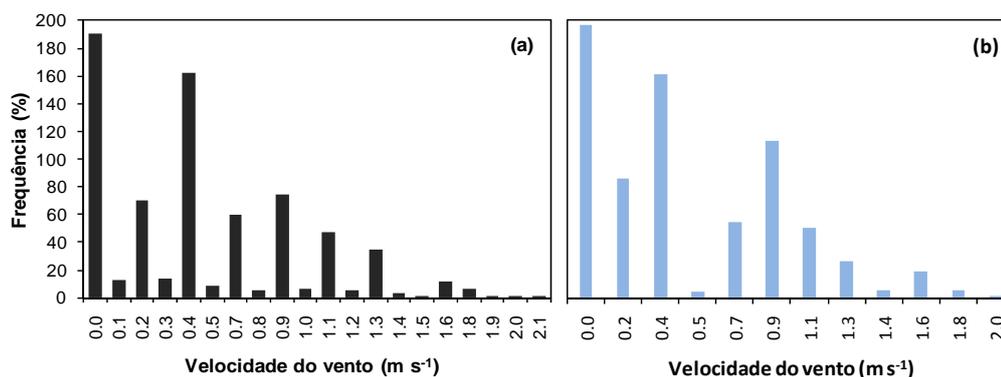
A tendência da direção dos ventos utilizando gráficos de radar “rosa-dos-ventos” coletados durante os períodos em estudo estão apresentados na Figura 34.

Na Praça Popular a direção predominante foi a Noroeste (NW) nos períodos seco e chuvoso, sendo a frequência nesta direção de 29% e 35%, respectivamente (Figura 34). A velocidade média foi  $0,5 \text{ m s}^{-1}$  nos dois períodos, com mínima de  $0,0 \text{ m s}^{-1}$  e máxima de  $2,1 \text{ m s}^{-1}$  e  $2,0 \text{ m s}^{-1}$ , respectivamente para os períodos seco e chuvoso (Tabela 4).



**Figura 34** - Rosa dos ventos para determinação da direção predominante na Praça Popular durante os períodos seco (a) e chuvoso (b)

Segundo Campelo Jr. et al. (1991) em estudo realizado sobre a caracterização macroclimática de Cuiabá (dados INMET- 1970 à 1989), concluíram que a frequência dos ventos dominantes em Cuiabá foram preferencialmente Norte (N) e Noroeste (NW). Devido à localização da cidade na depressão cuiabana, cercada por montanhas. Os valores mais frequentes da velocidade do vento foram de  $0,0 \text{ m s}^{-1}$ , correspondendo a 27% dos dados tanto para os períodos seco e chuvoso. Dos valores registrados, 85% ficaram concentrados aproximadamente em velocidades do vento de até  $1,0 \text{ m s}^{-1}$  nos 02 períodos. Pode-se concluir que a velocidade dos ventos foi predominantemente baixa nos 2 períodos analisados (Figura 35).



**Figura 35** - Frequência relativa da velocidade do vento na Praça Popular durante os períodos seco (a) e chuvoso (b)

### 5.2.3 Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça Popular

Na Praça Popular a média de temperatura do ar registrada foi  $29,1 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$  e  $29,0 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente nos períodos seco e chuvoso. As médias horárias da temperatura do ar tiveram sua máxima de  $35,0^{\circ}\text{C}$  (período seco) e  $33,2^{\circ}\text{C}$  (período chuvoso) às 14h e a mínima de  $24,5^{\circ}\text{C}$  e  $26,0^{\circ}\text{C}$  às 6h e 5h (seco e chuvoso). A amplitude térmica do período seco de  $10,5^{\circ}\text{C}$  foi maior que do chuvoso com registro de  $7,2^{\circ}\text{C}$  (Figura 36).

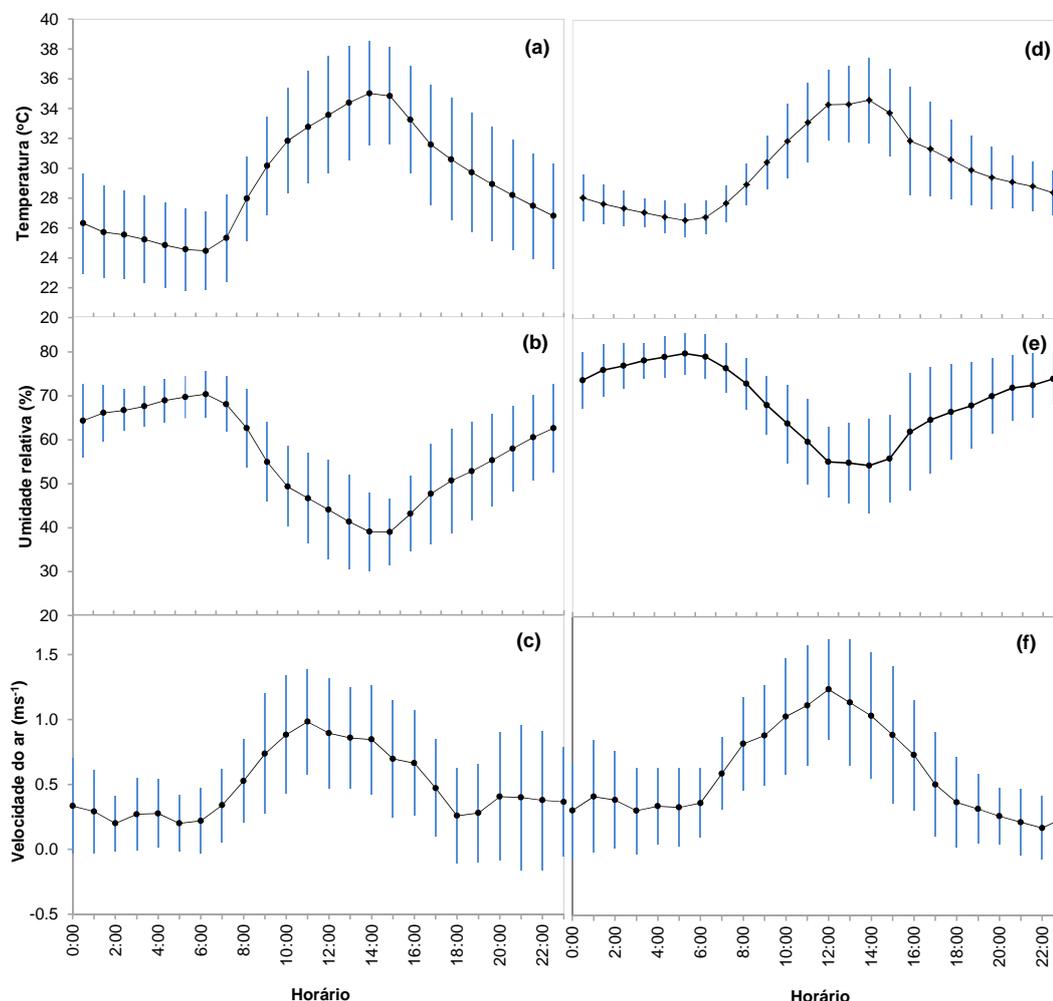
Gomes (2010) em estudo desenvolvido em Cuiabá-MT, em uma estação na área central da cidade (ano 2007), encontrou T média em setembro de  $30,5 \pm 5,4^{\circ}\text{C}$  e em novembro  $27,4^{\circ}\text{C} \pm 3,4^{\circ}\text{C}$ .

Para a UR a média horária nos períodos seco e chuvoso, como já apresentado anteriormente foi  $56\% \pm 11\%$  e  $69\% \pm 8\%$  (Tabela 5). A máxima média foi  $70\%$  (período seco) às 6h e  $80\%$  (período chuvoso) às 5h, enquanto que a mínima foi  $39\%$  (período seco) e  $54\%$  (período chuvoso). A amplitude da máxima e mínima umidade relativa foi  $31\%$  e  $25\%$ , respectivamente para os períodos seco e chuvoso. Para a UR,

**Tabela 5** - Estatística descritiva do dia médio das variáveis microclimáticas da Praça Popular relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso

	Temperatura do ar (°C)		Umidade Relativa (%)		Velocidade do ar (m s <sup>-1</sup> )	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Média	29,1	29,0	56	69	0,5	0,5
Desvio padrão	3,6	2,4	11	8	0,2	0,3
Mínimo	24,5	26,0	39	54	0,2	0,1
Máximo	35,0	33,2	70	80	1,0	1,1

Gomes (2010) encontrou UR média em setembro de  $40,7\% \pm 15,2\%$  e em novembro  $73,0\% \pm 13,8\%$ .



**Figura 36** - Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça Popular nos períodos seco (a,b, c) e chuvoso (d, e, f)

Observa-se no dia médio que a velocidade dos ventos é maior no vespertino, com a média máxima de  $1,0 \text{ m s}^{-1}$  para o seco e  $1,1 \text{ m s}^{-1}$  para o chuvoso, ambas aproximadamente ao meio dia. Mesmo sendo observada a tendência do comportamento da variável diferente ao longo do dia, em função de seus baixos valores, pouco se percebe em termos de sensação térmica estas diferenças.

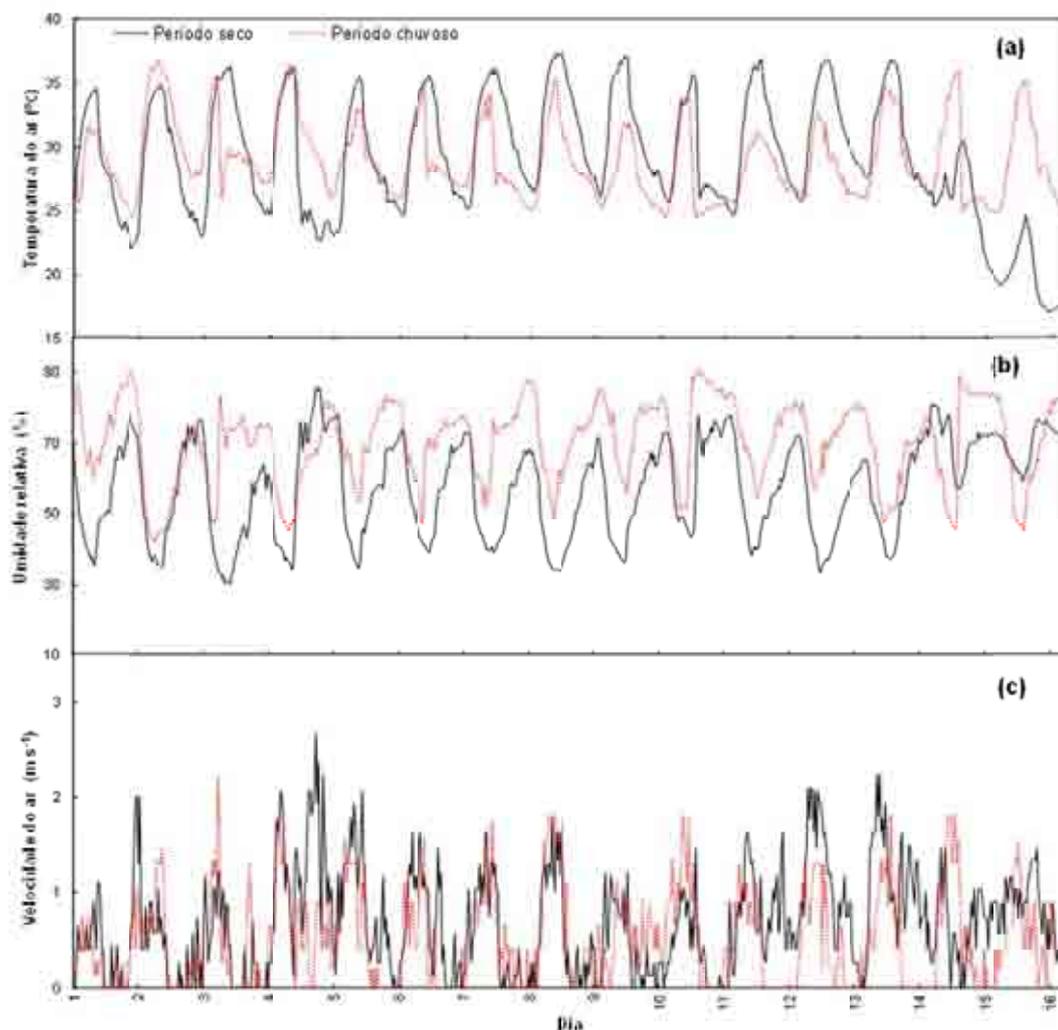
#### 5.2.4 Temperatura e umidade relativa do ar na Praça 8 de Abril

No período seco a máxima foi  $37,4^{\circ}\text{C}$ , registrada às 16h e a mínima  $17,2^{\circ}\text{C}$  às 23h30min. A diminuição da T ocorreu com a entrada de uma frente fria no  $14^{\circ}$

(décimo quarto) dia da coleta de dados, ocasionando queda de temperatura. No período chuvoso a máxima foi 36,7°C às 15h e a mínima de 24,5°C às 16h30min (Tabela 6).

Quanto à umidade relativa, a média registrada foi 56% e 69%, respectivamente nos períodos seco e chuvoso. A máxima para o período seco foi 85% às 23h30min e a mínima 29% às 14h. Para o chuvoso a máxima foi 91% às 18h e a mínima de 41% às 14h.

No período chuvoso o ciclo diário em diversos dias apresenta amplitudes térmicas menores que o período seco, sendo este fato decorrente das pancadas de chuva ocorridas em certos horários de alguns destes dias e em outros em função da alta nebulosidade, própria desta época do ano (Figura 37).



**Figura 37** - Média diária da temperatura (a), umidade relativa (b) e velocidade do ar (c) na Praça 8 de Abril nos períodos seco e chuvoso

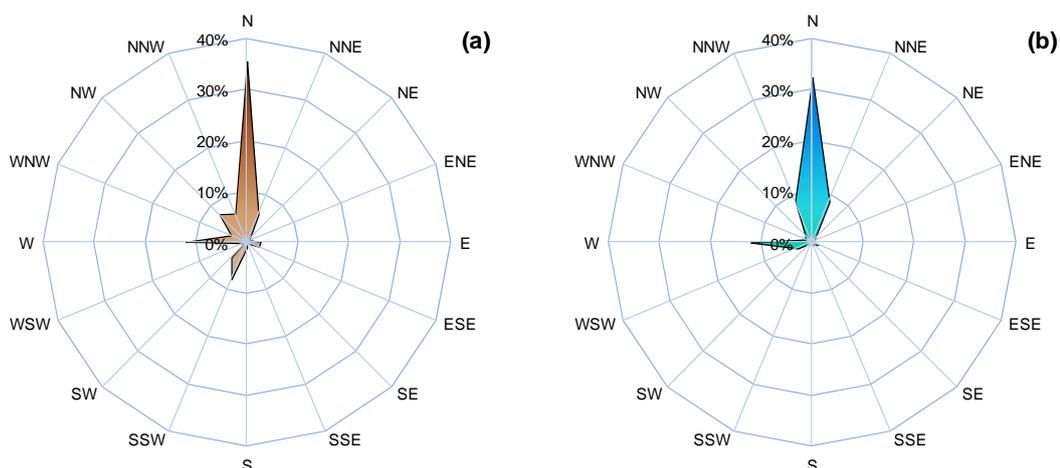
**Tabela 6** - Estatística descritiva das variáveis ambientais para os dados da Praça 8 de Abril relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso

	Temperatura do ar (°C)		Umidade Relativa (%)		Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> )	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Média	29,0	29,0	57	70	0,7	0,5
Moda	27,8	25,9	73	75	0,0	0,0
Desvio padrão	4,9	3,0	13	12	0,5	0,5
Mínimo	17,2	24,5	30	42	0,0	0,0
Máximo	37,4	36,7	86	91	2,7	2,2

### 5.2.5 Velocidade do ar e direção do vento na Praça 8 de Abril

A representação da tendência da direção dos ventos durante os períodos seco e chuvoso por meio de gráficos de radar “rosa-dos-ventos” é apresentada na Figura 38.

Na Praça 8 de Abril a direção predominante dos ventos foi a Norte (N), sendo a frequência nesta direção de 29% e 35%, respectivamente para os períodos seco e chuvoso (Figura 38). A velocidade média foi aproximadamente 0,5 m s<sup>-1</sup> para ambos períodos, com mínima de 0,0 m s<sup>-1</sup> e máxima de 2,7 m s<sup>-1</sup> para o período seco e 2,2 m s<sup>-1</sup> para o chuvoso (Tabela 6).

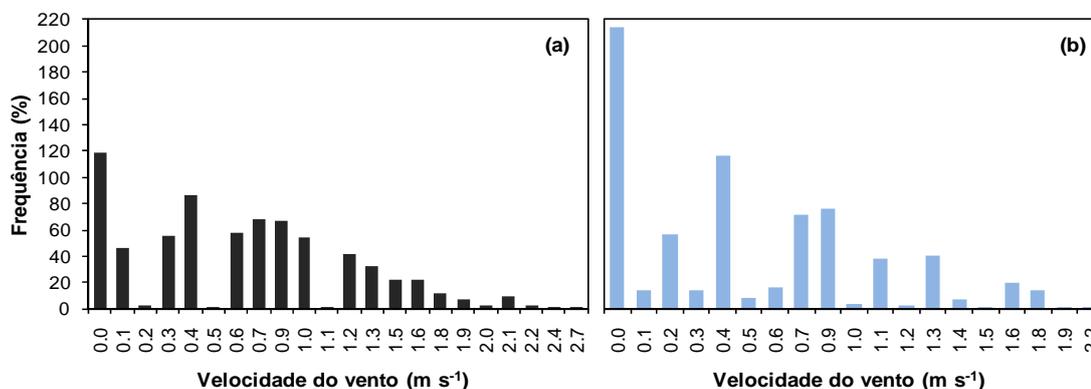


**Figura 38** - Rosa dos ventos para determinação da direção predominante na Praça 8 de Abril durante os períodos seco (a) e chuvoso (b)

Nesta praça a mudança da direção do vento em escala microclimática, quando comparada à direção predominante dos ventos para Cuiabá, pode ter sido influenciada por uma barreira arquitetônica localizada na praça (coreto).

Santanna et al. (2008) em estudo preliminar da velocidade e direção dos ventos em Cuiabá-MT, coloca que a direção predominante do vento varia com as estações do ano obedecendo à sazonalidade e em concluiu que na primavera e no verão, a predominância dos ventos é na direção Norte-Nordeste (N-NE).

Quanto à frequência dos valores da velocidade do vento, o valor registrado mais frequente foi de  $0,0 \text{ m s}^{-1}$ , correspondendo à 17% e 30%, respectivamente para os períodos seco e chuvoso. No seco 78% dos valores registrados ficaram entre  $0,0 \text{ m s}^{-1}$  e  $1,0 \text{ m s}^{-1}$  e para o chuvoso 82% também se concentraram no mesmo intervalo. Pode-se concluir que para esta Praça a velocidade dos ventos foi predominantemente baixa (Figura 39).



**Figura 39** - Frequência relativa da velocidade do vento na Praça 8 de Abril durante os períodos seco (a) e chuvoso (b)

### 5.2.6 Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça 8 de Abril

Na análise do dia médio temperatura do ar na Praça 8 de Abril a média de registrada foi  $29,1^{\circ}\text{C} \pm 3,6^{\circ}\text{C}$  e  $29,0^{\circ}\text{C} \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente para os períodos seco e chuvoso. As médias horárias da temperatura do ar tiveram sua máxima  $34,8^{\circ}\text{C}$  (período seco) às 15h e  $33,2^{\circ}\text{C}$  (período chuvoso) às 14h e mínima  $24,2^{\circ}\text{C}$  e  $25,9^{\circ}\text{C}$  às 6h e 5h (seco e chuvoso). A amplitude térmica do período seco de  $10,6^{\circ}\text{C}$  foi maior que do chuvoso com registro de  $7,3^{\circ}\text{C}$  (Figura 40). Gomes (2010) em estudo desenvolvido em Cuiabá-MT, em uma estação na área central da cidade encontrou T média em setembro  $30,5^{\circ}\text{C} \pm 5,4^{\circ}\text{C}$  e em novembro  $27,4^{\circ}\text{C} \pm 3,4^{\circ}\text{C}$ .

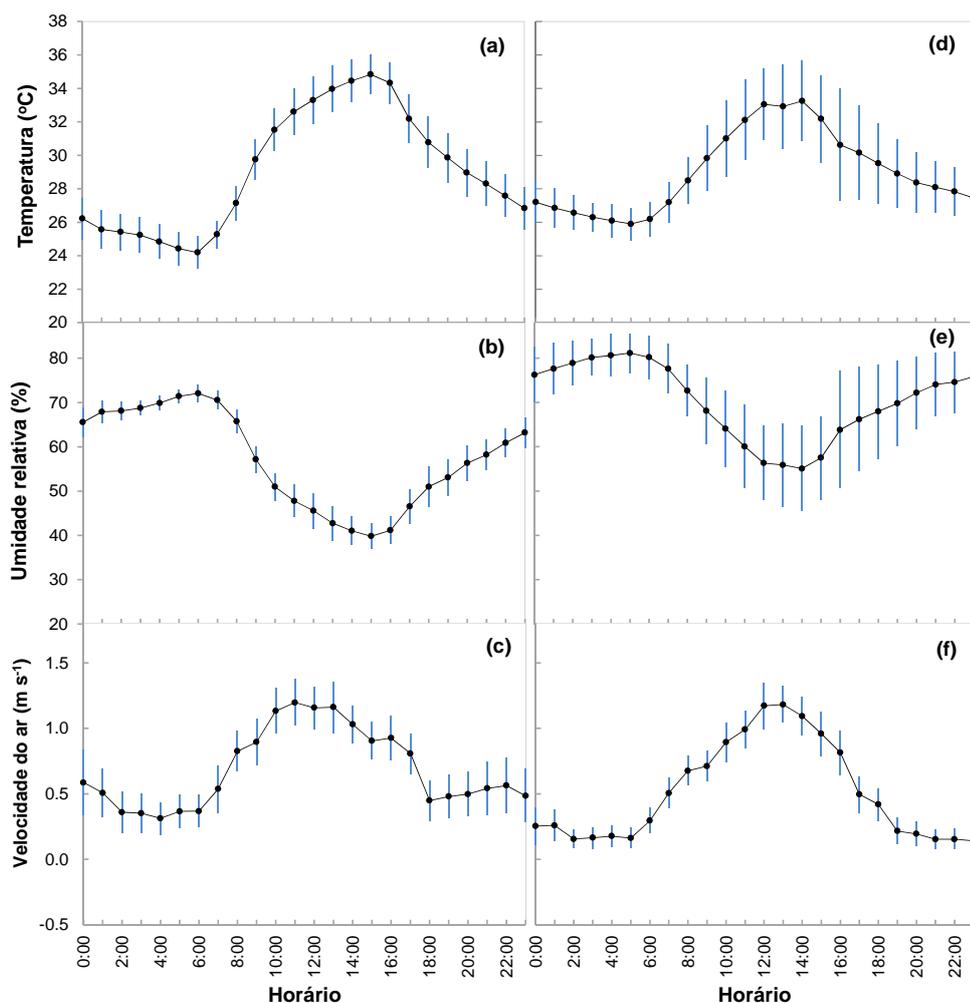
A média horária de UR nos períodos seco e chuvoso, como já apresentado anteriormente foi de  $57\% \pm 11\%$  e  $70\% \pm 8\%$  (Tabela 7). A máxima média foi 72%

(período seco) às 6h e 82% (período chuvoso) às 15h, enquanto a mínima foi 35% (período seco) e 55% (período chuvoso). A amplitude da umidade relativa foi de 37% e 27%, respectivamente para os s seco e chuvoso.

Gomes (2010) encontrou UR média em setembro de  $40,7\% \pm 15,2\%$  e em novembro  $73,0\% \pm 13,8\%$ .

**Tabela 7** - Estatística descritiva do dia médio das variáveis ambientais da Praça 8 de Abril relativos às coletas dos períodos seco e chuvoso

	Temperatura do ar (°C)		Umidade Relativa (%)		Velocidade do ar (m s <sup>-1</sup> )	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Média	29,1	29,0	57	70	0,7	0,5
Desvio padrão	3,6	2,4	11	8	0,2	0,3
Mínimo	24,2	25,9	35	55	0,3	0,1
Máximo	34,8	33,2	72	82	1,2	1,2



**Figura 40**- Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na Praça 8 de Abril nos períodos seco (a, b, c) e chuvoso (d, e, f)

Observa-se no dia médio que a velocidade dos ventos é maior no período vespertino, com a média máxima de  $1,2 \text{ m s}^{-1}$  para os dois períodos. Em função dos baixos valores no ciclo diário médio desta variável, pouco se percebe em termos de sensação térmica estas diferenças.

### **5.2.7 Relações entre as praças e períodos de coleta das variáveis microclimáticas**

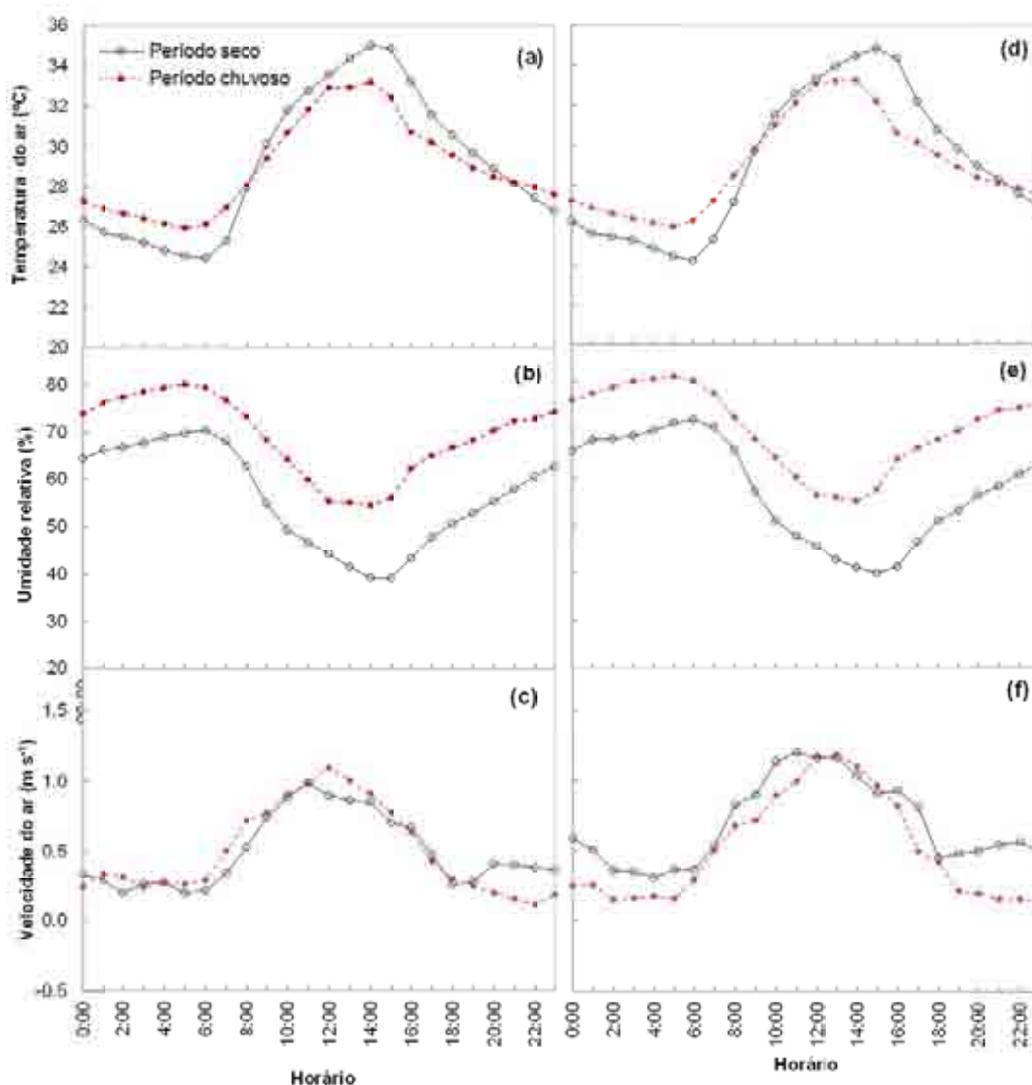
Nestas análises será realizado um paralelo entre as praças em estudo e os períodos de coleta de dados objetivando verificar por olhar mais minucioso, o comportamento das variáveis.

As diferenças ou semelhanças encontradas darão suporte às discussões acerca das características das áreas de estudo e das coletas de dados.

Na Figura 41 se observa que para todas as variáveis em análise foi identificado comportamento semelhante no ciclo médio diário para as 02 Praças em estudo.

Para as médias horárias da temperatura do ar, observam-se na Figura 41 que no período seco, aproximadamente entre 9h e 20h, os valores de T foram maiores que no período chuvoso, demonstrando que os dias (manhã e tarde) de um modo geral foram mais quentes nesta época do ano. A diferença média entre os períodos de coleta no intervalo entre 9h e 20h, na Praça Popular foi  $1,2^{\circ}\text{C}$ , variando entre  $0,4^{\circ}\text{C}$  e  $2,5^{\circ}\text{C}$  (16h). Na Praça 8 de Abril a diferença média de T foi  $1,2^{\circ}\text{C}$ , variando entre  $0,2^{\circ}\text{C}$  e  $3,7^{\circ}\text{C}$  (16h). Com relação às noites e início das manhãs, no período seco houve registros de T menores que no chuvoso, sendo em média a diferença nos intervalos das 0h às 8h e das 9h às 23h de  $0,9^{\circ}\text{C}$  (Praça Popular) e  $0,8^{\circ}\text{C}$  (Praça 8 de Abril).

Para a umidade relativa o comportamento médio geral foi semelhante para os locais e diferentes para os períodos de coleta, como observado anteriormente. A diferença média entre os períodos foi de 13%, com variação máxima de 19% e mínima de 8% para a Praça Popular. Para a Praça 8 de Abril a diferença média foi 13%, com variação máxima de 22% e mínima de 7%. A amplitude da diferença da UR entre os períodos foi 11% (Popular) e 15% (8 de Abril).



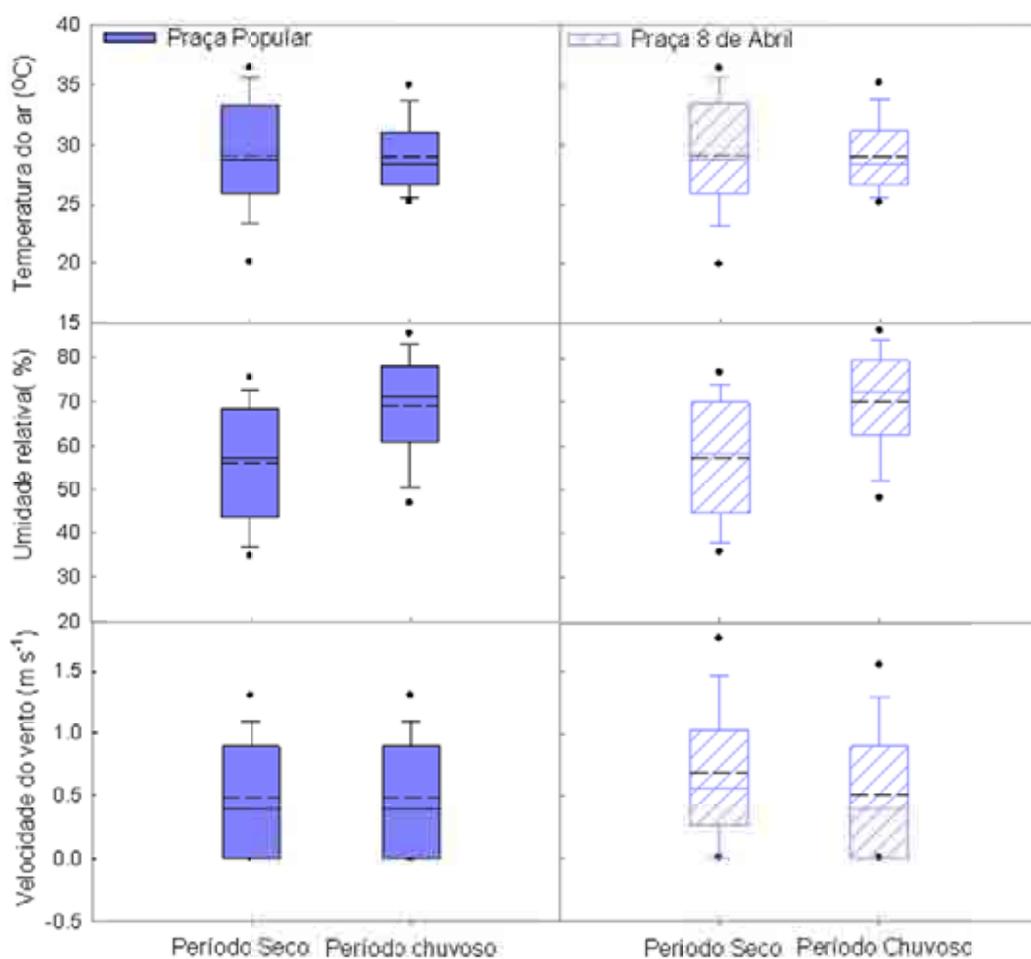
**Figura 41** - Dia médio da temperatura, umidade relativa e velocidade do do ar, para os períodos seco e chuvoso da Praça Popular (a,b,c) e Praça 8 de abril (d,e,f)

Quanto à velocidade do ar observa-se semelhança a entre os valores registrados entre as localidades e s, visto que o intervalo de variação dos ventos é relativamente pequeno. A amplitude desta variável foi de  $0,9 \text{ m s}^{-1}$  para o período seco e  $1,0 \text{ m s}^{-1}$  para o chuvoso. Na Praça 8 de Abril verifica-se na Figura 41 que entre os períodos há uma maior diferença dos ventos no intervalo de horários entre às 18h e 6h; esta variável se apresenta maior no período seco, relativamente ao chuvoso.

Aplicando-se um teste de médias para dados pareados, com nível de significância de 95%, os resultados demonstraram que as variáveis T, UR e v não apresentam diferença estatística entre as praças, mas, confirmaram que há diferença

significativa entre os s de coleta (seco e chuvoso). Esta diferença entre os dados das coletas comprova que a escolha dos dias foi representativa para a caracterização dos dois períodos distintos do ano (seco e chuvoso).

No *boxplot* (Figura 42) observa-se *outliers* nos dados das 03 variáveis em análise. Entre as localidades como já informado anteriormente, os valores das médias, mínimas, máximas e medianas foram semelhantes para as duas praças nos períodos seco e chuvoso. Entre os períodos de coleta houve distinção entre a temperatura do ar e umidade relativa.



**Figura 42** - *Boxplot* da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento para os períodos seco e chuvoso das Praças Popular e 8 de Abril

**Obs:** As linhas tracejadas nos *boxplot* representam a média.

Na distribuição dos dados de temperatura do ar (T), tanto para os locais como para os períodos de coleta, 75% concentraram-se acima de 26°C, sendo que 50% dos registros foram acima de 28,3°C.

No período seco 75% dos dados registrados, corresponderam à umidade relativa (UR) acima de 43%, estando no total 50% da UR acima de 57%; no período chuvoso 75% dos dados, foram de UR acima dos 60%, ficando 50% da umidade relativa acima de 71%.

Dos registros de velocidade dos ventos, 75% estão distribuídos abaixo de  $0,9\text{ms}^{-1}$ . Esta informação confirma como apresentado no gráfico de frequência dos ventos que em Cuiabá os ventos são fracos, com ocorrência de rajadas. Verificou-se também que na Praça 8 de Abril durante o período seco a velocidade do vento foi maior que durante o período chuvoso e com maior amplitude.

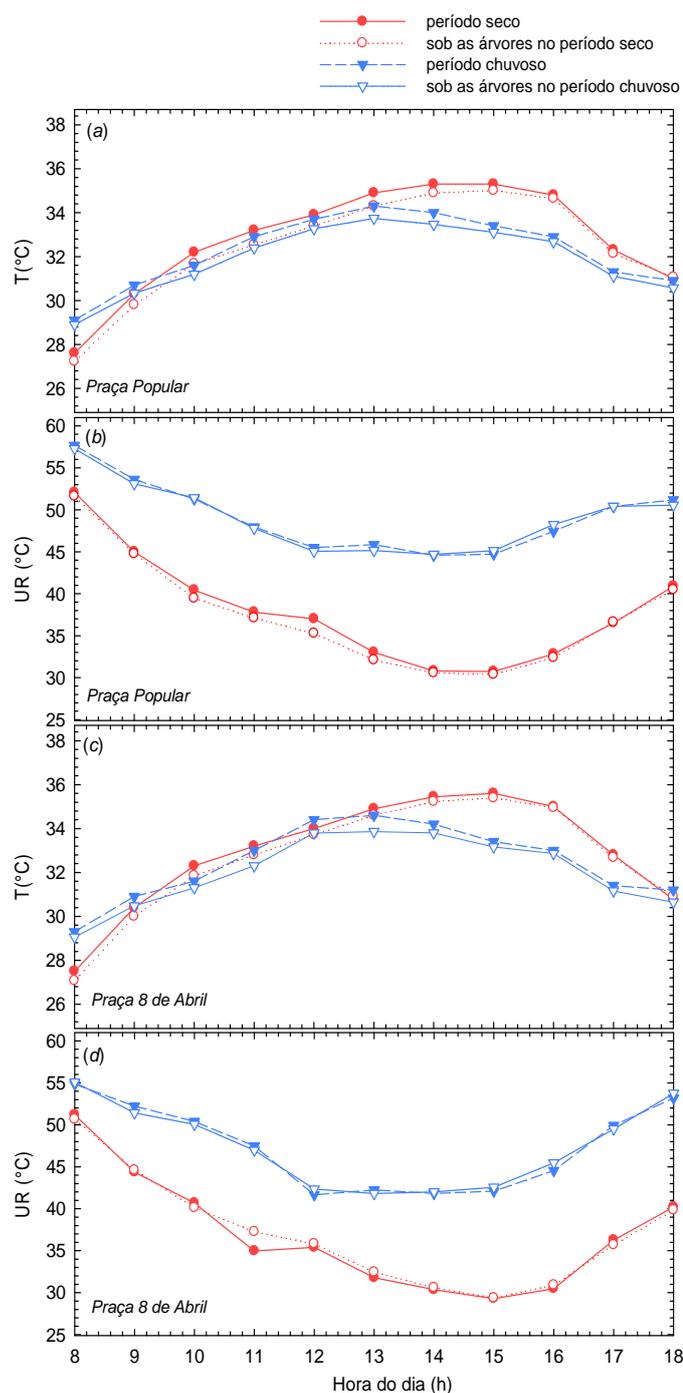
### **5.3 CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS SOB AS COPAS DAS ÁRVORES**

Estes dados estão de acordo com os dados das variáveis microclimáticas analisadas no item 5.1. Neste item, porém a temperatura do ar e umidade relativa do ar foram medidas sob as copas do dossel.

A temperatura do ar (ponto da estação micrometeorológica - sem barreira de sombreamento) apresentou variação diária semelhante com maiores valores às 14h (Figura 43a e Figura 43c), nas Praças 8 de Abril e Popular, com média diária de  $32,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  nas duas praças. A média diária da UR foi 36,8% na Praça 8 de Abril e 37,8% na Praça Popular, com máxima horária (às 8h) próxima a 58,0%, nas duas praças (Figura 43b e Figura 43d). Durante o chuvoso, a temperatura do ar foi menor que no seco, e conseqüentemente a umidade relativa do ar foi maior neste período. Durante este período de medição, a média diária de temperatura do ar foi  $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $32,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nas Praças 8 de Abril e Popular, respectivamente (Figura 43). A diferença de UR entre os períodos foi aproximadamente 11% nas duas praças.

Com relação à temperatura do ar medida sob as árvores, durante o chuvoso, a média diária da temperatura do ar foi  $32,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  na Praça 8 de Abril e  $31,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  na Praça Popular, com máximas de aproximadamente  $33,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  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 (Figura 43).

Durante o período seco as T no início das manhãs (8h-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 43).

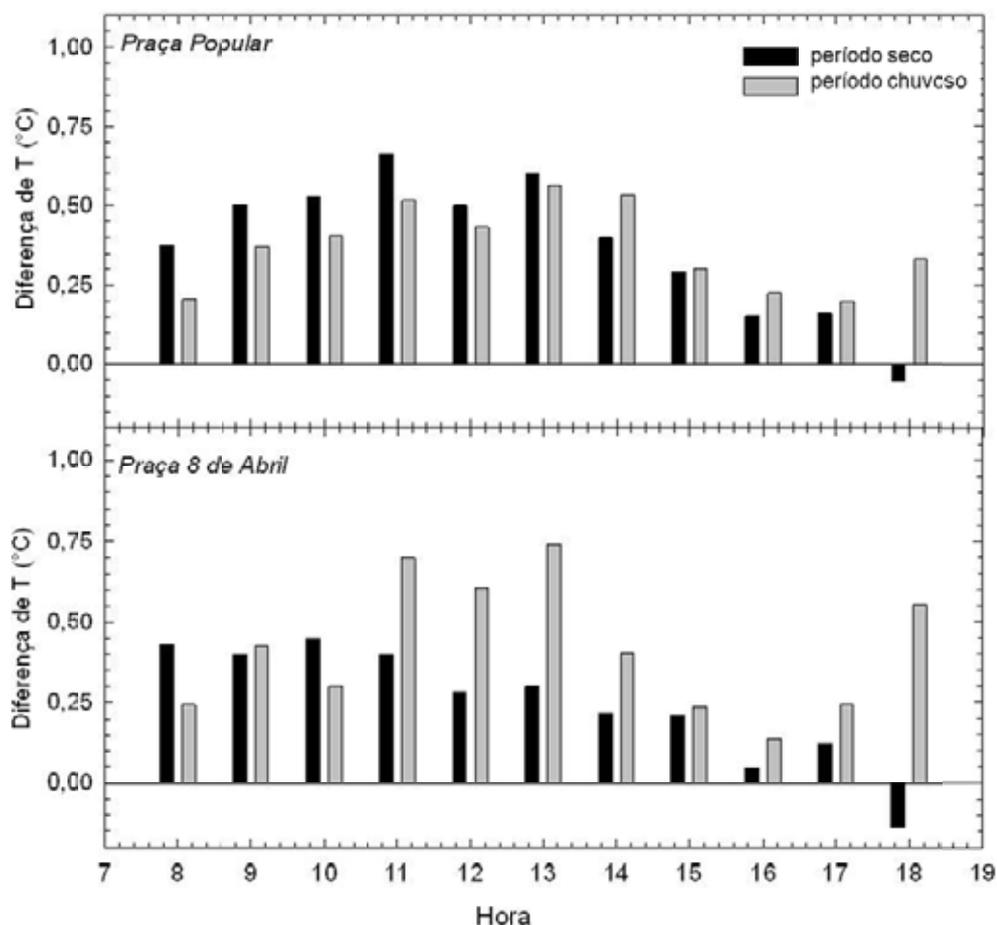


**Figura 43** - Média horária da (a, c) temperatura do ar e (b, d) umidade relativa do ar em condição ambiente e sob as árvores na Praça 8 de Abril e na Praça Popular nos períodos seco e chuvoso

Durante o período seco, a temperatura do ar sob as árvores foi reduzida em média  $0,45^{\circ}\text{C}$  em relação à temperatura do ar, com máxima redução de  $0,70^{\circ}\text{C}$  às 11h, na Praça Popular e  $0,45^{\circ}\text{C}$  às 10h na Praça 8 de Abril. Durante o período

chuvoso, a redução foi em média 0,3 °C, com máxima de 0,56 °C e 0,74 °C, respectivamente na Praça Popular e Praça 8 de Abril, ambos às 13h (Figura 44).

A diferença de T na atmosfera e sob árvores neste trabalho foi inferior ao observado por Fontes e Delbin (2001) ao constatar diferenças de T de até 3 °C em horários de temperatura elevada em dois espaços públicos abertos, sendo um com expressiva área verde e o outro com pouca arborização, na cidade de Bauru/SP. Entretanto, a UR não diminuiu consideravelmente sob as árvores.



**Figura 44** - Diferença de temperatura do ar em condições ambientes e sob as árvores na Praça 8 de Abril e Praça Popular

Em Atenas na Grécia, Tsiros (2010) observou em medições de temperatura do ar sob o dossel da vegetação urbana, que a média do efeito do resfriamento no das 14h foi encontrada na faixa de 0,5°C a 1,6 °C e às 17h de 0,4°C a 2,2°C. Estes resultados indicam o potencial de resfriamento passivo da sombra das 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 da presença de vegetação (CORBELLA et al., 2008).

#### **5.4. A ARBORIZAÇÃO DAS PRAÇAS**

A arborização é muito importante para melhoria de qualidade de vida nas cidades, mas para isso a escolha das espécies adequadas para implantação em um local é fundamental no planejamento da arborização urbana.

Atualmente, consideram-se as árvores como elementos fundamentais para uma paisagem. Paiva e Gonçalves (2002) as ressaltam como fator de qualidade ambiental, pois, atuam na qualidade do ar, da água, dos solos, da fauna e do clima como elemento de equilíbrio, evitam o reflexo do calor provocado pelo aquecimento do asfalto e elevam a umidade do ar devido à transpiração ao meio ambiente. Além de todos os fatores, muitos outros, nos fazem perceber as árvores como um elemento de fundamental importância na qualidade ambiental do meio urbano.

Diante da importância exercida pela vegetação nos efeitos microclimáticos dos ambientes urbanos, identificar e caracterizar os elementos que compõe a vegetação local é fundamental para o entendimento dos processos relacionados ao comportamento do ambiente pesquisado, justificando assim as análises que serão apresentadas nos próximos itens. A estrutura da vegetação (espécies, altura, densidade, área foliar e índice de área foliar, etc) é objeto de interesse em estudos na escala microclimática.

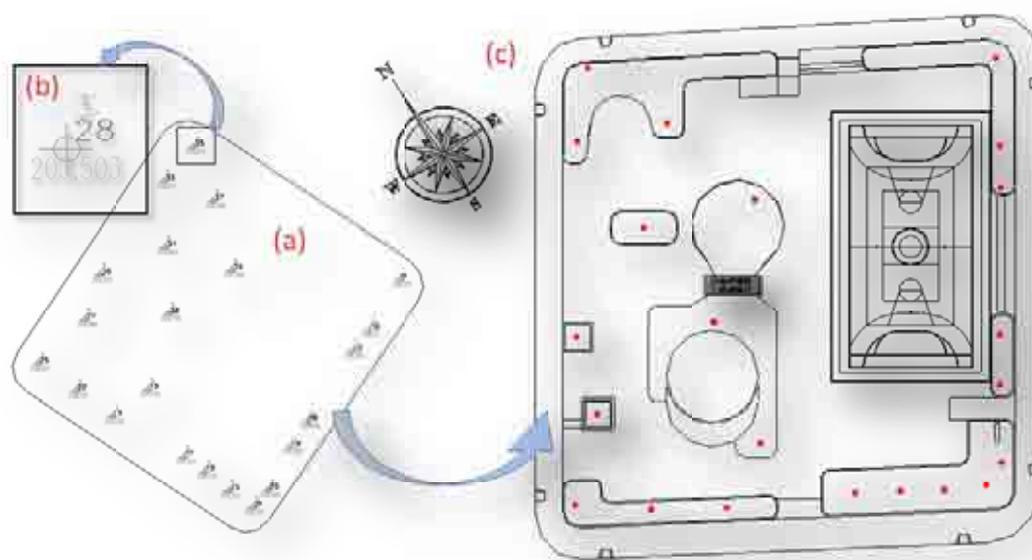
Tratando-se de praças pode-se dizer que as árvores, arbustos e as outras espécies vegetais deveriam ter sua escolha e distribuição realizadas criteriosamente.

Identificar as características que tornam as espécies arbóreas apropriadas ao ambiente em que estão inseridas é uma das questões que deveria fazer parte do planejamento e da implementação projetual. No entanto, espaços que hoje são ambientes denominados praças, parques, áreas verdes e afins, historicamente quase sempre em épocas anteriores foram espaços dentro da cidade que em virtude da organização das construções e da utilização por um grupo de pessoas foram transformados nos lugares de convívio comum.

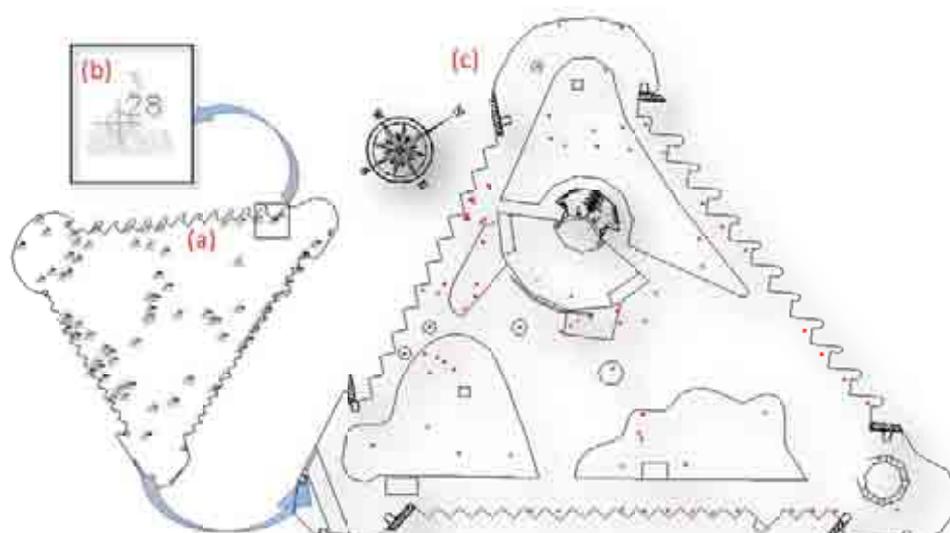
As espécies arbóreas que hoje são adultas e principalmente aquelas de grande porte, provavelmente já se encontravam nestes locais. Parte destas em muitas circunstâncias provém de vegetações de áreas verdes remanescentes dentro do contexto urbano e outras em grande número são plantadas pela população vizinha àquela área, esta segunda situação é que aumenta o número das espécies exóticas em nosso meio.

#### 5.4.1 Localização e identificação das espécies arbóreas

Os pontos representativos da localização das árvores nas praças foram num primeiro momento lançadas da Estação Total para o Programa AutoCAD e posteriormente subsidiaram a identificação e posicionamento das espécies *in loco* nas Praças Popular e 8 de Abril (Figura 45 e 46).

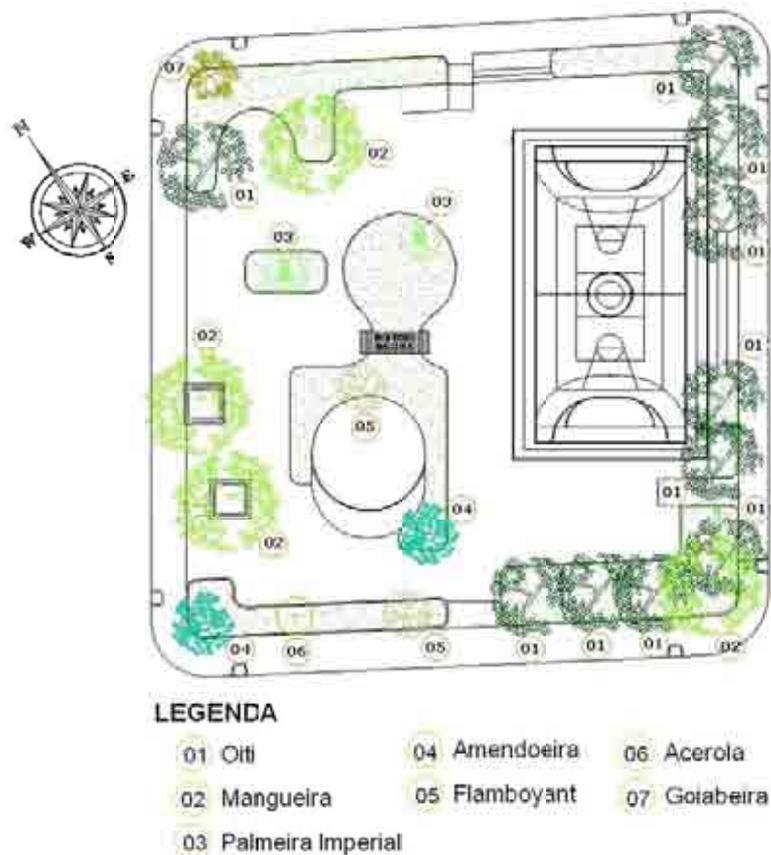


**Figura 45** - Posicionamento dos pontos de localização das árvores na Praça Popular: a) Pontos baixados da estação total; b) Representação do ponto com suas coordenadas; c) Posicionamento final dos pontos das espécies arbóreas



**Figura 46** - Posicionamento dos pontos de localização das árvores na Praça 8 Abril: (a) Pontos baixados da estação total; (b) Representação do ponto com suas coordenadas; (c) Posicionamento final dos pontos das espécies arbóreas

No inventário das espécies arbóreas da Praça Popular foram contabilizados 22 indivíduos, 07 famílias e 07 diferentes espécies, espacialmente distribuídas como apresentado na Figura 47.



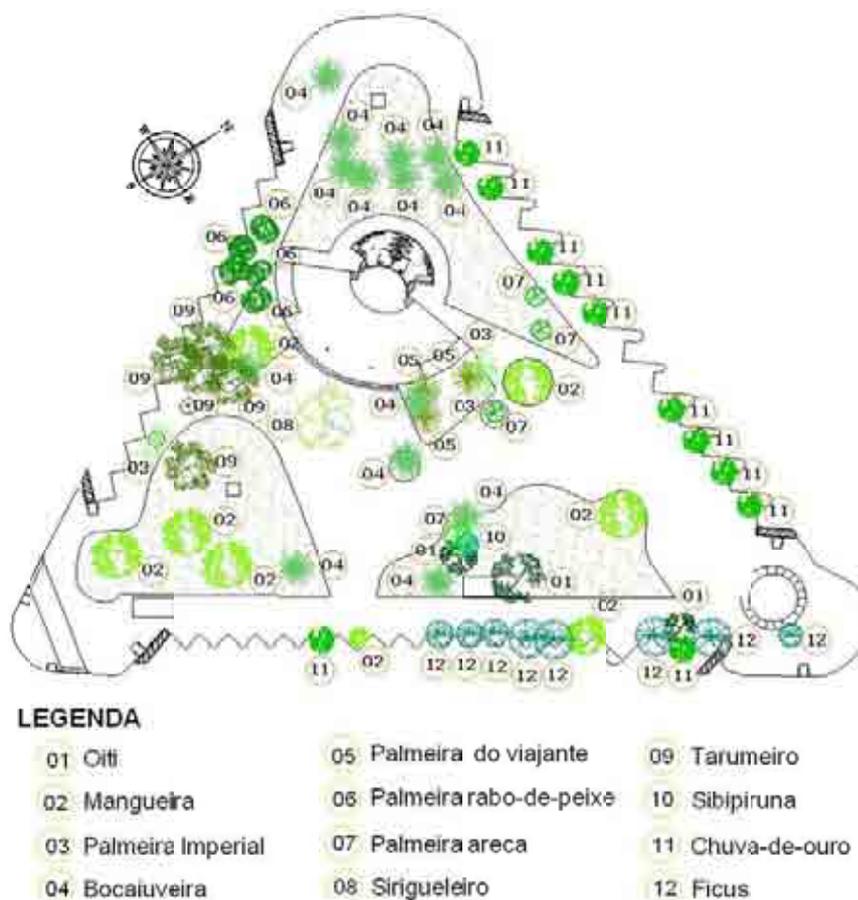
**Figura 47** - Posicionamento e identificação das espécies arbóreas existentes na Praça Popular

Na Praça Popular a espécie *Licania tomentosa*, popularmente conhecida como oiti, foi a que apresentou maior ocorrência, com 10 indivíduos, correspondendo a aproximadamente 45%. A espécie com a segunda maior ocorrência foi a *Mangifera indica*, conhecida como mangueira, sendo identificados 04 indivíduos num total aproximado de 18%. Representadas por 01 ou 02 espécies foram identificadas: *Roystonea oleracea* (Palmeira Imperial), *Terminalia catappa* (Amendoeira), *Delonix regia* (Flamboyant), *Malpighia emarginata* (Aceroleira), *Psidium guajava* (Goiabeira); os percentuais destas espécies variaram aproximadamente entre 5% e 9% (Tabela 8).

**Tabela 8** - Aspectos quantitativos das espécies arbóreas nativas (N) e exóticas (E) na Praça Popular

Nome Comum	Nome Científico	Família	Frequência absoluta	Frequência Percentual (%)	Origem
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	10	45%	N
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	04	18%	E
Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	Arecaceae	02	9%	E
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	02	9%	E
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Leguminosae	02	9%	E
Aceroleira	<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae	01	5%	E
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	01	5%	N
Total			22	100	

Na Praça 8 de Abril foram inventariados 66 indivíduos arbóreos, distribuídos em 09 famílias e 12 espécies diferentes e espacialmente organizados como apresentado na Figura 48.



**Figura 48** - Posicionamento e identificação das espécies arbóreas existentes na Praça 8 de Abril

Na Praça 8 de Abril a espécie *Acrocomia aculeata*, popularmente conhecida como bocaiuveira, foi a que apresentou maior ocorrência, com 14 indivíduos, correspondendo a aproximadamente 21%.

A espécie com a segunda maior ocorrência foi a *Cassia fistula*, conhecida como chuva-de-ouro, sendo identificados 11 indivíduos arbóreos num total de aproximadamente 18%.

As espécies mangueiras e ficus foram registrados num mesmo percentual de 12%. *Roystonea oleracea* (Palmeira Imperial), *Ravenala madagascariensis* (Palmeira viajante), *Caryota mitis* (Palmeira rabo-de-peixe), *Dypsis lutescens* (Palmeira areca), *Spondias purpurea* (Sirigueleiro), *Vitex polygama* (Tarumeiro), *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna). Os percentuais destas espécies variaram aproximadamente entre 2% e 8% (Tabela 9).

**Tabela 9** - Aspectos quantitativos das espécies arbóreas nativas (N) e exóticas (E) na Praça 8 de Abril

Nome Comum	Nome Científico	Família	Frequência absoluta	Frequência Percentual (%)	Origem
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	03	5%	N
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	08	12%	E
Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	Arecaceae	03	5%	E
Bocaiuveira	<i>Acrocomia aculeata</i>	Palmae	14	21%	N
Árvore-do-viajante	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Strelitziaceae	03	5%	E
Palmeira rabo-de-peixe	<i>Caryota urens</i>	Palmae	05	8%	E
Palmeira areca	<i>Dypsis lutescens</i>	Arecaceae	04	6%	E
Serigueleiro	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceas	01	2%	N
Tarumã	<i>Vitex polygama</i>	Verbenaceae	05	8%	N
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Leguminosae	01	2%	N
Chuva-de-ouro	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	11	17%	E
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	08	12%	E
<b>Total</b>			<b>66</b>	<b>100</b>	

#### 5.4.2 Diversidade e ocorrência

Em diferentes ambientes da área urbana de cidades brasileiras observa-se na arborização, certa uniformidade quanto ao emprego de algumas espécies, podendo-se supondo-se ser uma consequência da imitação da arborização de outros lugares e também da facilidade na obtenção de mudas ou sementes de espécies próximas. Esses fatores podem explicar a baixa diversidade, concentrando-se a maioria em um número reduzido de espécies.

Nas Praças Popular e 8 de Abril foram identificadas 16 diferentes espécies arbóreas, distribuídas em 12 famílias. Algumas espécies são comuns às 02 praças como a *Licania tomentosa*, *Mangifera indica* e a *Roystonea oleracea* (Tabelas 8 e 9).

Na Praça Popular as espécies *Licania Tomentosa* (45%) e *Mangifera indica* (18%) representaram 63% do total de árvores levantadas e na Praça 8 de Abril das 12 espécies identificadas, 04 *Acrocomia aculeata* (21%), *Cassia Fistula* (17%), *Mangifera indica* (12%) e a *Ficus benjamina* (12%) totalizaram 62% das árvores do local. O número de espécies indicam uma boa diversidade nos ambientes em estudo.

No entanto, quanto à distribuição dos indivíduos, foi registrada ocorrência elevada de algumas espécies, estando em desacordo com Grey e Deneke (1986), que recomendam que as espécies de maior frequência não ultrapassem os 15% do total, visto que porcentagens mais elevadas aumentam o risco da ocorrência de pragas e doenças. Segundo Biondi e Althaus (2005) é recomendada uma frequência máxima de 10% a 15% de indivíduos de dada espécie na arborização das cidades. Para Santamour Júnior (2002), recomenda não exceder mais que 10 % da mesma espécie, 20% de algum gênero e 20% de uma família botânica. É comum na arborização urbana ocorrer poucas espécies representando a maioria da população, mesmo não sendo uma situação desejável, quer por razões estéticas ou fitossanitárias (SILVA, 2000).

Alguns estudos realizados na área urbana de Cuiabá e proximidades reforçam os resultados encontrados nas praças pesquisadas. Observou-se a recorrência de algumas espécies em percentuais considerados elevados para garantia da diversidade.

Num estudo desenvolvido sobre as árvores das praças de 04 bairros do Centro Político Administrativo (CPA) em Cuiabá-MT, Rocha (2008) identificou: na Praça do CPA I 15 espécies, sendo que as espécies *Clitoria fairchildiana* (31%) e *Licania tomentosa* (19%), representaram 49% do universo; na Praça do CPA II, a *Ptychosperma elegans* representou 50% das espécies; no CPA III as espécies *Albizia lebbbeck* (26%) e a *Ficus benjamina* (18%) somaram 44%. Na Praça do CPA IV a *Ficus benjamina* e a *Licania tomentosa* representaram 64% das 31 espécies encontradas.

Estudos desenvolvidos em ambientes diferentes em bairros ou avenidas, mas também em áreas urbanas, mostraram também a grande quantidade de indivíduos das mesmas espécies. Percebe-se uma disseminação de alguns tipos de espécies cabendo uma análise mais ampla para melhor compreensão do aumento destas espécies em áreas urbanas em cidades brasileiras.

Fava (2004) num inventário realizado no bairro Boa Esperança em Cuiabá - MT identificou 1.060 árvores. Dessas 44% eram da espécie *Licania tomentosa* e 10% *Ficus benjamina*. Moura e Santos (2009) em um levantamento quali-quantitativo de espécies arbóreas e arbustivas na arborização viária urbana de 02 bairros da cidade de Várzea Grande (cidade que compõe a conurbação Cuiabá/Várzea Grande-MT), do

total de 352 indivíduos registrados, 35,23% eram da espécie *Ficus benjamina* e 33,81% eram da espécie *Licania tomentosa*.

Silva et al. (2002), em pesquisa semelhante realizada em Uberlândia – MG identificou 1.329 árvores e 30 espécies, sendo a *Licania tomentosa* representada por 430 indivíduos (32%) e a segunda árvore mais abundante o *Ficus benjamina* com 205 indivíduos (15%). Já em estudos de Ibiapina et al. (2007) em Teresina – PI observa-se que a *Licania tomentosa* foi a espécie mais representativa com 61% dos 105 indivíduos amostrados.

É importante o plantio de muitas árvores e plantas diferentes, pois caso ocorra algum problema com uma delas, existem outras para compensação da perda e para manutenção do equilíbrio ambiental. Além disso, é necessário o plantio de árvores de espécies diferentes, para que as espécies apresentem características variadas, tornado o conjunto dos indivíduos mais resistente.

### **5.4.3 A origem das espécies arbóreas**

O Brasil reconhecidamente possui uma das floras mais ricas do mundo, e com uma grande variedade de espécies arbóreas apropriadas para o ambiente urbano. No entanto, é comum o plantio de espécies exóticas mostrar-se superior ao das plantas nativas nas cidades. Segundo Lorenzi (2002), a utilização de espécies nativas é insignificante considerando-se a riqueza de nossa flora. Desde o início da colonização do Brasil a utilização de espécies exóticas foi a grande responsável pelo desaparecimento de muitos dos animais dos centros urbanos. As árvores em ambiente urbano estarão submetidas a condições distantes daquelas oferecidas em ambiente natural, portanto é necessário utilizar espécies que ocorram naturalmente na região em que a árvore será plantada para que seu crescimento, adaptabilidade e desenvolvimento não sejam comprometidos.

No inventário realizado nesta pesquisa, com relação à origem fitogeográfica das espécies arbóreas, constatamos que na Praça Popular foram 50% são nativas e 50% exóticas e na Praça 8 de Abril 64% são espécies exóticas e 36% nativas (Tabelas 8 e 9). A Tabela 10 apresenta os países de origem das espécies encontradas nas praças.

Matos e Queiroz (2009) afirmam que levantamentos realizados em diversas cidades brasileiras mostram a predominância de espécies exóticas, em alguns casos com mais de 80% das árvores plantadas. Lorenzi et al. (2003) informam que cerca de 80% da arborização urbana é constituída por árvores exóticas.

**Tabela 10** - Origem das espécies arbóreas das Praças Popular e 08 de Abril

Nome Comum	Nome Científico	Origem
Aceroleira	<i>Malpighia emarginata</i>	Antilhas, América Central
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i>	Malásia
Árvore-do-viajante	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Madagascar
Bocaiuveira	<i>Acrocomia aculeata</i>	Brasil
Chuva-de-ouro	<i>Cassia fistula</i>	Ásia
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	Índia, China, Filipinas, Tailândia, Austrália, Nova Guiné
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Madagascar
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Brasil
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Índia, Sudoeste Asiático
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	Brasil
Palmeira areca	<i>Dypsis lutescens</i>	Índia, Malásia
Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	Venezuela , Colômbia
Palmeira rabo-de-peixe	<i>Caryota urens</i>	Índia, Malásia
Serigueleiro	<i>Spondias purpurea</i>	Brasil
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Brasil
Tarumã	<i>Vitex polygama</i>	Brasil

Diversos trabalhos comprovam que a introdução de espécies exóticas na arborização urbana no Brasil é bastante comum. Em um estudo que detalha o predomínio de árvores exóticas na cidade do Rio de Janeiro, Santos; Bergallo e Rocha (2008) concluem que apenas 15,3% das espécies arbóreas na cidade são nativas, debatendo entre outros temas a importância da substituição das espécies exóticas por nativas e abordando os diversos motivos para esta mudança. Lindenmaier e Santos (2008), inventariando a arborização de 21 praças de Cachoeira do Sul-RS, registrou que do total de espécies, 42% são consideradas nativas da região e 58% exóticas. Dantas e Souza (2004) constataram que na cidade de Campina Grande-PB as árvores utilizadas foram 51,2% exóticas e 48,8% nativas. Caznok (2008) realizou levantamento da vegetação arbustivo-arbórea e espaços públicos no município de Criciúma-SC, das espécies amostradas, 39 (60%) são exóticas no Brasil.

Rezende e Santos (2010) realizando avaliação quali-quantitativa da arborização de praças do bairro Jaraguá em Uberlândia-MG registrou que das espécies encontradas 63,73% são exóticas. Em Pato Branco/PR, Silva et al. (2008) num estudo em 03 bairros da cidade constatou que 81,3% das árvores são exóticas.

Pesquisas realizadas em Cuiabá também investigaram espécies arbóreas em ambientes urbanos. Rocha (2008), levantando a arborização das Praças de 04 bairros (CPAI, II, III e IV) chegou a resultados diferentes, das espécies catalogadas 55,5% eram nativas, superando a quantidade das exóticas. Moura e Santos (2009), verificando arborização viária urbana em bairros de Várzea Grande-MT concluiu que 54% eram exóticas e 46% nativas. Fava (2004) em sua pesquisa no Bairro Boa Esperança em Cuiabá-MT relata que as espécies arbóreas exóticas correspondem a 54,5%.

A crescente substituição da flora nativa por plantas exóticas altera o ambiente natural que resta nos centros urbanos. Agravamento maior ocorre quando algumas espécies exóticas introduzidas na arborização são invasoras biológicas (SILVA et al., 2008a). Essas espécies podem causar diversos danos ao ambiente, como a perda da biodiversidade; modificações dos ciclos; características naturais dos ecossistemas atingidos; alteração fisionômica da paisagem natural, dissociando o local da região fitoecológica onde se insere e, algumas vezes, consequências econômicas vultosas (MACHADO et al., 2006). O potencial de espécies exóticas de alterar sistemas naturais é tão grande que as plantas invasoras são, hoje, a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade perdendo somente para a destruição direta do homem (ZILLER, 2001).

A utilização preferencial de espécies exóticas na arborização de ambientes urbanos em especial nas áreas verdes pode ser atribuída em parte pelas tendências paisagísticas anteriores, pois, espécies de grande beleza estão espalhadas por todo o mundo, e o Brasil é um país que agrega diversas culturas. O conhecimento acerca da riqueza e da flora nativa do Brasil ainda é um campo em estudo, havendo assim desconhecimento por parte do poder público, tornando a implementação de projetos que visem uma melhor adequação das espécies arbóreas nas áreas urbanas uma questão ainda por resolver.

#### 5.4.4 As árvores das praças e algumas características morfológicas importantes para o sombreamento

Nas árvores em seu habitat natural, fatores como porte, tipo e diâmetro da copa, hábito de crescimento das raízes e altura da primeira bifurcação se comportam de forma diferente do que ocorre na cidade. Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas abordando características morfológicas das espécies arbóreas avaliando suas influências no ambiente urbano sob diversos aspectos: calçamentos, espaço para o desenvolvimento das espécies, rede aéreas de energia elétrica e outras, iluminação pública, microclima urbano, estética, sanidade, e outros. Para esta etapa do trabalho os aspectos abordados foram: o porte das árvores, o diâmetro das copas e a folhagem. Estas características interferem no sombreamento proporcionado pelas árvores nas praças em estudo, influenciando na mudança do ambiente térmico.

Em relação a aspectos da forma, os autores consideraram que indivíduos com copas amplas, com alta densidade de folhas largas e espessas na copa, perenifólios, e de arquitetura arbórea aberta resultem em maior conforto térmico. Junto a essas características de forma foram também consideradas as características peculiares a cada elemento componente da árvore.

#### 5.4.5 O porte da cobertura arbórea das praças

A Praça Popular possui um grande número de indivíduos arbóreos de grande porte, por exemplo, 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% foram classificados nesta categoria, estando também incluídos todos os oitizeiros e mangueiras deste local, correspondendo respectivamente a 71% e 28% (Tabela 11).

**Tabela 11** - Inventário dos indivíduos arbóreos quanto ao porte nas Praças Popular e 8 de Abril

Local	Parâmetros das árvores	Porte		
		Pequeno	Médio	Grande
Praça Popular	Altura total da árvore	1%	23%	64%
	Diâmetro da copa	14%	-	86%
Praça 8 de Abril	Altura total da árvore	32%	26%	42%
	Diâmetro da copa	23%	39%	38%

Na Praça Popular estas 02 (duas) espécies são responsáveis por uma parcela importante da área de sombreamento das superfícies do solo. 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. O oitizeiro é uma árvore com fuste bem definido, copa arredondada e fechada, com folhagem densa, conferindo-lhe excelente sombra, sendo uma espécie recomendada para arborização de praças e parques.

Conforme Almeida Junior (2005), a *Licania tomentosa* (oiti) é amplamente utilizada na arborização em Mato Grosso, por sua excepcional adaptação as condições locais e devido às alterações microclimáticas positivas em função do sombreamento promovido.

A outra espécie que constitui uma grande parcela do sombreamento nesta praça é a *Mangífera indica* (mangueira). Representada no local por 04 indivíduos arbóreos de significativa projeção das copas, apresentando grande porte, sombra densa e folhagem perene, estas árvores são elementos importantes do ponto de vista do conforto ambiental neste ambiente.

Na Praça 8 de Abril a distribuição dos percentuais de classificação quanto ao porte apresentam-se equilibrados, não havendo nenhum destaque acentuado. Entre as árvores de grande porte quanto à altura, correspondentes a 42% neste local, pode-se identificar como espécies de sombreamento importante as mangueiras e os tarumeiros, que correspondem à 32%, estas 02 espécies estão distribuídas na praça formando grupos de árvores e proporcionando ao ambiente um sombreamento atrativo para os usuários da praça; também foram registradas neste grupo a ocorrência da sibipiruna e da serigueleira, porém representadas por 01 indivíduo.

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 longo, o que não contribui de maneira eficaz para o bloqueio dos raios solares.

Nas árvores de médio porte, pode-se dar destaque às chuvas-de-ouro que são numerosas na praça; os indivíduos desta espécie possuem copa arredondada e não muito densa em função da arquitetura da espécie. A chuva-de-ouro, isolada ou em pequenos grupos se torna um centro de atenção no jardim, durante sua floração,

sendo muito utilizada para funções paisagísticas. É uma árvore de crescimento rápido, sendo indicada para utilização em parques, praças, jardins e avenidas.

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 constituiu 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.

Aguiree Jr. e Lima (2007) demonstraram por meio de discussões e imagens das cidades de Piracicaba/SP, Campinas/SP e Maringá/PR, que a substituição generalizada de árvores de médio e grande porte por arbustos nas cidades brasileiras, é uma medida que deveria ser repensada pelo gestor público e cidadãos devido à conseqüente redução da qualidade de vida e dos benefícios financeiros antes propiciados pela cobertura arbórea com árvores de médio e grande porte. De acordo com os autores as cidades que optaram pela manutenção da arborização de grande porte, têm, atualmente, grande diferencial em termos de qualidade de vida, comparando-se àquelas que optaram pela sua substituição por arbustos, por espécies de pequeno porte, ou ainda, pela não reposição dos indivíduos suprimidos. Os autores ainda concluem que a utilização de árvores no meio urbano pode reduzir as conseqüências dos fenômenos das alterações climáticas globais.

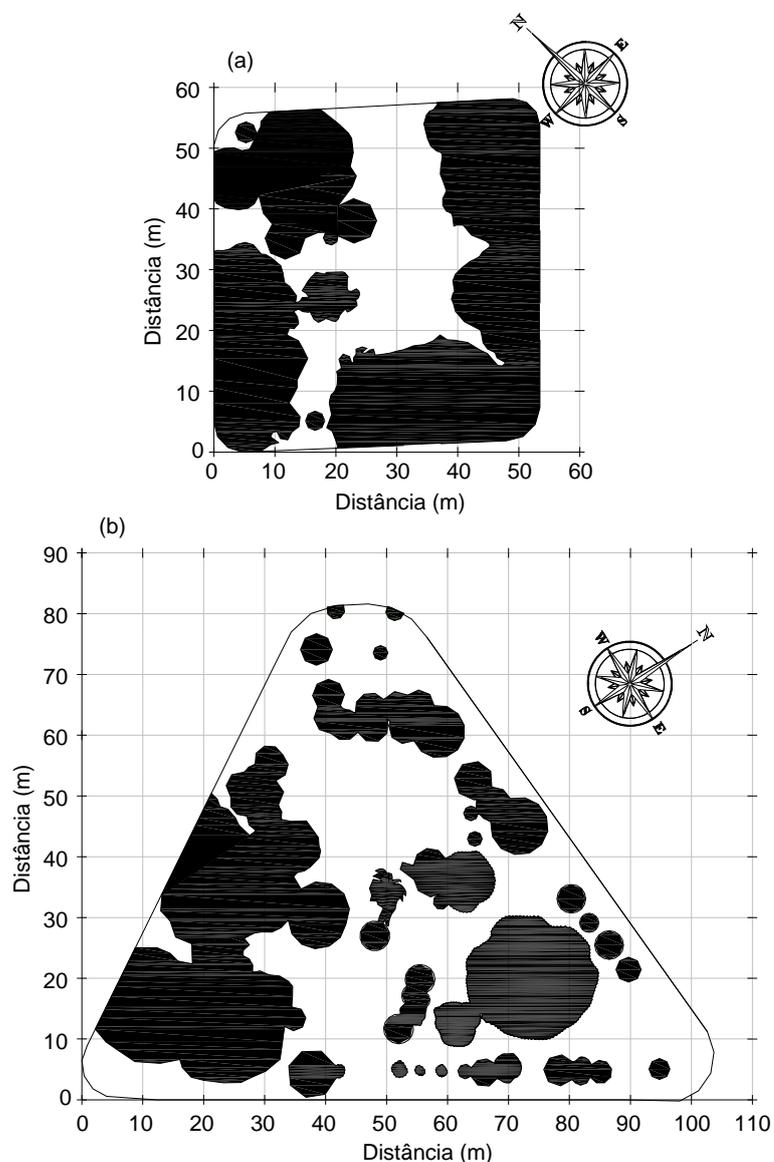
#### **5.4.6 Índices de sombreamento e densidade da vegetação arbórea**

A análise dos índices de sombreamento e densidade da vegetação arbórea das Praças baseou-se na localização das espécies e nas medidas da projeção das copas nas superfícies do solo dos locais de estudo, informações obtidas como descrito na metodologia. Com auxílio do *software* AutoCAD-2010 e utilizando estas informações produziu-se um mapeamento do sombreamento estimado (Figura 49), projetado pelas copas das árvores, que também permitiu a realização do cálculo das áreas, sendo posteriormente estimados o ISA e o IDA (equações 1 e 2).

A Praça Popular apresentou ISA de 67,71% (Figura 49a) correspondendo a uma área aproximada de 2012,20 m<sup>2</sup> (Figura 49), que é uma porcentagem bastante 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.

Já com relação ao segundo índice calculado, o IDA foi 0,74 árvores para cada 100m<sup>2</sup>, quando o índice ideal é que tenha pelo menos 1 árvore a cada 100m<sup>2</sup>.

Relacionando os dois índices pode-se dizer que mesmo apresentando um IDA inferior ao mínimo recomendado, o ISA mostrou-se elevado em virtude das árvores da praça serem em sua maioria espécies de grande porte e de características favoráveis de sombreamento.



**Figura 49** - Área de sombreamento na Praça Popular (a) e Praça 8 de Abril (b)

A Praça 8 de abril apresentou ISA de 44,14% (Figura 49b), equivalente a 2297,64 m<sup>2</sup> de sua área total de superfície. O índice recomendado para as áreas onde predominam o comércio é de 30% e considerando que a praça fica em uma área onde predominam os serviços e comércio, temos então um índice aceitável.

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

Relacionando os 02 índices pode-se dizer que 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.

Ao longo do dia foram observadas áreas de sombreamento diferentes, em virtude da orientação solar e também das edificações do entorno. Pode-se afirmar que quanto maior o sombreamento em projeção como descrito na metodologia, maior também será ao longo do dia nas diversas posições relativas da terra. Ao final do dia foi possível verificar que as duas praças ficam quase totalmente sombreadas.

No que diz respeito à quantificação, Oke (1973) apud Lombardo (1985) estima que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto (NUCCI e CAVALHEIRO, 1999).

Vasconcellos e Reis-Alves (2005) e Vasconcellos e Corbella (2007) destacam a importância da vegetação no bioclimatismo por meio de uma análise bioclimática em praças do Rio de Janeiro, destacando a radiação solar e o fator visão do céu do entorno. Foi constatado que a qualidade dos espaços aumenta em relação à área sombreada, pois protege os usuários dos efeitos negativos do clima e reduz a sua exposição à radiação solar direta, a temperatura do ambiente e o ofuscamento causado pelas superfícies dos materiais de revestimento.

#### 5.4.7 Índice de Área Foliar (IAF) das espécies arbóreas nas praças

Segundo Givoni (1991), a implantação de indivíduos e agrupamentos arbóreos, assim como as áreas verdes, deve priorizar as sombras para a regulação da radiação e da ventilação para obter o ganho de calor através da radiação.

O estudo da sombra permite a aplicação desses conceitos na avaliação do conforto ambiental, térmico e luminoso.

De acordo com Bonan (1997) o sombreamento das árvores pode agir para esfriar a atmosfera por baixo, simplesmente por interceptar radiação solar. As áreas sombreadas por vegetação apresentaram melhor qualidade térmica que as áreas expostas à radiação solar no diurno de acordo com Cavalcante (2007) que verificou melhoria nas condições de microclima em três praças no município de Maceió.

Através de suas folhas, absorve de 15 % a 35% da energia luminosa recebida, deixa passar entre 30% a 50% e reflete o restante, cerca de 30% a 40%, no diurno (LANDERT, 1982). Rivero (1986) afirma que a vegetação absorve aproximadamente 90% da radiação visível e 60% da radiação infravermelha, sendo o restante transmitido ou refletido pelas folhas.

A entrada da radiação solar em uma cobertura vegetal depende das características dos elementos vegetais (tamanho, textura, espessura e orientação das folhas e galhos) e da estrutura da vegetação (altura das árvores, continuidade do dossel, densidade de indivíduos e densidade foliar), expressa entre outros parâmetros pela área foliar (AF) e pelo índice de área foliar (IAF). Consequentemente, o balanço de radiação solar e terrestre altera-se em função das características do dossel, estando a absorção, emissão, transmissão e reflexão também influenciados por essas propriedades do ambiente.

Nesta pesquisa a variação nos valores de IAF se deu em função das diferentes espécies arbóreas na Praça Popular (Tabela 12) e Praça 8 de Abril (Tabela 13).

A Praça Popular apresentou média do IAF de  $5,1 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ , IAF superior ao da Praça 8 de Abril que foi  $4,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ . O maior IAF na Praça Popular pode ser atribuído à presença do número maior de espécies de espécies de grande porte e copas mais densas como exemplo os oitis e as mangueiras.

Na Praça Popular, a espécie predominante foi o Oiti (*Licania tomentosa*), seguido pela mangueira (*Mangífera indica*), com IAF  $5,64 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$  e  $5,48 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ ,

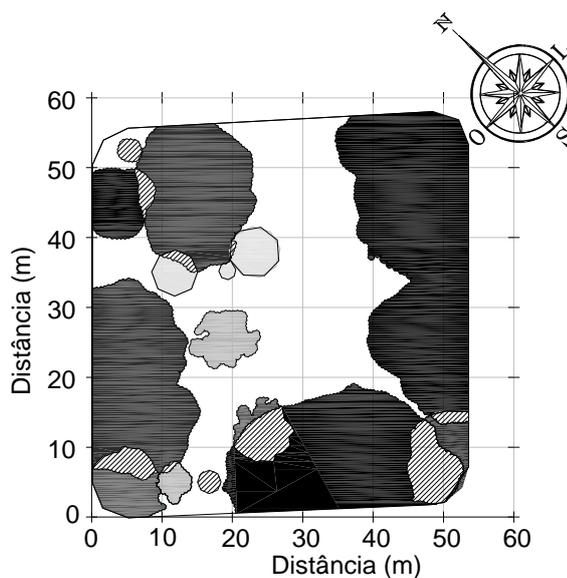
respectivamente. Outras espécies, como flamboyant (*Delonix regia*), amendoeira (*Terminalia catappa*) e palmeira imperial (*Roystonea oleracea*) foram identificadas em menor quantidade com IAF variando entre 2,79 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup> e 4,50 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup> (Tabela 12).

**Tabela 12** - 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> )	IAF médio (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
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	<i>Terminalia catappa</i>	3,89	4,19
6	Amendoeira		4,50	
17	Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	2,87	2,87
18	Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	2,79	2,79

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

O ISA desta praça esta representado em 55% por espécies de IAF superior a 5,0m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup>(Figura 50).



#### LEGENDA

Símbolo	IAF (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	ISA (m <sup>2</sup> )
	5,64	1013,56
	5,48	604,31
	4,19	68,09
	2,87	74,64
	2,79	70,97
	Sem registro de IAF - Espécies sem registro de dados - Sobreposição de espécies diferentes	182,06

**Figura 50** - Distribuição do valor médio de índice de área foliar (IAF) na Praça Popular.

Na Praça 8 de Abril, a espécie predominante foi a bocaiuveira (*Acrocomia aculeata*), seguida pela mangueira com IAF 3,89 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup> e 4,7 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup> respectivamente. Outra espécie em quantidade significativa foi a chuva-de-ouro (*Cassia fistula*) com IAF de 3,1 m<sup>2</sup>m<sup>-2</sup>, e outras espécies como: oiti, palmeira imperial, palmeira rabo de peixe e sirigueleiro com IAF para estas últimas espécies (Tabela 13). 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.

Muitos outros fatores podem interferir nos resultados obtidos em medições de IAF, 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.

**Tabela 13** - Descrição das principais características as espécies arbóreas, nome popular e científico e índice de área foliar ( $m^2m^{-2}$ ) na Praça 8 de Abril.

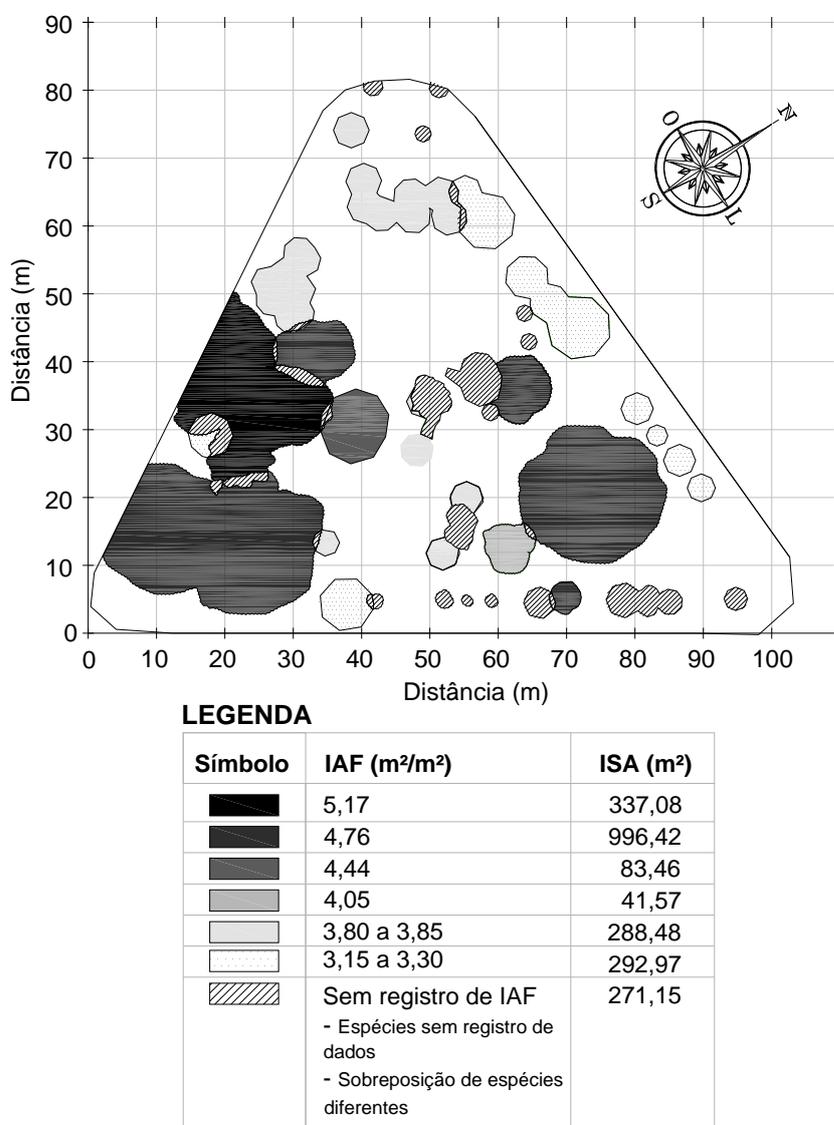
Identificação	Nome popular	Nome científico	IAF ( $m^2m^{-2}$ )	IAF médio ( $m^2m^{-2}$ )
21	Tarumeiros	<i>Vitex polygama</i>	5,17	5,17
1	Mangueira		4,73	
2	Mangueira		4,60	
3	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	4,61	4,76
7	Mangueira		4,34	
8	Mangueira		5,52	
22	Sirigueleiro	<i>Spondias purpurea</i>	4,44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

Na Praça 8 de Abril 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. Destaca-se ainda que deste total  $996,42m^2$  (43,3% da área sombreada) correspondendo a um IAF de  $4,76 m^2m^{-2}$ , que foi o valor médio encontrado para as mangueiras (Figura 51).

O ISA desta praça esta representado em 6% e em 28% respectivamente por espécies de IAF superior a  $5,0 m^2m^{-2}$  e  $4,0 m^2m^{-2}$  (Figura 51). Indicando que as regiões com sombreamento de melhor qualidade ocupam menor parcela da praça.

As duas espécies destacadas pela área sombreada e por seus valores de IAF, são espécies com características que favorecem a interceptação da radiação solar. 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 (Figura10) com intenso tráfego de

veículos, e conseqüentemente maior poluição atmosférica, sonora e visual que dificultam o adequado desenvolvimento das espécies arbóreas.



**Figura 51-** Distribuição do valor médio de índice de área foliar (IAF) Praça 8 de Abril

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 (Jansen et al., 2009), isso porque o sombreamento dentro de um dossel efetivamente reduz a radiação influenciando sobre T sob o dossel das 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 et al., 2011).

Os valores encontrados para as praças estudadas foram quantitativamente de acordo com Carreire et al. (2005) que identificaram valores de IAF de  $3,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  e  $4,2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  em floresta tropical primária e secundária, respectivamente. Pelo trabalho apresentado por Sanches et al. (2008), que compara três métodos diferentes para estimativas de IAF em floresta de transição Amazônia Cerrado, nota-se que a utilização de métodos diferentes, interferem nos resultados encontrados.

Arias et al. (2007) avaliaram o IAF em espécies arbóreas como *Alchorneoides H.* (IAF  $1,99 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ) e *Terminalia amazonia* ( $1,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ) e *Gmelina arborea* ( $5,63 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ) e observaram que as mesmas espécies com a mesma idade, apresentaram uma enorme variação do IAF. Os autores concluíram que os valores de IAF foram fortemente afetados por variações nos fatores ambientais locais.

Hardin e Jensen (2007) verificaram em zonas urbanas e suburbanas em Terre Haute, EUA que para cada unidade de aumento no IAF, a temperatura da superfície diminuiu  $1,2^\circ\text{C}$ .

Em estudos recentes, Mohamad et al. (2010) analisaram o índice de área foliar (IAF) e o rendimento térmico baseado na distinção entre as árvores na cidade do Cairo no Egito, indicando qual a melhor espécie com relação a interceptação da radiação direta e as redução da temperatura do ar imediata. Os resultados indicaram que uma árvore de folhas lisas, de IAF igual a um, o sombreamento do solo não cumpriu cerca de 50% de interceptação da radiação direta e esse valor pode ser usado como uma referência para a seleção de árvores urbanas.

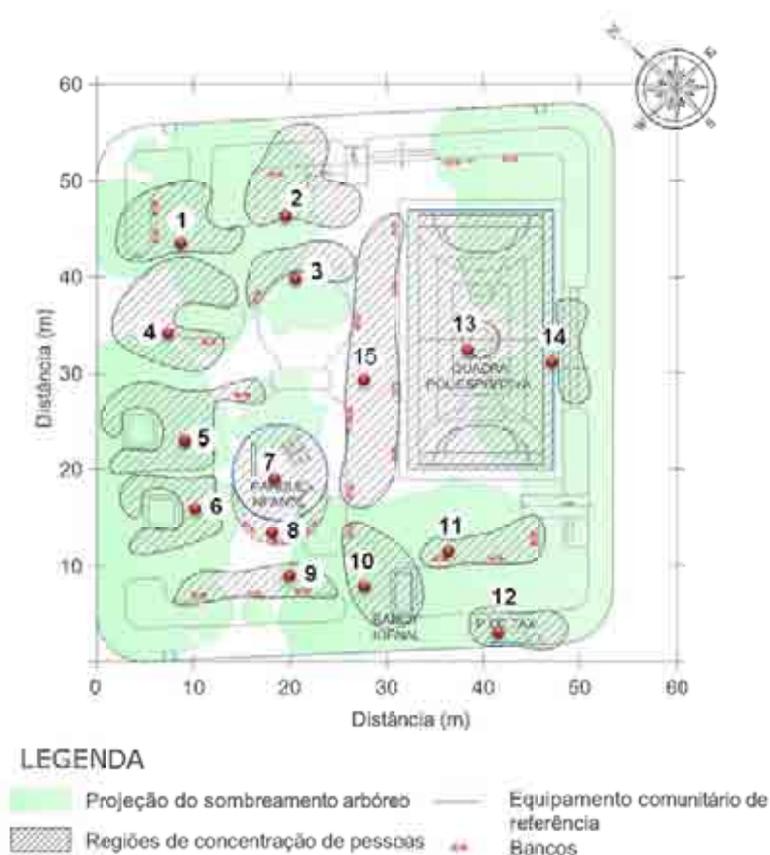
Nas praças em estudo algumas superfícies calçadas receberam insolação desde as primeiras horas do dia, em função de fatores como: orientação solar, maiores alturas do fuste em parte das espécies, menores diâmetros das copas e características do dossel das espécies arbóreas. Estas áreas aquecidas provavelmente fazem com que além da radiação solar, as radiações de onda longa emitidas pelas superfícies influenciem na temperatura do ar.

## 5.5 OS MAPAS COMPORTAMENTAIS

Pela análise observacional do comportamento das pessoas quanto ao uso das praças, foram identificadas e marcadas nas plantas as regiões onde se verificou nos períodos de coleta de dados a concentração de pessoas ao longo do dia. Para o tratamento dos dados, o posicionamento de cada região foi representado pontualmente por coordenadas (x e y) próximas aos locais de maior uso. Será apresentado a seguir o comportamento em cada uma das praças em estudo.

### 5.5.1 Praça Popular

Na Praça Popular foram identificadas 15 regiões de uso preferencial pelos visitantes (Figura 52). As regiões de maior uso foram percebidas nos diversos horários do dia e com comportamentos diferenciados em cada local.

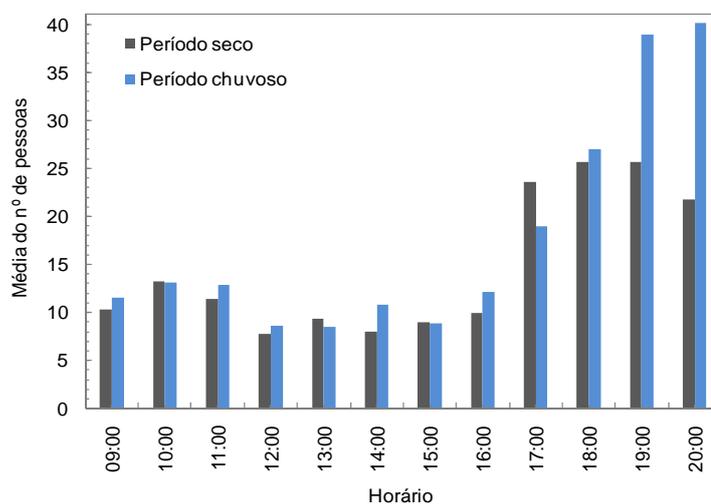


**Figura 52-** Representação das regiões de concentração de usuários da Praça Popular nos períodos de coleta de dados

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.

A concentração média do número usuários nas localidades da Praça Popular quanto aos horários do dia apresentaram comportamento semelhante nos dois períodos em estudo. Um aumento de pessoas na praça é observado nos horários das 19h às 20h durante o período seco. Este aumento pode estar relacionado à inauguração de um novo restaurante no entorno da praça (Figura 53).

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 vespertino (12h às 16h) (Figura 53). A praça foi frequentada em média por dia (entre 9h e 20h) por 175 e 211 pessoas, respectivamente, nos períodos seco e chuvoso e por 15 e 18 pessoas em média por hora para os mesmos períodos. No período seco, 55% deste uso ocorreu entre 17h e 20h, enquanto que no chuvoso para o mesmo intervalo de horário o uso foi de 59% dos visitantes do total do dia médio.



**Figura 53** - Representação do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular nos períodos de coleta de dados durante os horários de registro

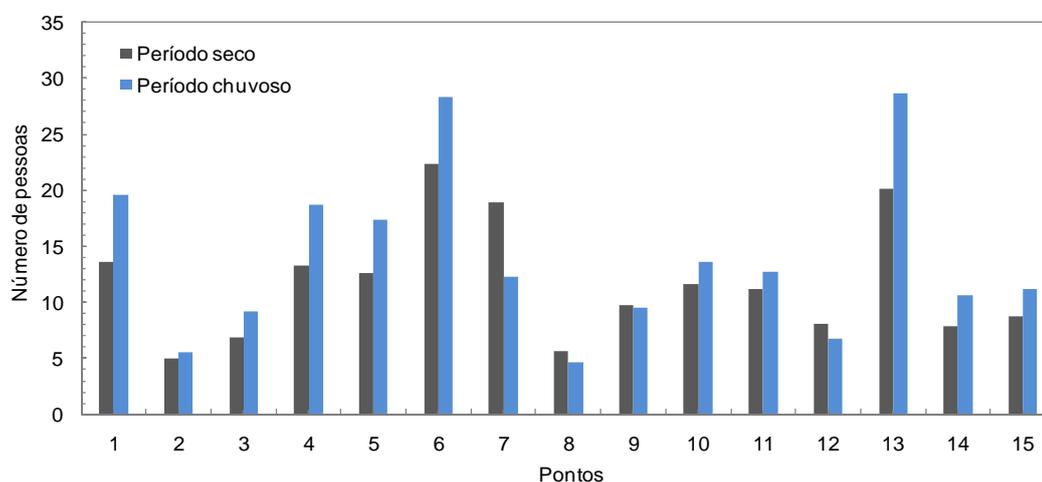
No período seco o horário de maior visitação em média foi às 18h com 26 pessoas e a menor às 14h com 8 pessoas. No período chuvoso o maior registro

referiu-se às 20h com 40 pessoas, próximo ao das 19h com 39 pessoas; e o menor às 13h com 9 pessoas.

O comportamento médio da frequência do número de usuários nas regiões da praça indicou semelhança entre os períodos seco e chuvoso e houve um aumento no uso desta praça no período chuvoso (Figura 54).

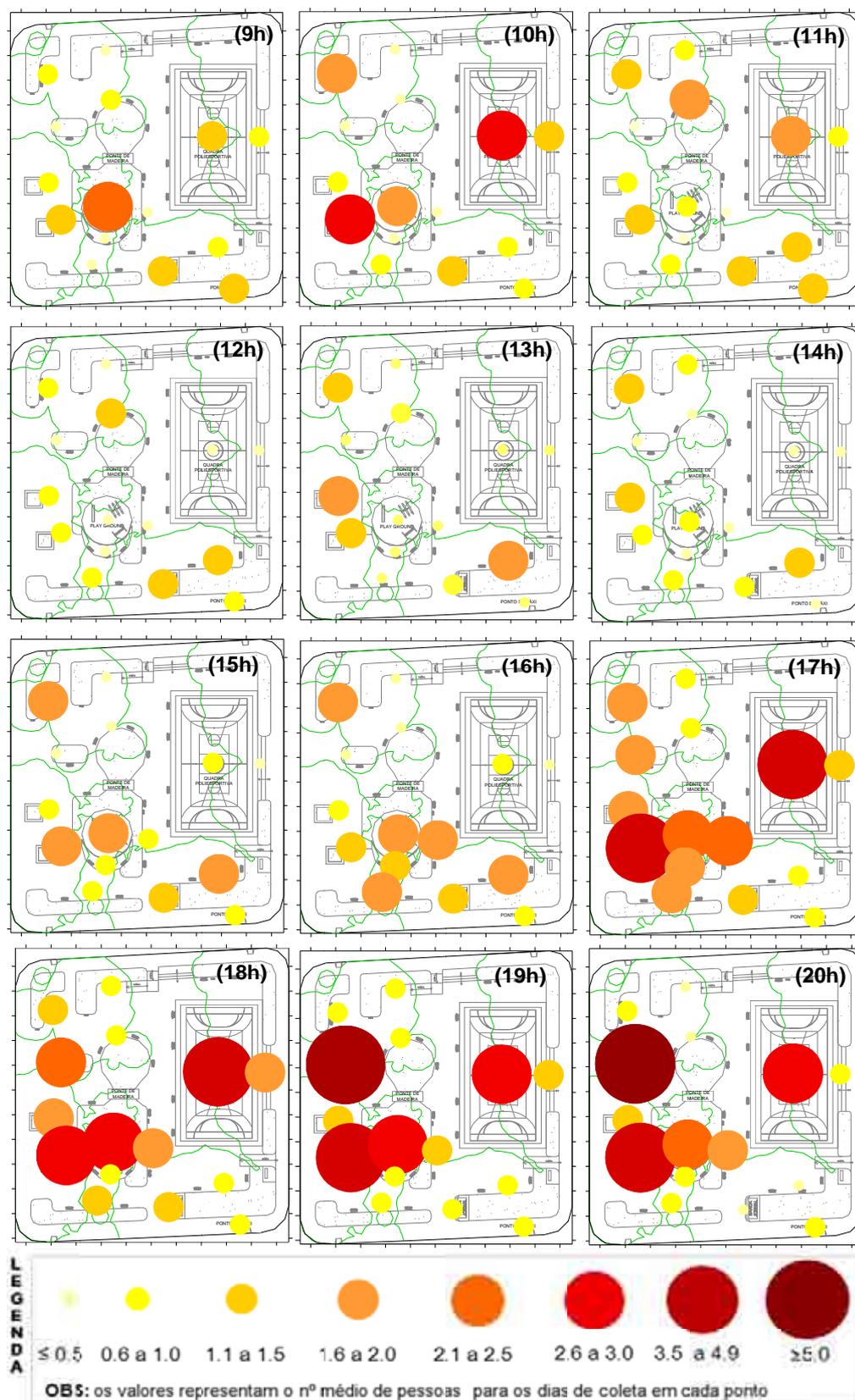
Para o período seco, a região de maior utilização na praça foi àquela identificada como ponto 6, onde em média ao longo do dia, 23 pessoas frequentaram o local, sendo o uso médio de 2 pessoas por hora. Este lugar refere-se à região das proximidades do parque infantil. Já os pontos 13 e 7 foram visitados respectivamente por 20 e 19 pessoas (uso médio por hora, respectivamente de 1,7 e 1,6 pessoas), sendo estas áreas as da quadra poliesportiva e do parque infantil (Figura 54).

Para o período chuvoso, a região de maior utilização na praça também foi o ponto 13 (quadra poliesportiva) com uso médio por dia de 31 pessoas neste local e uso médio por hora de 2,3 pessoas. Seguem-se pela ordem decrescente de uso, os pontos 6 (proximidades do parque infantil) e 1, respectivamente com utilização por 31 e 21 pessoas (uso médio por hora, respectivamente de 2,3 e 1,6 pessoas), sendo estas áreas as da quadra poliesportiva e do parque infantil (Figura 54).

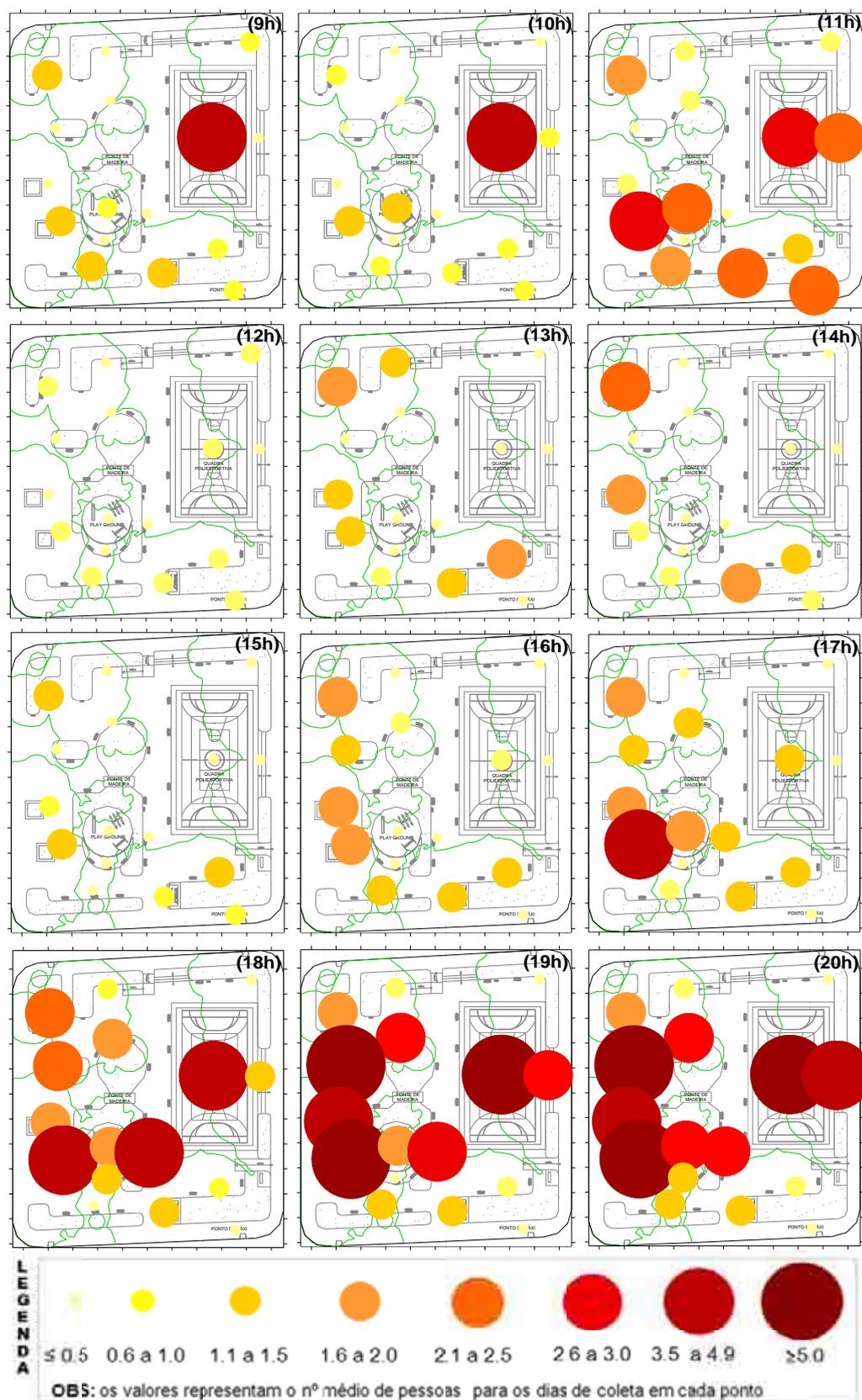


**Figura 54** - Representação do número médio de pessoas quanto à distribuição espacial na Praça Popular nos períodos de coleta dados.

É possível observar por meio das Figuras 55 e 56 a distribuição espacial de todas as regiões identificadas na Figura 52 e sua utilização em todos os horários e períodos de coleta de dados.



**Figura 55** - Mapas comportamentais horários da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular no período seco



**Figura 56** - Mapas comportamentais horários da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça Popular no período chuvoso

Para melhor discussão destes resultados estabeleceu-se:

- a) matutino: 9h às 12h;
- b) vespertino: 13h às 17h;
- c) noturno: 18h às 20h.

No *período matutino*, os espaços em que foram registrados os maiores números de usuários são aqueles em que são desenvolvidas atividades voltadas às práticas de lazer, esportiva ou de prestação de serviços e também àqueles ambientes onde há relação de proximidade espacial com o uso destes equipamentos: parque infantil, quadra poliesportiva, ponto de táxi e banca de jornal. Neste período o horário em que a praça esteve mais vazia foi às 12h.

No período seco, o parque infantil (ponto 7) tem uso mais intenso às 9h (primeiro horário) e vai gradativamente reduzindo até às 12h, o que pode estar relacionado ao horário em que as crianças já estão acordadas e podem tomar sol (conforme recomendações médicas). A região nas proximidades deste parque (ponto 6) também é frequentada nestas horas com uso semelhante ao do parque, o que pode ser inferido à utilização destes locais pelos acompanhantes das crianças.

Ainda para este mesmo período o uso da quadra poliesportiva (ponto 13) é mais intenso às 10h e vai reduzindo até às 12h. Para este ambiente a utilização destacada está relacionada à prática de atividades esportivas de grupo (futsal, basquete ou vôlei) o que leva muitas pessoas ao mesmo tempo e ao mesmo local; o em início um horário e diluição no horário seguinte tem relação com a duração das atividades.

Quanto à banca de revista (ponto 10) e ao ponto de táxi (ponto 12) há uma procura semelhante, porém sem um forte destaque em todos os horários. Pode-se supor que isto se deve à presença do próprio prestador de serviço em todos os horários, o que garante a utilização por pelo menos uma pessoa em todas as horas, por serem horários comerciais.

No período chuvoso, o local mais frequentado pela manhã foi a quadra poliesportiva (ponto 13), ocupada de 9h as 11h. Observa-se que o parque infantil e sua área vizinha foram mais intensamente procurados no horário de 11h, mais tarde do que a procura no seco o que deve ter ocorrido em função do “horário de verão”. Também para este o horário de 12h foi o de menor procura pela manhã.

No *período vespertino*, de um modo geral há uma redução no número de pessoas na Praça até às 16h, aumentado a partir das 17h. Este comportamento pode ser percebido nos dois períodos do ano em que foram realizadas as coletas de dados.

No período seco no horário de 14h a praça mostra-se quase vazia. Entre 15h e 16h nota-se que alguns frequentadores se instalam no parque infantil (ponto 7) e em regiões onde há bancos sob as copas de árvores sombrias (pontos 1, 6 e 11), estando entre estes pontos aquele vizinho ao parque (ponto 6). Nos horários em que há poucas pessoas na praça, pode-se supor 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.

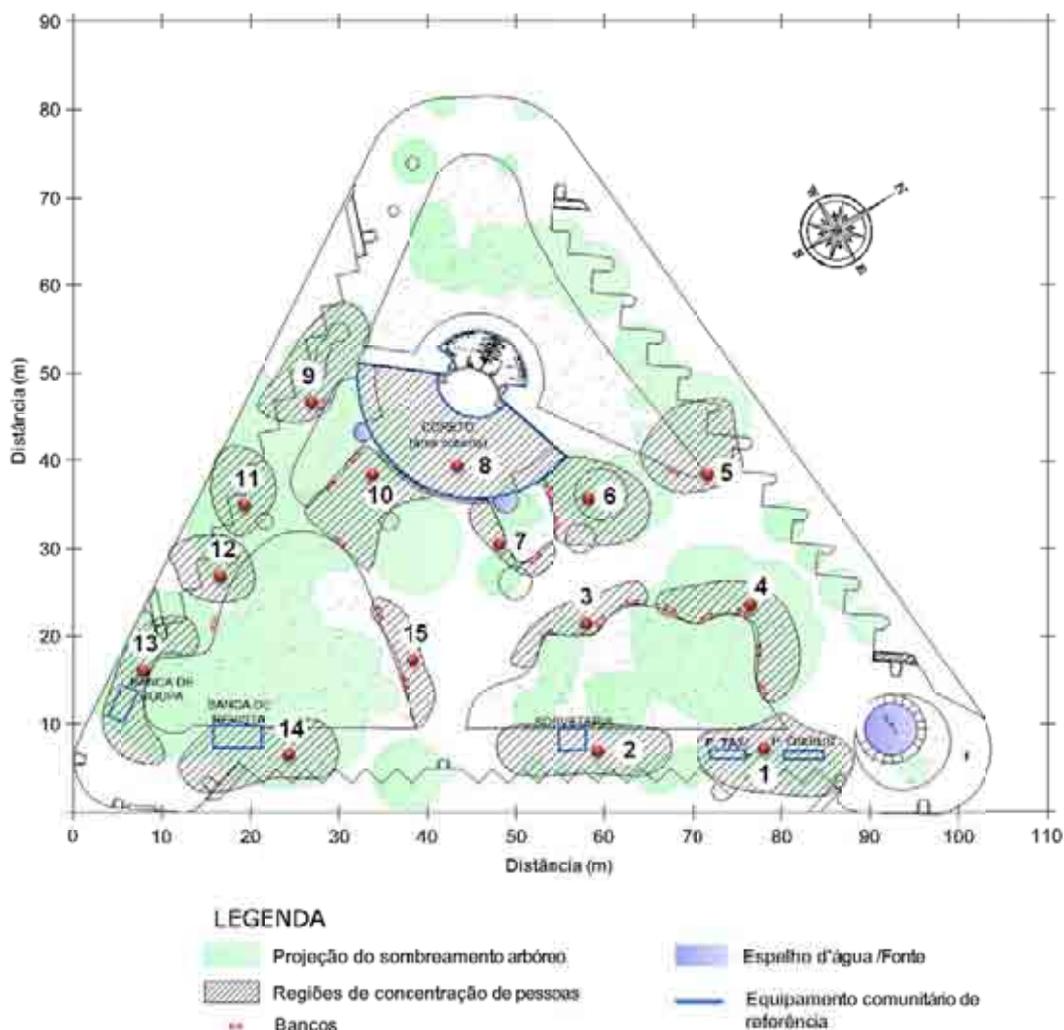
No período chuvoso também é possível fazer as mesmas verificações que no seco, com uma redução da procura pela quadra poliesportiva (ponto 13).

No *período noturno* há uma acentuada intensificação na utilização da praça como um todo. Os pontos de prestação de serviços frequentados pela manhã e à tarde (ponto de táxi-12 e banca de jornal-10) têm seu uso reduzido nos horários da noite, no entanto nota-se uma intensa procura pelo ponto 4 (ponto do “churrasquinho”). O ponto 4 foi o ponto mais frequentado nos períodos seco e chuvoso, os outros pontos são o parque infantil, a quadra poliesportiva e aqueles que têm relação de proximidade espacial com o uso destes equipamentos, como já discutido anteriormente. 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).

### **5.5.2 Praça 8 de Abril**

Na Praça 8 de Abril foram identificadas 15 regiões de uso preferencial para os períodos seco e chuvoso (Figura 57). As regiões de maior uso foram percebidas

nos diversos horários do dia e com comportamentos diferenciados em cada local.



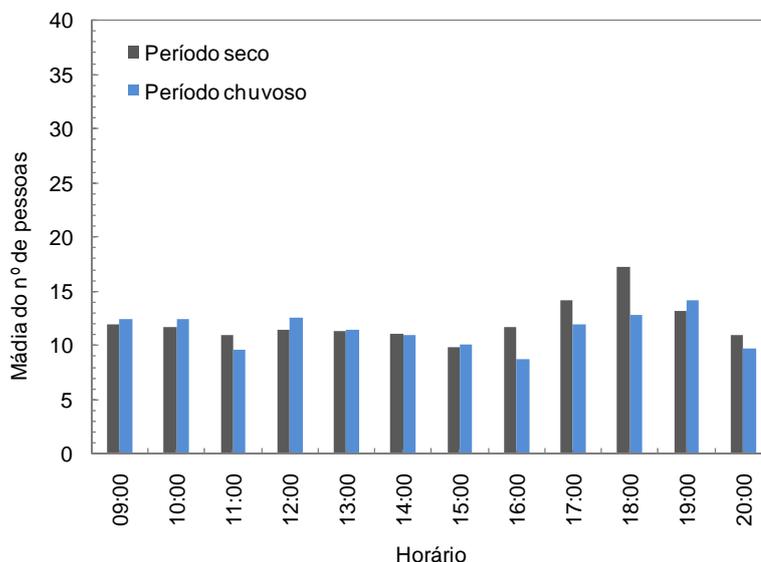
**Figura 57** - Representação das regiões de concentração de usuários da Praça 8 de Abril nos períodos de coleta de dados

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.

Observa-se que a concentração média do número usuários nas localidades da Praça 8 de Abril quanto aos horários do dia apresentaram comportamento semelhante nos dois períodos em estudo. Os maiores registros foram observados nos horários das 16h, 17h e 18h do período seco (Figura 58).

Um ponto a se considerar para este local é que, mesmo havendo diferenças entre os diversos horários, estas são pequenas, indicando que houve um equilíbrio na

visitação deste local no decorrer do dia (Figura 58). Há um maior uso da praça ao entardecer e início da noite (16h às 19h). A praça foi frequentada em média por dia por 146 e 137 pessoas (entre 9h e 20h), respectivamente nos períodos seco e chuvoso e por 10 pessoas em média por hora nos dois períodos.



**Figura 58** - Representação do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril nos períodos de coleta de dados durante os horários de registro de dados

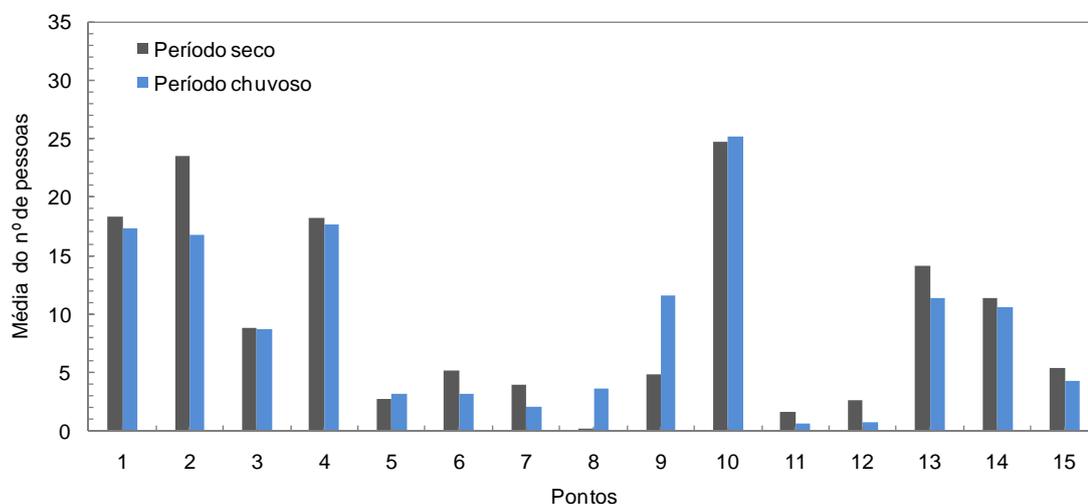
No período seco o horário de maior visitação em média foi o das 18h com 18 pessoas e a menor às 15h com 10 pessoas. No chuvoso o maior registro refere-se ao das 19h com 14 pessoas e o menor às 16h com 9 pessoas.

O comportamento médio da frequência do número de usuários nas regiões da Praça mostrou-se semelhante entre períodos seco e chuvoso (Figura 59).

Para o período seco, as regiões de maior utilização na praça foram àquelas identificadas como pontos 10 e 2, onde em média ao longo do dia, 25 e 24 pessoas, respectivamente frequentaram estes locais, sendo o uso médio destes ambientes de 2 pessoas por hora. Estes lugares 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 visitação importante no dia médio foram os pontos 1 e 4, frequentados por 18 pessoas (uso médio por hora de 1,5 pessoas), estando a região 1 próxima aos pontos de táxi e de ônibus e a região 2 sob a copa de uma grande mangueira (*Mangífera indica*) (Figura 59).

Para o período chuvoso, a região de maior utilização na Praça foi o ponto 10 com uso médio por dia de 25 pessoas neste local e uso médio por hora de 2 pessoas.

Seguem-se pela ordem decrescente de uso os pontos 4, 1 e 2, respectivamente com utilização por 18, 17 e 16 pessoas em média por dia (Figura 59).



**Figura 59** - Representação do número médio de pessoas quanto à distribuição espacial na Praça 8 de Abril nos períodos de coleta dados.

É possível observar por meio das Figuras 60 e 61 a distribuição espacial de todas as regiões identificadas na Figura 57 e sua utilização em todos os horários e períodos de coleta de dados.

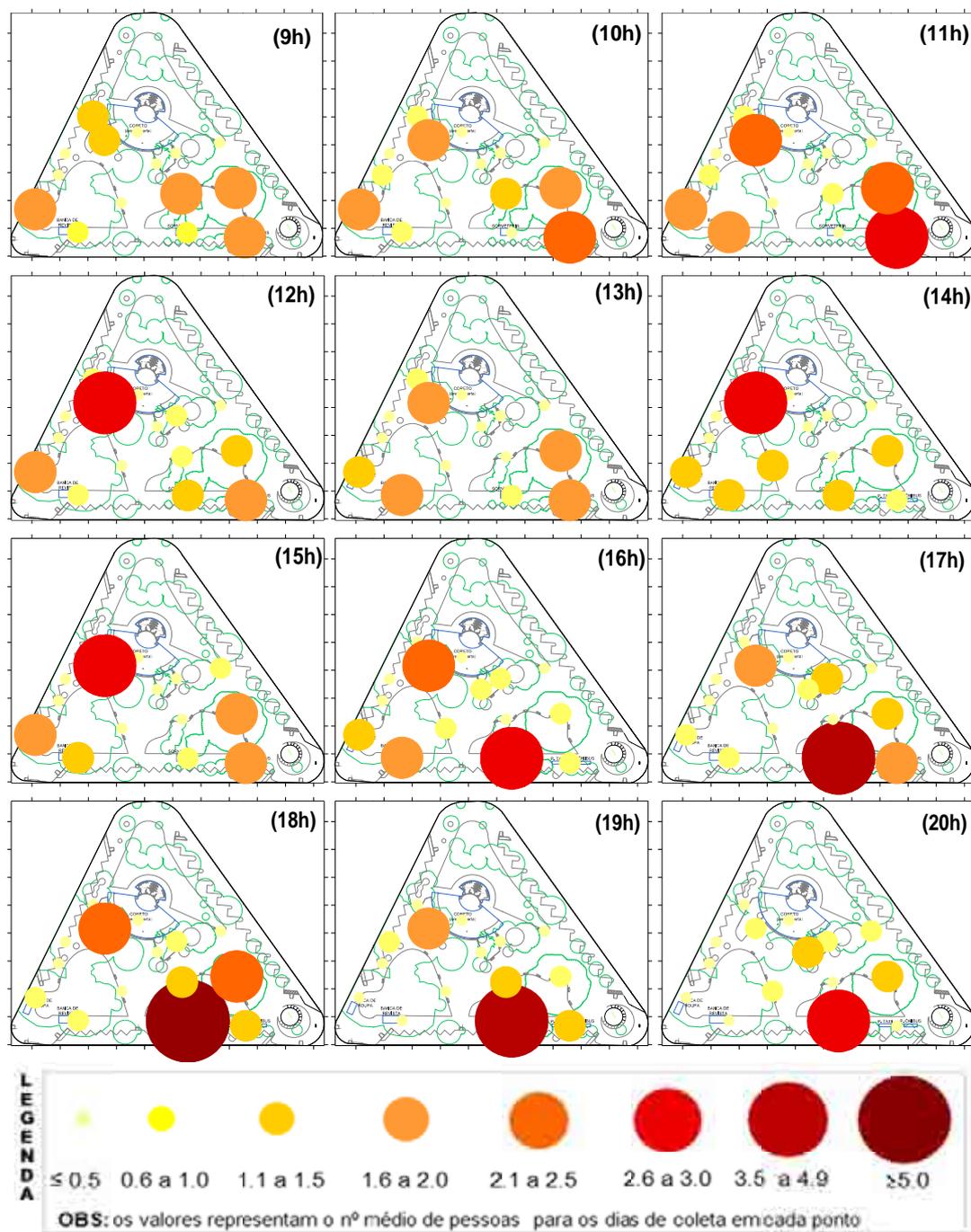
Para melhor discussão destes resultados estabeleceu-se:

- a) matutino: 9h às 12h;
- b) vespertino: 13h às 17h;
- c) noturno: 18h às 20h.

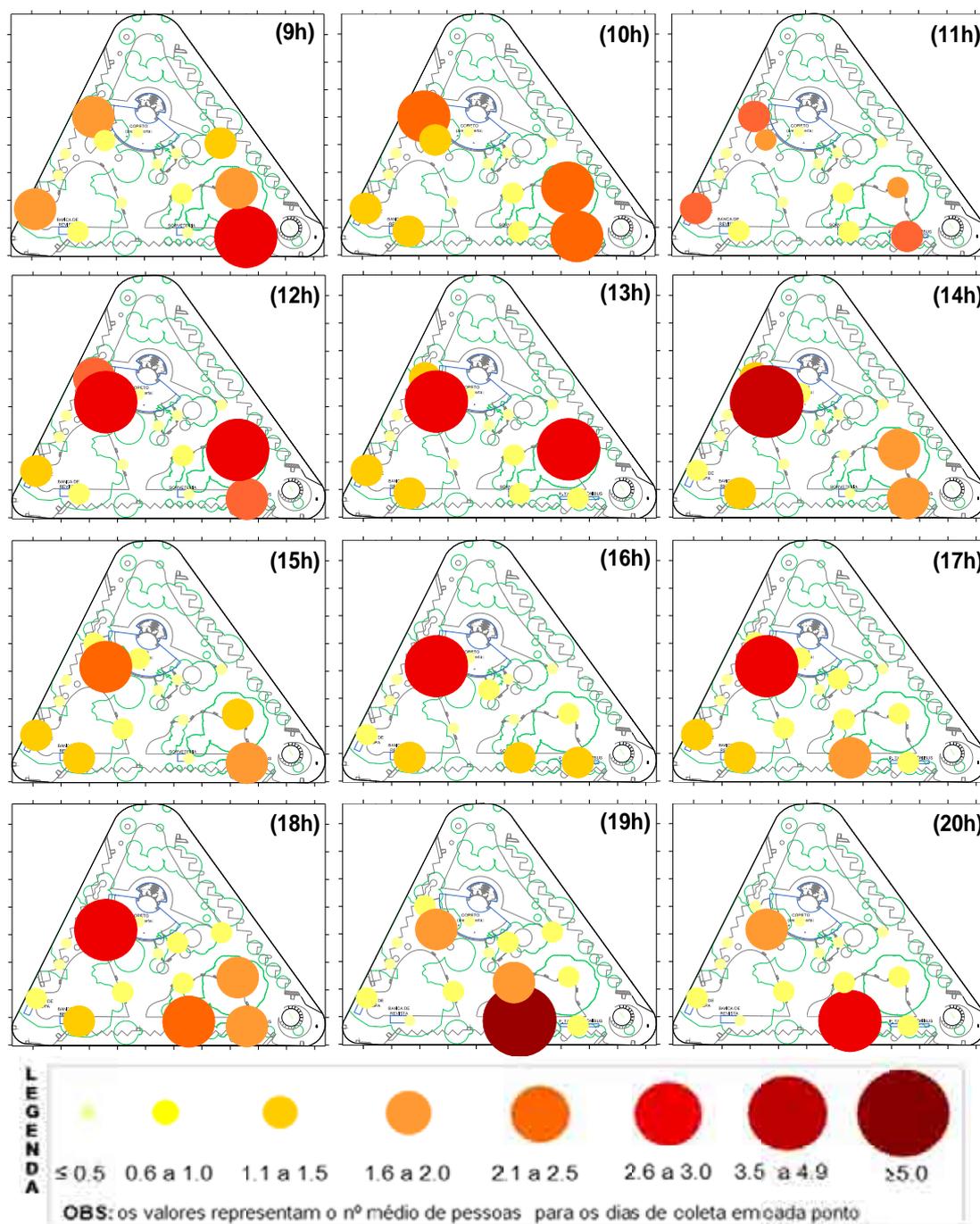
No período matutino, os espaços onde houve registro os maiores do número de usuários são aqueles em que são desenvolvidas atividades de prestação de serviços (ponto de táxi e ônibus -1; banca de artesanato -13; e banca de jornal -14) e alguns pontos de sombreamento significativo (pontos 4 e 10).

No período seco, observa-se um maior uso às 11h e destacados ainda dos pontos 1, 4 e 10. Os três pontos encontram-se sombreados. Nota-se que no horário das 12h em que houve forte radiação, ocorreu uma concentração maior de pessoas no ponto 10 e este ponto encontra-se sob a copa de tarumeiros (*Vitex polygama*). Os pontos de prestação de serviços foram estrategicamente posicionados em ambientes sombreados. O ponto 4 é sombreado por uma grande mangueira (*Mangífera indica*).

No período chuvoso, as considerações se assemelham às do período seco, havendo uma intensificação de uso nos pontos 4 e 10 às 12h.



**Figura 60** - Mapas comportamentais da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril no período seco



**Figura 61** - Mapas comportamentais da distribuição espacial do número médio de pessoas que frequentaram a Praça 8 de Abril no período chuvoso

No *período vespertino*, o comportamento quanto à utilização da praça mantém-se semelhante ao dos horários da manhã.

No período seco o ponto 10 continua aparecendo como um dos pontos de uso preferencial entre as localidades da praça. Nota-se que à partir das 16h a região próxima a sorveteria (ponto 2) passa a ter seu uso intensificado, justificado pela procura deste ambiente como ponto de lazer nestes horários.

No período chuvoso o ponto 10 se destaca entre os pontos preferenciais na maioria dos horários.

No *período noturno* a procura por este ambiente, tanto no período seco como no chuvoso está relacionada ao ponto da sorveteria (ponto 2). Não se pode afirmar que o aumento pela procura da praça seja intensificado significativamente nestes horários, pois de um modo geral o uso deste ambiente varia pouco, como já discutido anteriormente.

## **5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS RELAÇÕES ENTRE A VEGETAÇÃO ARBÓREA, VARIÁVEIS CLIMÁTICAS 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.

Utilizaram-se, como pontos referenciais (com relação às características da vegetação arbórea), as regiões identificadas nas Figuras 52 e 57. 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 (Figuras 62 e 67).

A escala vertical do dendrograma indicou o nível de similaridade, pois a cada partição corresponde um valor numérico que representa o nível em que ocorrem os agrupamentos; quanto maior for o índice, mais heterogêneos são os indivíduos agrupados. No eixo horizontal estão marcados os pontos em uma ordem de formação dos grupos, neste caso, as 15 regiões de uso de cada praça (pontos). A linha de corte intercepta os eixos nos pontos vermelhos.

Decidiu-se pela divisão dicotômica: os agrupamentos formados refletem a realidade encontrada nas Praças quanto à vegetação arbórea, apresentando características de similaridade entre os indivíduos dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. De forma simplificada (Figuras 62 e 67), cada um dos grupos apresenta semelhanças que permitiu a classificação dos grupos:

- a) Regiões arborizadas (RA) - Grupo A
- b) 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.

Para se aferir se a presença da vegetação arbórea influencia significativamente as variáveis microclimáticas e o uso das praças, aplicou-se o teste t não pareado, de acordo com o agrupamento proposto, considerando-se o intervalo ao nível de confiança de 95% para cada uma das variáveis: nº de pessoas nos pontos (Np), temperatura do ar (T) e temperatura superficial (Ts).

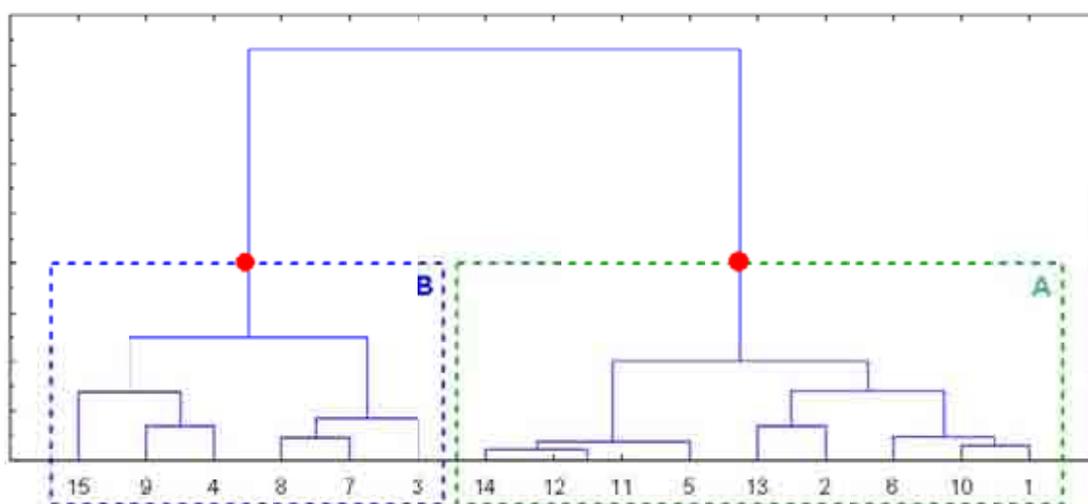
Estabeleceram-se como horários para análise àqueles em que a radiação estivesse presente e tivessem sido contemplados durante os períodos de coleta de dados. Padronizou-se então: manhã (9h às 12h) e tarde (13h às 17h).

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.

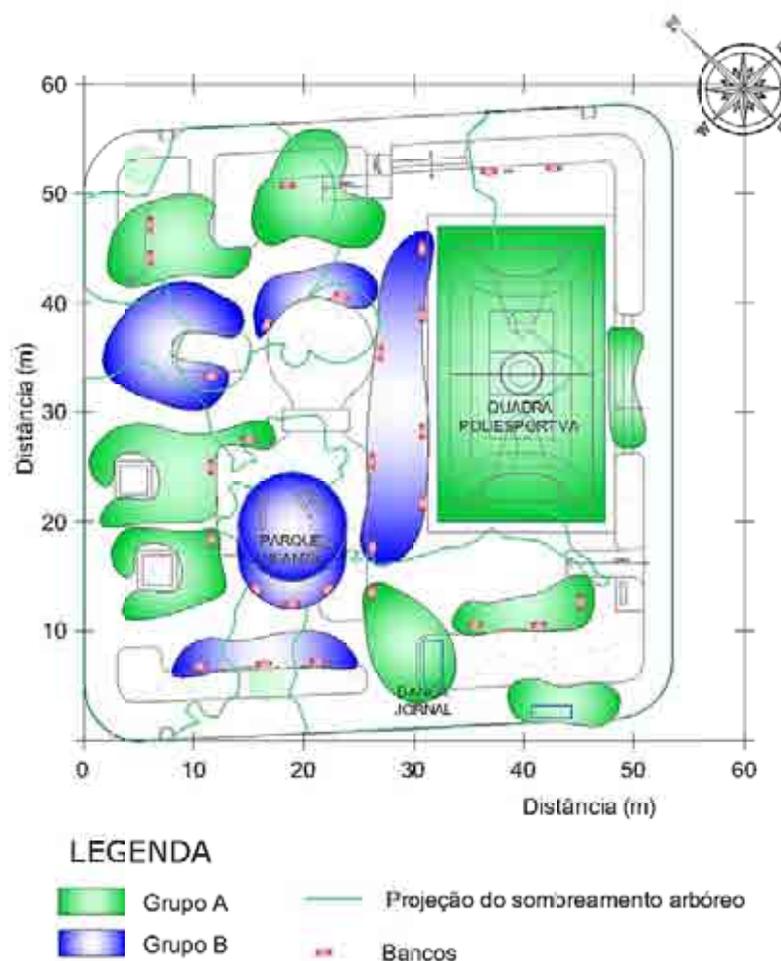
### 5.6.1 Praça Popular

Na Praça Popular os agrupamentos A e B, como observado na Figura 62, estão distribuídos espacialmente na praça como apresentado na Figura 63.

Nesta Praça o grupo A (RA) apresenta maior número de pontos (9), enquanto que o grupo B (RPA) constituiu-se por 6 pontos.



**Figura 62** – Dendrograma do agrupamento das regiões à partir dos atributos da vegetação da Praça Popular



**Figura 63** - Representação dos grupos identificados no dendograma para visualização do posicionamento na Praça Popular

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.

Sobre as regiões do grupo A, o sombreamento produzido foi constituído pelas espécies: oiti (*Licania tomentosa*) e mangueira (*Mangífera indica*). O IAF variou entre  $5,33\text{m}^2\text{m}^{-2}$  e  $5,86\text{m}^2\text{m}^{-2}$ , ficando entre os maiores registros para essa variável (item 5.4.6). Essas duas espécies como já apresentado no item 5.4.4, constituem-se como importantes referencias para boa qualidade de sombra. Outro ponto importante é que nesta praça todos os indivíduos representantes dessas duas espécies arbóreas, foram classificados como de grande porte, tanto pela altura como pelo diâmetro da copa (Tabela 11).

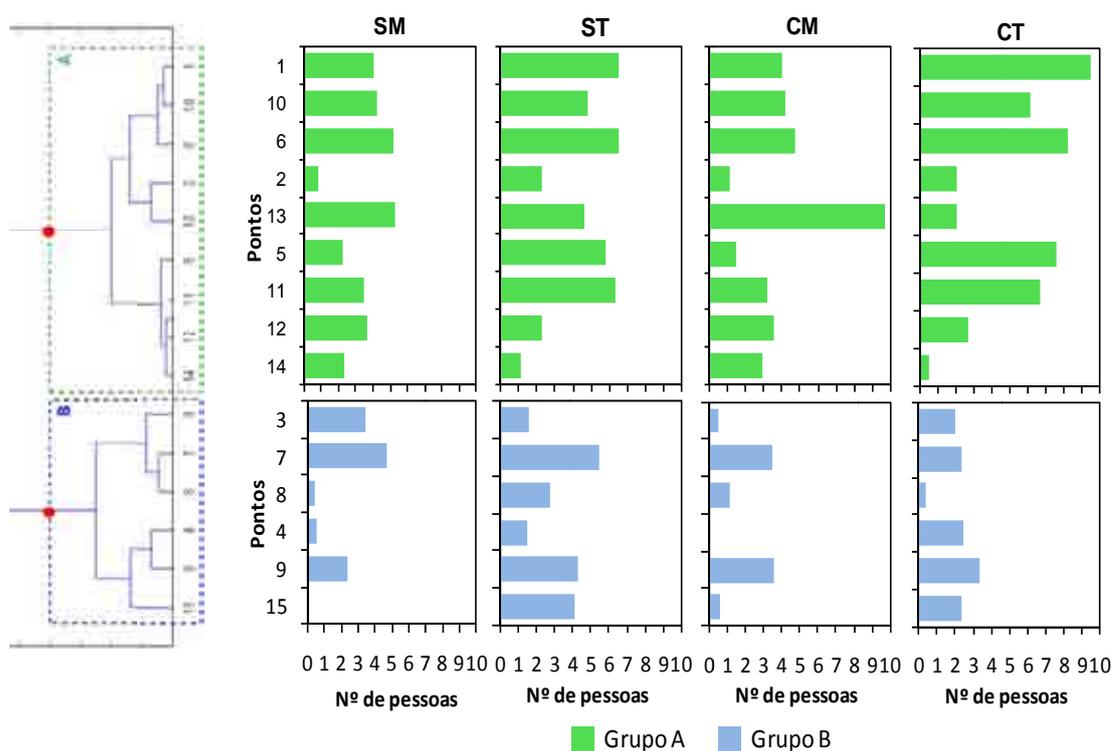
Já para o grupo B, as espécies foram: amendoeira (*Terminalia catappa*), palmeira imperial (*Roystonea oleracea*), flamboyant (*Delonix regia*). O IAF variou neste grupo entre 2,79  $\text{m}^2\text{m}^{-2}$  e 3,89  $\text{m}^2\text{m}^{-2}$ . Essas espécies apresentaram características menos favoráveis que o grupo A do ponto de vista do sombreamento arbóreo. Há, ainda, nesse grupo pontos sem sombreamento arbóreo, os quais foram considerados com IAF nulo (Tabela 14). Cabe salientar que estão sendo consideradas nesta avaliação apenas as regiões em que houve registro de visitação.

**Tabela 14** - Distribui o da vegeta o nos grupos na Praça Popular

Grupo	Ponto	Espécie	IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )
Grupo A	14	Oiti	5,33
	12	Oiti	5,86
	11	Oiti	5,86
	5	Mangueira	5,46
	13	Oiti	5,33
	2	Mangueira	5,50
	6	Mangueira	5,47
	10	Oiti	5,66
	1	Oiti	5,66
Grupo B	15	Sem �rvores	0
	9	Amendoeira	3,89
	4	Palmeira Imperial	2,79
	8	Amendoeira	3,89
	7	Flamboyant	2,87
	3	Palmeira Imperial	2,79

#### 5.6.1.1 Número de pessoas ( $N_p$ ) e vegeta o arbórea

Numa inspe o visual da Figura 64, observa-se que o número de pessoas ( $N_p$ ) que visitam as regiões do grupo A (RA)   maior que o do grupo B (RPA), na maioria dos pontos. Esse fato indica que as pessoas se instalam, nos diversos horários do dia, preferencialmente nos pontos onde há mais sombra. Essa preferência torna possível a suposi o de que os ambientes cobertos por espécies com melhores qualidades de sombra são mais confortáveis, tornando-se desse modo, um convite ao uso.



**Figura 64** - Representação do número de pessoas nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST, CM, CT)\* na Praça Popular

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

- Teste da hipótese: os grupos possuem diferenças significativas?

A conclusão de que há diferença entre os grupos deve ser testada. Ao nível de confiança de 95%, verificou-se que houve diferença significativa quanto à visitação da praça somente no período chuvoso à tarde (CT); nos demais períodos (SM, ST, CM) o  $N_p$  não se mostra estatisticamente diferente entre os grupos (Tabela 15).

**Tabela 15** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça Popular, considerando o número de pessoas ( $N_p$ )

Períodos	<i>P-value</i>		
	Todos os pontos (Grupos A e B)	Sem o ponto7 (Grupo B)	Sem o ponto2 (Grupo A)
SM	0,0952	0,0238	0,0384
ST	0,2658	0,1465	0,1795
CM	0,0660	0,0474	0,0378
CT	0,0317*	0,0316*	0,0285

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

\*\* Para valores de *p-value* menores que 0,05 - diferença significativa

- Retirada do ponto 7 (grupo B)

Observando o Np nos pontos que compõem cada grupo, alguns chamaram a atenção para novos testes (Figura 64). O ponto 7 (Parque infantil) é uma região que se destaca quanto à visitação, no entanto, ele faz parte do grupo RPA (Regiões Pouco Arborizadas ou não arborizadas).

Para se testar a hipótese de que a função do local pode ser fator também determinante do uso, o ponto 7 foi retirado do grupo B e novamente aplicou-se o teste t para verificação da homogeneidade entre os grupos. Os novos resultados comprovaram diferença significativa para três dos períodos em análise (SM, CM, CT) e igualdade para o ST. É importante observar que mesmo para o período em que há semelhança, houve uma melhora no resultado do *p-value* (Tabela 15).

Este resultado apresenta uma indicação inicial de que a vegetação é um fator importante para o uso e permanência na praça, porém, quando a função do equipamento (Parque Infantil) se sobrepõe a quaisquer outras variáveis é ela que determina o uso.

- Retirando o ponto 2 (grupo A)

Observou-se que o ponto 2 é uma região, que mesmo estando no grupo RA (Regiões Arborizadas), instalado sob uma mangueira frondosa e tendo dois bancos, é pouco frequentado (Figura 64). Retirou-se então o ponto 2 e novamente aplicou-se o teste t. Verificou-se por esses novos resultados que há diferença significativa para três dos períodos em análise (SM, CM, CT) e igualdade para o ST (Tabela 15).

Um bom sombreamento não é condição única para o uso e permanência das pessoas no lugar, foi o que se observou pelo ponto 2 (grupo B), que é uma região que tem condições positivas sob os aspectos da vegetação e até de mobiliário (bancos), no entanto, as pessoas pouco ficam nesse lugar. Observando sua localização na praça, os bancos ficam muito próximos à circulação principal da praça, tornando-o um lugar pouco privado.

Condições favoráveis de sombreamento, semelhantes às do ponto 2 podem ser observadas nessa mesma praça nos pontos 1 e 11 (grupo A) e a estes foi agregada a condição de maior privacidade. Verifica-se então, tanto pela análise dos mapas comportamentais, como pela Figura 64, que essas regiões estão entre os lugares de maior constância da visitação entre os horários diurnos.

Quanto ao parque infantil (ponto 7- grupo B), a sua função é tão importante que as pessoas frequentam e permanecem nele independente de ter sombra ou não. No entanto, pela análise do item 5.6.1, verificou-se que a visitação do parque   maior no início das manhãs e final das tardes, levando a suposição de que as pessoas o procuram em horários em que há menor radiação solar. P de-se concluir então, que se este local fosse mais bem protegido por sombreamento arbóreo, seria utilizado também em outros horários.

No ambiente da Praça Popular, todas as observações registradas e discutidas indicaram que a visitação e permanência estão condicionadas ao conforto proporcionado pela sombra das árvores e também aos equipamentos e serviç os oferecidos.

#### 5.6.1.2 Temperatura superficial (Ts) e vegeta o arbórea

De modo geral por meio da Figura 65, observou-se que as temperaturas superficiais (Ts) das regiões do grupo A(RA) são maiores que as do grupo B (RPA), na maioria dos pontos (Tabela 16), devido ao melhor sombreamento.

**Tabela 16** - Valores de p-value para verifica o da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça Popular, considerando a temperatura superficial (Ts)

Períodos	Média Ts (�C)		P-value Todos os pontos (Grupos A e B)	P-value Sem o ponto 13 (Grupos A )
	Grupo A	Grupo B		
SM	32,2	36,8	0,0173*	0,01402*
ST	35,5	38,7	0,1065	0,03896
CM	31,6	34,5	0,0532*(limite)	0,03451*
CT	34,1	38,0	0,0533(limite)	0,04135*

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

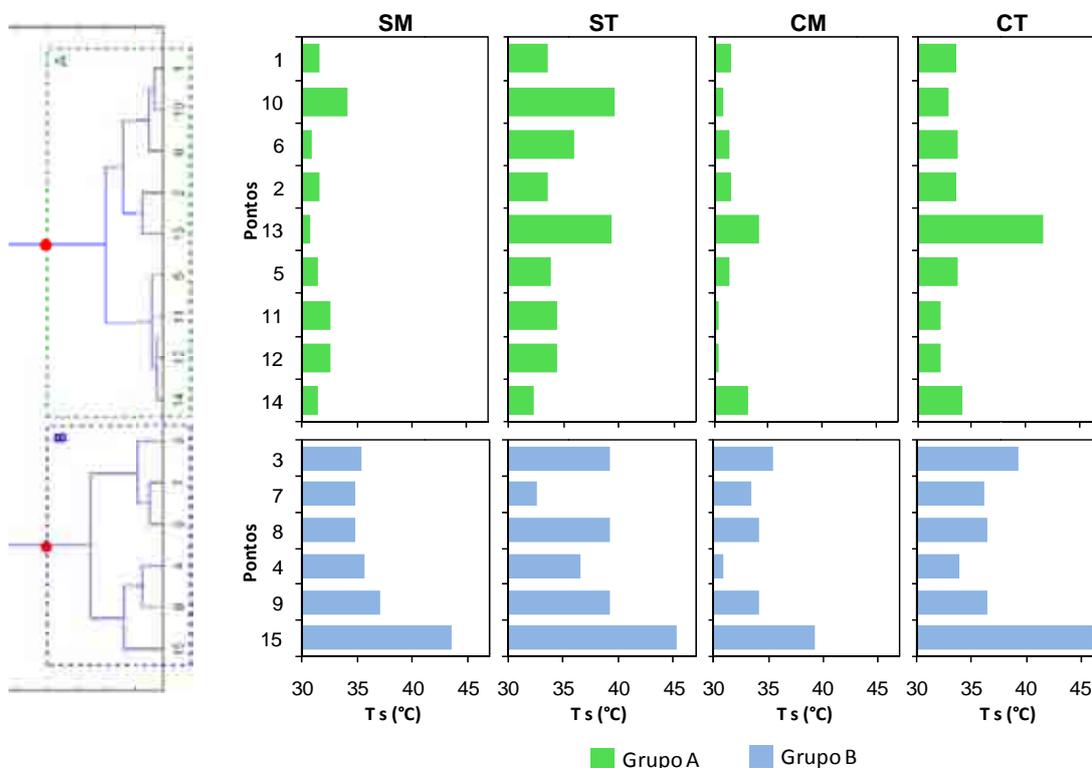
\*\* Para valores de p- value menores que 0,05 - diferença significativa

As características relacionadas ao porte da maioria das árvores locais foi um fator determinante na ameniza o das temperaturas dos pavimentos da praça.

Para verificar estatisticamente as diferenças aplicou-se teste t não pareado, ao nível de confiança de 95%.

Os resultados demonstraram heterogeneidade no período SM e proximidade aos limites de p-value nos CM e CT. Preliminarmente pode-se verificar tendência  

diferença entre as regiões sombreadas e as não-sombradas pelas árvores locais (Tabela 16).



**Figura 65** - Representação da temperatura superficial ( $T_s$ ) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)\* na Praça Popular

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

Levantou-se a hipótese da retirada do ponto 13 (grupo A) para novos testes, visto que, os valores de  $T_s$  desse ponto (quadra poliesportiva) foram relativamente maiores que os outros pontos do seu grupo nos períodos (ST, CM, CT) e mostraram-se ainda maiores nos horários da tarde.

Por meio das observações de campo percebeu-se que os principais fatores de contribuição para este comportamento foram: a orientação solar, o fato de somente parte da área estar sombreada e também as cores do pavimento.

A influência ocorrida principalmente no período vespertino foi proporcionada pela posição do Sol, que nestes horários encontra-se à Oeste (O). Esta orientação aliada à menor quantidade de projeção de sombra (Figura 63) fez com que a copa das árvores não protegesse as superfícies da insolação, tornando-as mais aquecidas.

O piso da quadra pintado nas cores verde e azul (escuras) absorveu e armazenou a energia incidente, que foi se acumulando no decorrer da tarde, principalmente nas superfícies que não estavam sombreadas.

Verificada a heterogeneidade do ponto 13 quanto ao grupo A, por meio de teste t não pareado, procedeu-se à retirada do ponto do grupo A. Novos testes sem o ponto 13 se justificam pela tendência à diferença encontrada na primeira análise e pela evidência que o ponto 13 representasse um *outlier* dentro do seu grupo.

Na Praça Popular a vegetação contribuiu significativamente para o não aquecimento das superfícies do solo na praça, pois as Ts das regiões que compõe o grupo A foram menores que as do grupo B com diferença significativa, conforme Tabela 16 considerando a retirada do ponto 13 (Grupo A).

### 5.6.1.3 Temperatura do ar (T) e vegetação arbórea

De modo geral por meio as temperaturas do ar (T) das regiões do grupo A(RA) apresentaram-se semelhantes as do grupo B (RPA) em três períodos (SM, ST, CM) e em primeira análise maior no período CT (Figura 66).

Para verificar estatisticamente as diferenças aplicou-se teste t não pareado, ao nível de confiança de 95%.

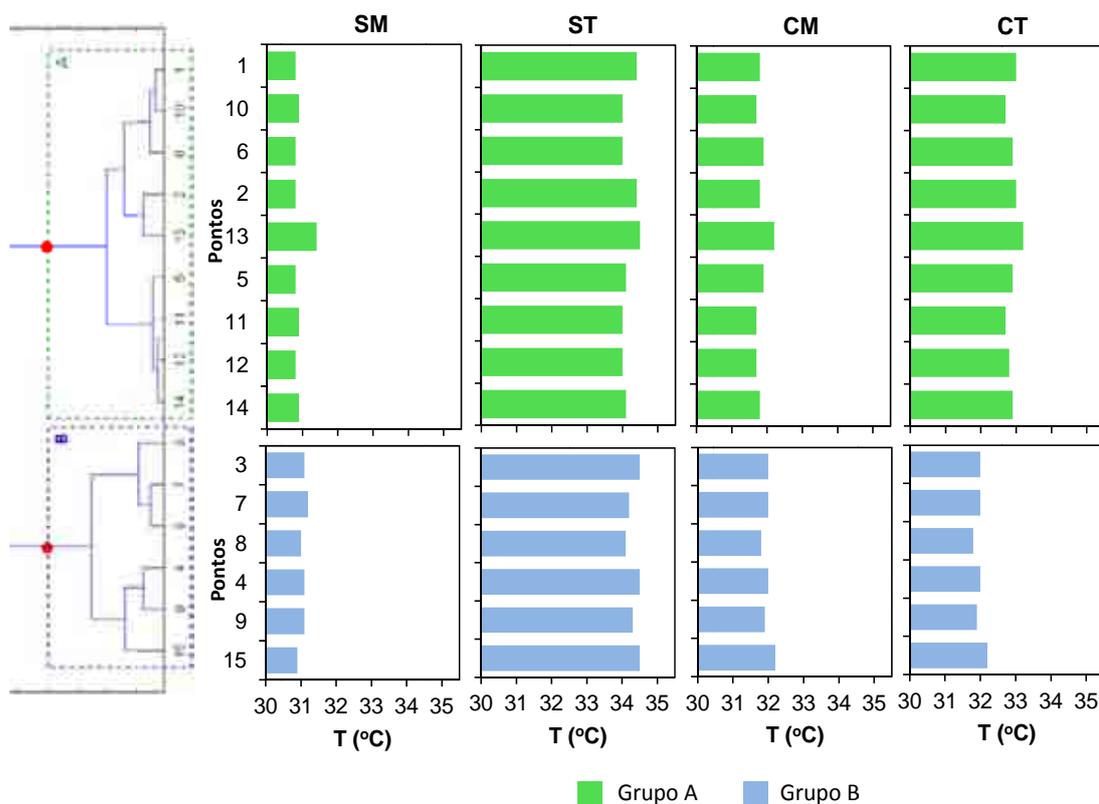
Houve homogeneidade nos períodos seco e chuvoso. Nesta praça não foi observada diferença significativa entre a T nas regiões sombreadas e as não sombreadas pelas árvores locais (Tabela 17).

**Tabela 17** - Valores de p-value para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando a temperatura do ar (T)

Períodos	Média T(°C)		P-value Todos os pontos (Grupos A e B)
	Grupo A	Grupo B	
SM	30,9	31,1	0,0773
ST	34,3	34,2	0,0980
CM	32,0	31,8	0,0783
CT	32,9	33,0	0,4799

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

\*\* Para valores de p-value menores que 0,05 - diferença significativa



**Figura 66** - Representação da Temperatura do ar (T) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)\* na Praça Popular

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

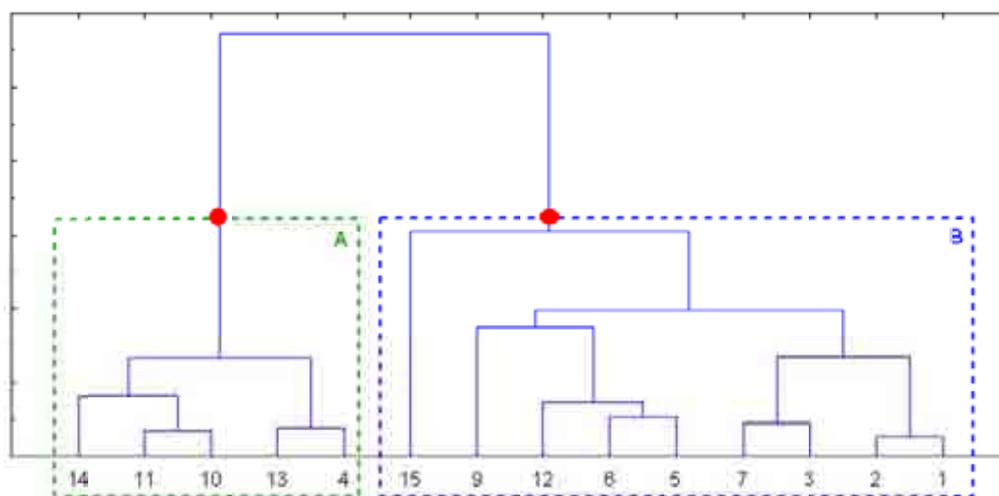
Observa-se na Figura 66 que o ponto 13 (grupo A) apresenta-se ligeiramente maior em todos os períodos. Este comportamento indica que possivelmente há uma influência de  $T_s$  nestes resultados quando se observa a Figura 65.

O sombreamento do solo pelas árvores favorece a manutenção do equilíbrio energético do ambiente, uma vez que há o impedimento da absorção de radiação solar excessiva que, sendo depois reemitida, promoveria o aquecimento do ar (OMETTO,1981).

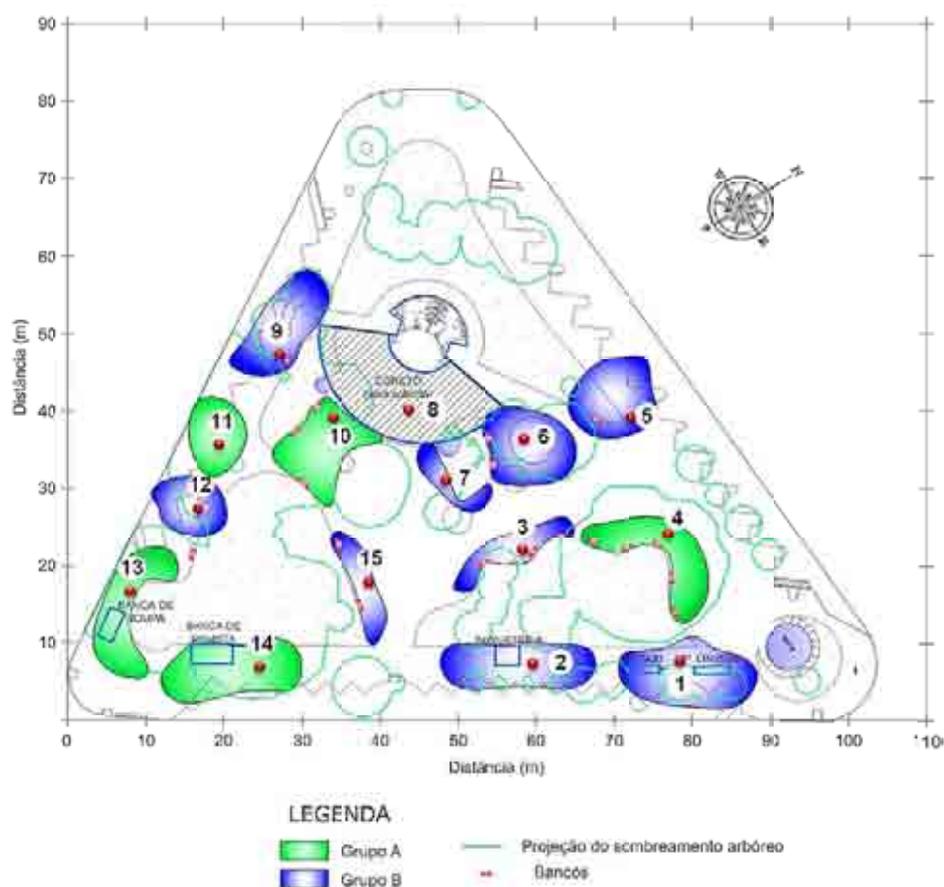
Uma hipótese provável é a de que ocorram movimentos de advecção na praça que promovam a mistura da atmosfera propiciando uma temperatura média.

### 5.6.2 Praça 8 de Abril

Na Praça 8 de Abril os agrupamentos A e B, como observado nas Figuras 67 e 62, estão distribuídos espacialmente na praça como apresentado na Figura 68.



**Figura 67** - Dendrograma do agrupamento das regiões a partir dos atributos da vegetação da Praça 8 de Abril



**Figura 68** - Representação dos grupos identificados no dendrograma para visualização do posicionamento na Praça 8 de Abril

Nesta praça o grupo A (RA) apresentou menor número de pontos (5), enquanto o grupo B (RPA) constituiu-se por 9 pontos.

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 (*Mangífera Indica*) e duas sob tarumeiros (*Vitex polygama*) (Tabela 18). Todas as árvores deste grupo foram classificadas como indivíduos de grande porte, tanto pelo diâmetro como pela altura. Pelas observações de campo pode-se dizer, sob os aspectos do sombreamento, que são os melhores pontos da praça.

Nessa praça foram registradas 12 espécies arbóreas, distribuídas entre 66 indivíduos. Sobre as regiões do grupo B houve identificação de 7 (seis) diferentes espécies: palmeira rabo-de-peixe, palmeira imperial, palmeira do viajante, oiti, mangueira, chuva-de-ouro, tarumeiro (Tabela 18). 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.

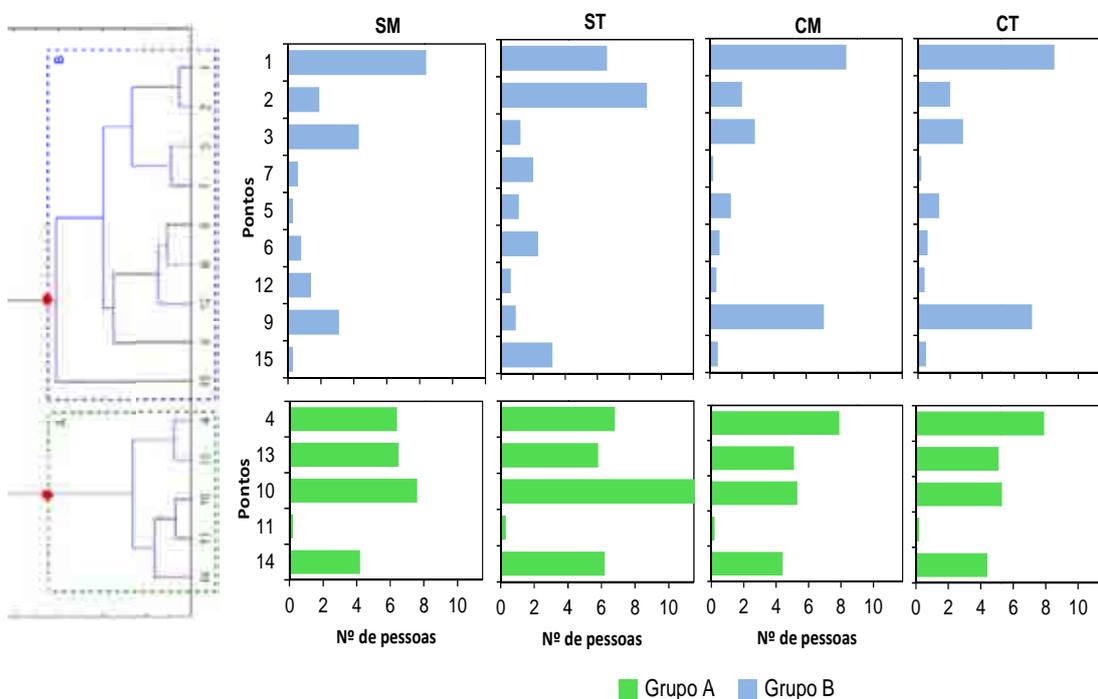
Neste grupo estão algumas das espécies qualificadas como sombreiras (mangueira, tarumeiro) e que mostram valores de IAF maiores que  $5,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$  (Tabela 18). Porque então estão no grupo B (RPA), já que são espécies de boa sombra? Duas variáveis responderam esta pergunta: a porcentagem de sombra sobre as regiões neste grupo é baixa, ou seja, somente uma pequena parcela da região está sombreada; as árvores destas espécies dentro deste grupo são indivíduos ainda jovens e que por este motivo foram classificadas como de médio porte quanto à altura de sua copa.

**Tabela 18** - Distribuição da vegetação nos grupos na Praça 8 de Abril

Grupo	Ponto	Espécie	IAF (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
Grupo A	14	Mangueira	4,73
	11	Tarumeiro	5,17
	10	Tarumeiro	5,17
	13	Mangueira	4,73
	4	Mangueira	4,34
Grupo B	15	Sem árvores	0
	9	Palmeira Rabo-de-peixe	3,84
	12	Tarumeiro	5,17
	6	Mangueira	5,52
	5	Chuva-de-ouro	4,36
	7	Palmeiras	3,81
	3	Bocaiuveira/areca/espécies pequeno porte	3,96
	2	Oiti	4,05
	1	Mangueira	4,05
	14	Mangueira	4,73

#### 5.6.2.1 Número de pessoas (Np) e vegetação arbórea

Numa inspeção visual da Figura 69, observou-se que o número de pessoas (Np) que visitam as regiões do grupo A é maior que as do grupo B, na maioria dos pontos.



**Figura 69** - Representação do número de pessoas nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)\* na Praça 8 de Abril

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

Esse fato indica 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.

- Teste da hipótese: os grupos possuem diferenças significativas?

Também para essa praça, quer-se testar se há diferença significativa entre os grupos, ao nível de confiança de 95%. Verifica-se que em todos os períodos (SM, ST, CM e CT) o Np não foi estatisticamente diferente (Tabela 19).

**Tabela 19** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando o número de pessoas (Np)

Períodos	P-value Todos os pontos (Grupos A e B)	P-value Sem o ponto11 (Grupo A)	P-value Sem o ponto1 (Grupo B)
SM	0,1111	0,0212	0,0615
ST	0,1154	0,0216	0,0810
CM	0,2579	0,0353*	0,0804
CT	0,2115*	0,1181*	0,1701

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

\*\* Para valores de *p-value* menores que 0,05 - diferença significativa

- Retirando o ponto 1 (grupo B)

O ponto 1 (grupo B) (Figura 69 e 64) é uma região que se destaca quanto à visitação, no entanto, ele faz parte do grupo RPA. Levantou-se aqui, a exemplo da Praça popular, a hipótese de que a função do local também pode ser fator determinante do uso.

Testou-se estatisticamente esta hipótese, por meio da aplicação de um teste t não pareado com margem de confiança de 95%. Ficou comprovado que o Np do ponto 1 é diferente dos valores de Np do grupo B em 03 períodos (SM, CM, CT).

Retirou-se então, o ponto 1 pertencente ao grupo B e novamente aplicou-se o teste t para verificação da homogeneidade entre os grupos. Os novos resultados demonstraram que não há diferença significativa em nenhum dos períodos em análise, porém há uma melhora nos resultados de *p-value*. Pode-se dizer que a função do ponto de táxi influencia no uso, no entanto não é fator único. Há influência da

vegetação e da função do lugar concomitantemente. A exemplo da Praça Popular, a função dos equipamentos/lugar/mobiliário também é importante na determinação do uso do local (Tabela 19).

Sua função contribui para que as pessoas estejam na praça. A procura pelos usuários na utilização desse serviço e a permanência dos taxistas no ponto à espera dos clientes, faz com que neste ambiente sempre haja alguma pessoa.

Este resultado corrobora com a conclusão, que se chegou na Praça Popular, de que a vegetação é um fator importante para o uso e permanência, porém, a função do equipamento (Ponto de táxi) também contribui para o uso.

- Retirando o ponto 11 (grupo A)

Por outro lado, um bom sombreamento também não garante o uso. Para certificação dessa hipótese, realizou-se um terceiro teste, considerando a retirada do ponto 11 (Grupo A).

Foi aplicado teste estatístico, buscando-se verificar se com relação à variável Np, o ponto 11 apresenta diferença em seu grupo. Verifica-se que o Np do ponto 12 é diferente dos valores de Np do grupo A. Em sequência aplicou-se o teste t, verificando-se que há diferença significativa para três dos períodos em análise (SM, CM, CM) e igualdade para o CT. Houve uma melhora nos resultados de *p-value* e mesmo para o período em que há semelhança percebe-se uma tendência à diferença (Tabela 19).

A exemplo da Praça Popular, a função dos equipamentos/lugar/mobiliário também é importante na determinação do uso do local.

Neste ambiente também ficou certificado que o uso e permanência das pessoas na praça nos horários diurnos, não estão condicionados unicamente a um bom sombreamento. Chegou-se a esta conclusão pelos testes realizados para os pontos 1 (grupo B) e 11 (grupo A).

O ponto 11 (grupo A), que é uma região que apresenta boas condições de sombreamento, é pouco frequentado. Observando sua localização na Praça, não tem bancos e está próxima a uma avenida. De certa forma seu posicionamento não favorece o uso, no entanto mesmo que pouco, ocorre em determinados momentos do dia concentração de pessoas neste lugar. O que motiva este uso? O sombreamento ou alguma função específica do lugar?

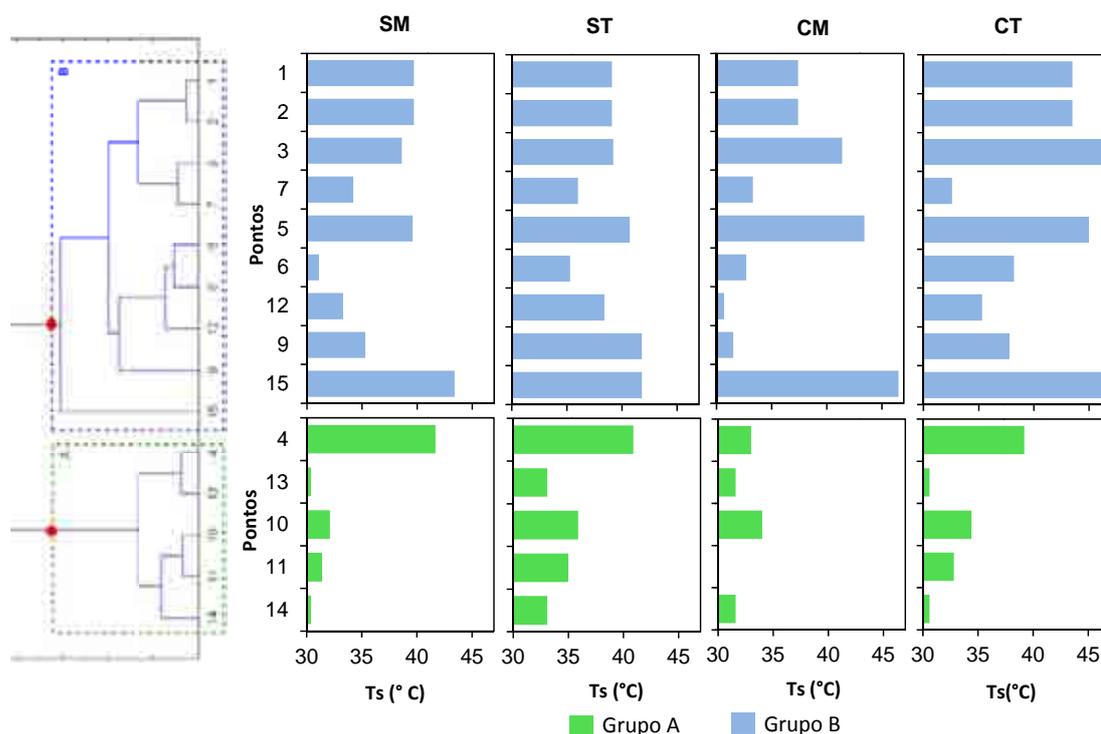
Percebeu-se pelas observações de campo que tanto uma alternativa como a outra induzem o uso deste local. A praça possui em seu perímetro uma grande quantidade de vagas para estacionamento de veículos e especificamente naquelas que se encontram nas proximidades do ponto 11, há preferência em sua utilização. O motivo é o sombreamento propiciado pelos tarumeiros (*Vitex polygama*), que se dá durante todo o dia, favorecido pela orientação solar. Para controle do uso destas vagas, circulam pela praça durante todo o dia, fiscais responsáveis pela comercialização de tíquetes para uso do estacionamento. Como esta região é bastante requisitada pelos usuários destas vagas, os fiscais se instalam em sua proximidade para facilitar o atendimento.

Condições favoráveis de sombreamento, semelhantes às do ponto 11, podem ser observadas nesta mesma praça nos pontos 4 e 10 (grupo A). Estes pontos 4 e 10 se apresentam (Figura 69) como regiões de visitação destacada em todos os períodos estudados. Nas avaliações comportamentais (item 5.6.2) esta informação também se confirma. Estes pontos estão entre os lugares mais atrativos da praça pela preferência dos usuários em virtude do sombreamento proporcionado pelos tarumeiros (ponto 10) e mangueira (ponto 4). Está agregada a essas sombras, a instalação de bancos que propiciam a permanência no lugar. Em certos horários do dia essas regiões são usadas para descanso dos trabalhadores dos comércios vizinhos.

No ambiente da Praça 8 de Abril, todas as observações registradas e discutidas demonstraram que a visitação e permanência estão condicionadas aos equipamentos e serviços oferecidos e ao conforto proporcionado pela sombra das árvores.

#### 5.6.2.2 *Temperatura superficial(Ts) e vegetação arbórea*

Observa-se em primeira análise por meio da Figura 70, que as temperaturas superficiais (Ts) das regiões do grupo A (RA) são maiores que as do grupo B (RPA), na maioria dos pontos.



**Figura 70** - Representação da Temperatura Superficial ( $T_s$ ) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST,CM,CT)\* na Praça 8 de Abril

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

Analisando os pontos do grupo A, percebe-se que nos períodos ST e CT, os registros foram maiores que nos outros (SM, CM). Os valores de  $T_s$  do ponto 4, neste grupo foram relativamente altos em todos os períodos (SM, ST, CM, CT), quando comparados aos demais pontos do grupo. Por meio das observações de campo verificou-se que os principais fatores de contribuição para este comportamento foram: a orientação solar e a proximidade com uma avenida de alto tráfego.

A copa de uma mangueira protege o ponto 4, no entanto, a árvore que possui fuste alto não impede que o Sol atinja em parte de sua superfície, que por estar orientada ao Norte (N), recebe insolação desde as primeiras horas do dia. As superfícies, que são de concreto, absorvem e armazenam a energia incidente.

Para verificar estatisticamente se há diferenças entre os grupos para a variável  $T_s$ , aplicou-se teste-t não pareado, ao nível de confiança de 95%.

Os resultados mostram heterogeneidade no período SM e homogeneidade dos outros períodos (ST, CM, CT) (Tabela 20).

Na Praça 8 de Abril, a vegetação contribuiu significativamente para o não aquecimento das superfícies do solo na praça, pois as Ts das regiões que compõe o grupo A são menores que as do grupo B com diferença significativa.

**Tabela 20** - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando Ts (Temperatura superficial)

Períodos	Média Ts (°C)		P-value Todos os pontos (Grupos A e B)
	Grupo A	Grupo B	
SM	33,2	37,2	0,1158
ST	35,6	39,0	0,0365
CM	32,0	37,1	0,0283*
CT	33,5	41,1	0,0146

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

\*\* Para valores de *p-value* menores que 0,05 - diferença significativa

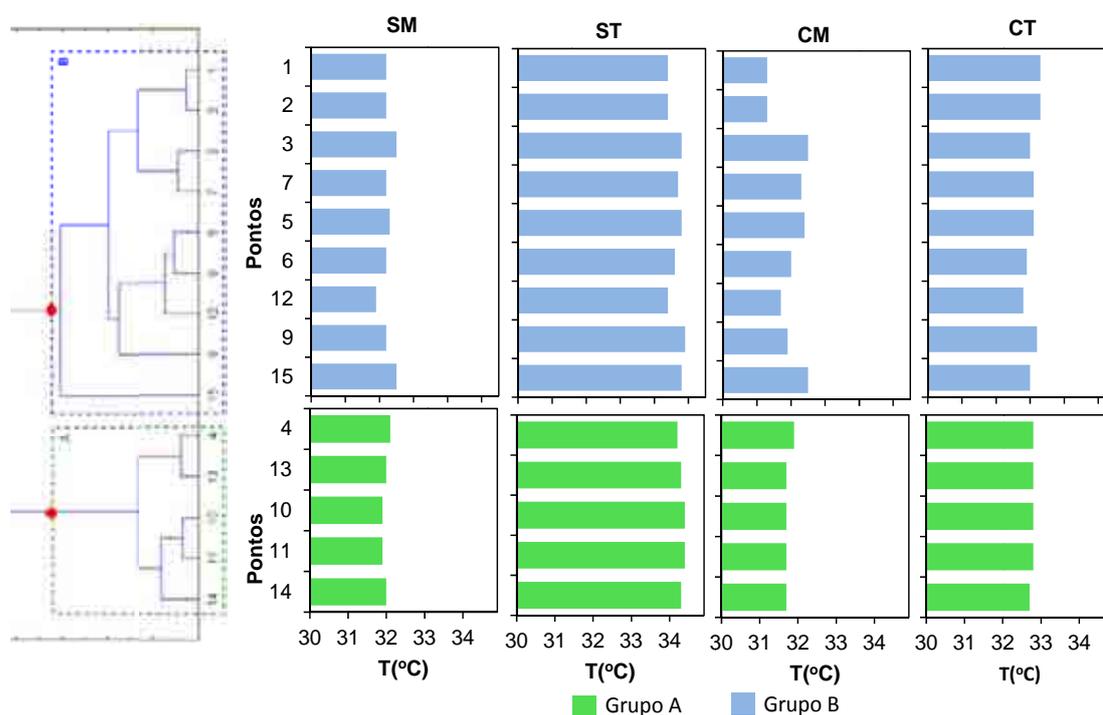
Como as diferenças não se confirmaram em todos os períodos recomenda-se em trabalhos futuros a continuidade destas investigações com controle rigoroso das temperaturas superficiais, buscando inclusive estabelecer para os pontos, uma superfície de material padronizado, para verificação exclusiva da influência pela vegetação arbórea.

### 5.6.2.3 Temperatura do ar (T) e vegetação arbórea

Observa-se de modo geral por meio da Figura 71, que as temperaturas do ar (Tar) das regiões do grupo A(RA) pouco variam quando comparadas ao grupo B (RPA) e em primeira análise menor no CT.

Para verificar estatisticamente as diferenças aplicou-se teste-t não pareado, ao nível de confiança de 95%.

Os resultados demonstraram que houve diferenças significativas em três períodos (SM, ST, CM). Verifica-se então que nesta praça foi observada diferença entre a T das regiões sombreadas e as não-sombreadas pelas árvores locais na maioria dos períodos (Tabela 21).



**Figura 71** - Representação da temperatura do ar (T) nos grupos (A e B) e nos períodos de coleta (SM, ST, CM, CT)\* na Praça 8 de Abril

\* Período Seco-Manhã (SM); Período Seco-Tarde (ST); Período Chuvoso-Manhã (CM); Período Chuvoso- Tarde (CT).

Tabela 21 - Valores de *p-value* para verificação da heterogeneidade entre os grupos (A e B) da Praça 8 de Abril, considerando Tar (Temperatura do ar)

Períodos	Média T (°C)		P-value Todos os pontos (Grupos A e B)
	Grupo A	Grupo B	
SM	31,9	32,2	0,0029*
ST	34,3	34,6	0,0011*
CM	31,7	31,9	0,1641*
CT	32,7	33,0	0,0006*

\*Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

\*\* Para valores de *p-value* menores que 0,05 - diferença significativa

No item 5.3, em que se caracterizou as variações microclimáticas sob as copas, foram encontradas diferenças, que se confirmaram nos agrupamentos por meio desta análise.

## 5.7 COMENTÁRIOS GERAIS

As análises confirmam a hipótese inicial da importância da vegetação urbana na influência no microclima e uso de praças públicas na cidade de Cuiabá e, dessa forma, podem contribuir para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

A análise multivariada por agrupamento, utilizando as variáveis da vegetação, conduziu a uma sequência de procedimentos que permitiu o esclarecimento das hipóteses iniciais do trabalho, com êxito. Esta técnica mostrou-se uma ferramenta eficiente para avaliação das relações entre as características da arborização e as variáveis influenciadas por ela, podendo ser então adotada como metodologia a ser empregada em trabalhos futuros.

Conclui-se que a vegetação é 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.

Apesar do conhecimento de algumas espécies de vegetais, a maioria dos usuários não percebem as funções que a vegetação desempenha em tais espaços. Para a maioria dos usuários a utilização das praças está diretamente ligada aos equipamentos para lazer. Mas a presença de equipamentos não é o suficiente para garantir o uso efetivo da praça, sobretudo nos horários diurnos.

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. Verificou-se que nas duas praças, diversos bancos foram instalados em áreas desprotegidas da radiação solar e estes ambientes são pouco usados e ainda há uma maior deterioração dos bancos.

## 6 CONCLUSÃO

O microclima e a sazonalidade das praças Popular e 8 de Abril ficaram caracterizados pelos períodos seco e chuvoso, estando as coletas de dados condizentes com os registros do ano 2009 para a cidade de Cuiabá.

Nas análises do comportamento 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 nos períodos seco e chuvoso, sendo que na praça mais vegetada as reduções da temperatura do ar foram maiores. Para a umidade relativa não foram encontradas diferenças. Estes resultados comprovam a influência da vegetação na amenização do ambiente térmico. No entanto estudos mais detalhados precisam ser realizados, pois as diferenças encontradas foram pequenas se comparadas a estudos desenvolvidos em outras localidades. Podemos considerar entre os fatores de importante influência nas variáveis microclimáticas, a pequena dimensão dos locais estudados.

A hipótese mais provável considerada é de que não são observadas grandes diferenças, pois ocorrem fluxos laterais de radiação de ondas longas e a mistura propicia temperaturas médias do ar. Qualquer movimento homogeneiza a atmosfera em virtude de sua fluidez e em ambientes muito próximos a mistura é mais rápida.

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

Na caracterização da vegetação arbórea, a Praça Popular apresentou características relacionadas à qualidade do sombreamento arbóreo, melhores que a Praça 8 de Abril. Todas estas características interferem no sombreamento proporcionado pelas árvores nas praças em estudo, influenciando na mudança do ambiente térmico.

Na Praça Popular as espécies identificadas em seu ambiente, com poucas exceções, foram classificadas como espécies de grande porte. Os oitis e as mangueiras, espécies descritas por diversos autores por suas qualidades positivas de sombreamento, compreendem mais de 60% das árvores da praça e os valores. Os indivíduos arbóreos representantes destas duas espécies são adultos, logo projetam grandes sombras sobre as superfícies. O IAF médio encontrado para esta praça foi IAF de  $5,1 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$  e o ISA está representado em 55% por espécies de IAF superior a  $5,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ .

Na Praça 8 de Abril o número de espécies catalogadas foi maior, no entanto, predominam as palmáceas que apresentam pequenas copas e grandes alturas de fuste. Estas duas características das espécies lhe conferem qualidade de sombreamento comprometida, pois, os raios solares pouco são interceptados, aquecendo as superfícies e por consequência os ambientes próximos. O IAF médio encontrado para esta praça que foi  $4,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$  e o ISA esta representado em 6% e 28% respectivamente por espécies de IAF superior a  $5,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$  e  $4,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ . As regiões com sombreamento de melhor qualidade correspondem a uma pequena parcela da praça, no entanto são elas as responsáveis pelos ambientes mais agradáveis da praça.

Na análise multivariada por agrupamento utilizando as variáveis da vegetação, pode-se afirmar com base nos resultados obtidos, que a escolha das espécies arbóreas deve ser um dos pressupostos fundamentais no planejamento das praças públicas. 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. Escolher uma espécie vegetal que se enquadre em todos os critérios 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, avaliar aqueles fatores mais importantes dentro do contexto é uma boa solução.

No uso das praças pelas pessoas observou-se que há preferência na utilização de algumas regiões e este comportamento se mostra rotineiro, ou seja, as pessoas que frequentam as praças mostram-se habituadas e se instalarem sempre nos mesmos lugares. Identificou-se que a preferência pela visitação   evidenciada no noturno em função principalmente das características do entorno. Nestes espaç os, observou-se

que são praticadas atividades leves como conversar, ler, descansar, alimentar-se, brincar e atividades físicas como jogos de futebol, andar de bicicleta, *skate* entre outras e também a utilização dos equipamentos comunitários como: ponto de táxi, banca de jornal, banca de artesanato.

Por meio dos resultados das análises estatísticas observou-se que regiões mais arborizadas e com sombra densa, apresentaram menores valores de temperatura superficial, quando comparados com aquelas não arborizadas. Isto confirma que a vegetação contribuiu significativamente para o não aquecimento das superfícies do solo das praças. Como as diferenças não se confirmaram em todos os períodos recomenda-se em trabalhos futuros a continuidade destas investigações com controle rigoroso das temperaturas superficiais.

Nas regiões da praça mais arborizada os resultados demonstraram que há homogeneidade na temperatura do ar, em todos os períodos analisados. Uma hipótese provável, já apresentada anteriormente é que os fluxos laterais, devido aos movimentos de advecção na praça, promovam a mistura da atmosfera propiciando a uma temperatura média local. A complexidade dos inúmeros processos que interferem nos ambientes naturais é uma das justificativas para a ampliação das investigações.

Dotar os espaços públicos 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 a função de uma praça e que se reflete nos usos e no funcionamento destes espaços de lazer. Em circunstâncias de visitação e permanência, as pessoas procuram ambientes “*ideais*” para que possam se sentir melhor quanto aos seus lazeres: ler, conversar, descansar, namorar, distrair-se assistindo jogos, cuidar das crianças entre tantas outras fun es sociais de uma praça.

Cidades com características climáticas, semelhantes  s de Cuiabá requerem, entre as qualidades de um ambiente de lazer, que este apresente conjuntamente: mobiliários/equipamentos públicos e de serviço; ambientes reservados e aconchegantes que tornem o local convidativo a visita o e permanência das pessoas; condi es de conforto ambiental, que pode ser conseguida pelo uso da arboriza o adequada ao sombreamento.

Desta forma, a vegetação necessita ser percebida pelos usuários e pelos atores sociais elemento natural capaz de cumprir múltiplas funções no meio urbano, ultrapassando os limites de sua função estética.

## **6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Investigações das temperaturas superficiais, com controle rigoroso, buscando inclusive para os pontos, uma superfície de material padronizado, objetivando a verificação exclusiva da influência pela vegetação arbórea.
- Medições de temperatura de globo sob as copas de diferentes espécies arbóreas, permitindo a determinação de índices de conforto. Esta pesquisa tornará possível a sugestão das melhores espécies para o clima de Cuiabá e outras com características semelhantes.
- Investigação da pressão sonora proporcionada pelos veículos, podendo ser desenvolvida uma proposta de *retrofit* com inclusão de ambiente reservado para leitura utilizando a vegetação como barreira de som;
- Avaliação da influência do entorno no microlima;
- Trabalhos que incluam mais características da vegetação, além das estabelecidas na presente pesquisa, pois, isto pode melhorar ainda mais os resultados na investigação da influência das árvores. Podemos citar entre estas variáveis: a evapotranspiração e a interceptação da radiação solar.
- Empregar a sequência metodológica utilizada neste trabalho como referencial para trabalhos futuros.

## 7 BIBLIOGRÁFIAS

### 7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ABREU, Loyde Vieira. **Estudo do raio de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 2008, 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP

AGUIRRE JR, J. H., LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP v.2, n.4, p. 50-66, 2007.

AKBARI, H & all - Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**. Volume 70, Issue 3 (2001), Elsevier Science.

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.

AYOADE, J. O. (1998) **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

BARBIRATO, G. M. **Aplicação do modelo de balanço de energia para a análise do ambiente térmico Urbano de Maceió, AL**. 1998. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 173p. São Carlos/SP.

BARTHOLOMEI, C. L. B; LABAKI, L. C. Environmental parameters and thermal comfort provided by different tree species. In: 19 TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, Anais..France, 2002, p. 341-344

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005.

BONAN, G. B., 1997: Effects of land use on the climate of the United States. **Climatic Change**, **37**, 449–486.

BRÉDA, N. J. J. (2003) Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, 54 (392), 2403-2417.

BRUSE, M. 2004: **Updated overview over ENVI-met 3.0** <http://www.envi-met.com>. Acessado em 08/2009.

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.

CAMPELO, JR. J. H.; CASEIRO, F. T.; FILHO, N. P.; BELLO, G. A. C.; MAITELLI, G. T.; ZANPARONI, C. A. G. P. Caracterização macroclimática de Cuiabá. In. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 7, 1991, Londrina, Anais. Londrina, v. 1.

CANNELL, M.G.R. Light interception, light use efficiency and assimilate partitioning in poplar and willow stands. In: PEREIRA, J.S.; LANDSBERG, J.J. (Ed.). **Biomass production by fast-growing trees**. Dordrecht: Kluxer Academic, 1989. p. 1-12.

CARREIRE, M., WALTER, J. M., DUBREUIL, V., CARVALHO Jr., J. A. (2005) Estimativa do Índice de Área Foliar e da Biomassa Aérea numa Floresta Tropical Primária e Secundária da Região de Alta Floresta, Amazônica Matogrossense. In: V CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL - A FLORESTA E AS GENTES, Viseu – Portugal, 1, 6-349.

CAVALCANTE, M. R. C. **Qualidade térmica de praças em Maceió - AL: três estudos de caso**. 2007.195 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Alagoas - Maceió

CAZNOK, J. **Arborização urbana no município de Criciúma, Santa Catarina: potencialidade das espécies nativas**. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais), Universidade do Extremo Sul Catarinense - Criciúma-SC, 2008.

CHEN, J.M.; BLACK, T.A. Foliage area and canopy architecture of plant canopies from sunfleck size distributions. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 60, p. 249-266, 1992.

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.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. **Perfil socioeconômico de Cuiabá**. Vol.II - Cuiabá: IPDU/AS&M/Central

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá/ Legislação Urbana de Cuiabá./IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá: Entrelinhas, 2004.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / *Evolução Urbana de Cuiabá*. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2010.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L e SOUZA, V.C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DANTAS, I. C. & de SOUZA, C. M. C. 2004. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V. 4, n.2,

DE KAUFFMAN, M. G.; MACHADO, M. V.; BARROSO, H. Quantifying incidence of the vegetation on the microclimatic Variables in hot-humid climates: “the cují tree”. In: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA, Anais... Brasil, 2001. p.577-582.

DIMOUDI, A., NIKOLOPOULOU, M. (2003) Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. **Energy and Buildings**, 5, 9-76.

DIMOUDI, A., NIKOLOPOULOU, M., 2000, *Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits*. In: PLEA 2000 (17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE), Cambridge, UK. 2000. p. 489-494.

DOULOS, L. M.; SANTAMOURIS, L. I. Passive cooling of outdoor urban spaces: the role of materials. In.: **Solar Energy**, Número 77, 2004. p. 231-249.

DUARTE, D. H. S. **O Clima como Parâmetro de Projeto para a Região de Cuiabá**. 1995. \_\_f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

EMMANUEL, R.. **An Urban Approach to Climate Sensitive Design: Strategies for the Tropics**, E & FN Spon Press, London, UK. 2005.178 p

FAHMY, M., SHARPLES, S., YAHYA, M. (2010) LAI based trees selection for mid latitude urban developments: A microclimatic study in Cairo, Egypt. **Building and Environment** , 45 (2), 345-357. ISSN 0360-1323

FAVA, C.L.F., Inventário quali-quantitativo da arborização urbana do bairro Boa **Esperança – Cuiabá, MT**. Monografia de especialização. Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2004. 50 p.

FIGUEIRÊDO, D.C. **Curso Básico de GPS**. 2005. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/download/SIGABrasil/Textos%20e%20Manuais/Curso\\_GPS.pdf](http://www.conab.gov.br/download/SIGABrasil/Textos%20e%20Manuais/Curso_GPS.pdf)>. Acesso em: 03 outubro 2010. 15:45.

FONTES, M. S. G. C., DELBIN, S. (2001) 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, São Pedro. **Anais**. São Pedro: ANTAC, 155-158.

FONTES, M. S. G. C.; GIACOMELI, D. C.; HAMADA, M.; RIBEIRO, M. O.; MURATA, D. M.; FONSECA, E. B. S.; GASPAPARINI JR., R. A.; MELO, L. F. Qualidade dos principais espaços públicos de Bauru-SP. In.: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VIII; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IV, 2005. Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005.

FONTES, M. S. G. de C., MELO, L. F. Influência do desenho e do microclima urbano nos usos de espaços públicos In: V ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO VII CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES – *ENCAC / COTEDI*. **Anais**. Curitiba - PR, Brasil, 2003. p. 639 – 645.

FONZAR, B. C. **O processo de ocupação regional, o modelo urbano e o conforto térmico na Alta Sorocabana**: um teste aplicado a Presidente Prudente. 1981. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

FOURNIER, R. A., WALTER, J. M. N. (2003) Special Collection: Measurement and use of leaf area index in monitoring vegetated ecosystems. **Canadian Journal of Remote Sensing**, 29 (3), 299-427.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 7ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GIVONI, B.. Impact of planted areas on urban environmental quality: a review. **Atmospheric Environment Part B. Urban Atmosphere**, 5(3): 289-299. 1991

GOMES, F. J. D., **Relação entre Variáveis Meteorológicas e Cobertura do Céu na região central de Cuiabá e entorno**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

GOWER, S.T.; KUCHARIK, C.J.; NORMAN, J.M. Direct and indirect estimation of leaf area index, fAPAR and net primary production of terrestrial ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 70, p. 29-51, 1999.

GREEN, E.P., CLARK, C.D.,( 2000) Assessing mangrove leaf area index and canopy closure. In: **Alasdair, J. Edwards (Ed.), Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management, Coastal Management Sourcebooks 3. Part 5. Quantitative Measurement of Ecological Parameters and Marine Resource Assessment**, CSI, UNESCO—<http://www.unesco.org/csi/pub/source/rs13.htm>.

GREY, G.W.; DENEKE, F.J. **Urban forestry**. 2.ed. New York: John Wiley, 1986. 299p.

HAIR Jr.,J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; e BLACK.,W.C.. **Análise Multivariada de Dados**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookmam,2009. 593p

HARDIN, P.J., JENSEN, R.R. (2007). The Effect of Urban Leaf Area on Summertime Urban Surface Kinetic Temperatures: A Terre Haute Case Study. **Urban Forestry and Urban Greening**, 6, 63-72.

HOSOI, F., and OMASA, K., 2006. Voxel-Based 3-D Modeling of Individual Trees for Estimating Leaf Area Density Using High-Resolution Portable Scanning Lidar. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 44 (12), 3610-3618.

<http://www.inmet.gov.br/html/biblioteca> -acesso em 06/05/2011

<http://www.wunderground.com/history/airport/SBCY>- acesso em 02/04/2011

IBIAPINA, J. S.; SILVA, E. A.; CARVALHO, A. K.; BRITO, J. S.; Análise qualitativa da arborização da Avenida Santos Dumont, Zona Norte, Teresina-PI. In: II CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, João Pessoa – PB, **Anais**, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico** (2006). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 02/09/2009.

\_\_\_\_ IBGE. **Censo Demográfico** (2000). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 02/09/2006.

\_\_\_\_ IBGE. **Censo Demográfico** (2010). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 02/03/2011.

Proshansky, H. M., Ittelson, W. H., & Rivlin, L. G. (1970). **Environmental Psychology: Man and his physical setting**. Nova York: Holt, Rinehart & Winston.

JANSEN, J. R.; **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos Terrestres**; 2ª ed. Parêntese. Cap. 11 São José dos Campos, SP, 2009.

JONCKHEERE, I., FLECK, S., NACKAERTS K., MUYS, B., COPPIN, P., WEISS, M., BARET, F. (2004) Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, 121, 19-35.

KATZSCHNER, L. The contribution of urban climate studies to a new urbanity . In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC). 8, 2005, Maceió. Anais.Maceió, 2005. 912-920.

KIRCHNER, F.F.; DETZEL, V.A.; MITISHITA, E.A. Mapeamento da vegetação

LANDSBERG, J.J. Physiology in forest models: history and the future. **Forest Biometry, Modelling and Information Sciences**, London, v. 1, p. 49-63, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3rd ed. New York: Springer Verlag, 1995. 506 p.

LEÃO, E. B. **Carta Bioclimática de Cuiabá**. 2007.147 f. Dissertação. (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

LIMA NETO, E.M.; SOUZA, R.M. (2009). Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p.47-62, 2009.

LINDENMAIER, D.S. & SANTOS, N.O. Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul – RS – Brasil: fitogeografia, diversidade e índices de áreas verdes. **Pesquisas, Botânica**, n. 59. p. 307-320. São Leopoldo. 2008.

LOIS, E.; LABAKI, K. L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, III, 2001. São Pedro. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001. p. 209-212.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

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.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v.1, 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, P.384.

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.

LOWMAN, M.D.; NADKARNI, N.M. (eds) (1995) **Forest canopies**. Academic, New York, 322 p

MACHADO, R. B. B.; MEUNIER, I. M. J.; SILVA, A. J. A.; CASTRO, A. A. J. F. Árvores nativas para a arborização de Teresina/PI. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 10-18, 2006.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT**. 1994. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos da dendrologia**. 2. ed., Santa Maria, UFSM, 2004.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos de dendrologia**. Santa Maria: UFSM, 1995. 163p.

MARX, M. **Cidade brasileira**. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1980.

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

MATOS, E.; QUEIROZ, L.P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MENDONÇA, F. **O Clima Urbano de Cidade de Porte Médio e Pequeno: Aspectos Teórico- Metodológicos e Estudos de Caso**. 2000

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.

MILLER, R.W. **Urban Forestry Planning and Managing Urban Greenspaces**, Prentice Hall, New Jersey, 1988.

MOHAMAD, F.; STEPHEN S.; MAHMOUD Y. LAI based trees selection for mid latitude urban developments: A microclimatic study in Cairo, Egypt. *Building and Environment journal*. v45 (2010) p 345–357.

MONSI, M., SAEKI, T., 1953. Ueber den lichtfaktor in den pflanzengesellschaften und seine bedeutung für die stoffproduktion. *Jpn. J. Bot.* 14, 22–52.

MONTEIRO, C. A. de F. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**. n 1, maio 1999.

MONTEIRO, C.A de F. Teoria e clima urbano. 25. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, v. 9, p. 747-766, 1972.

MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. **Principles of environmental physics**. 2.ed. London: Edward Arnold, 1990. 291p.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S., (orgs.); colaboradora MAITELLI, G. T. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinha, 2005. pg.238-287; apud LEÃO, E. B. **Carta Bioclimática de Cuiabá**. 2007. 147 f. Dissertação. (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.. Cuiabá, MT.

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

MOTTA, G. L. O. **Inventário da arborização de áreas, utilizando um sistema hierárquico para endereço impreciso**. 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MOURA, T.A.; SANTOS, V.L.L.V. Levantamento quali-quantitativo de espécies arbóreas e arbustivas na arborização viária urbana dos bairros centro e centro norte, Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.1, n.1, p.97-117, 2009.

MUCHOW, R.C. and Sinclair, T.R., 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field-grown maize and sorghum. *Crop Sci.* **34**, pp. 721–727

NIMER, E. (1979), **Climatologia do Brasil**. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, nº 4. Fundação IBGE. Brazil.

NORMAN, J.M.; CAMPBELL, G.S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.; RUNDEL, P.W. (Ed.). **Plant physiological**

**ecology**: field methods and instrumentation. London: Chapman and Hall, 1992. chap. 14, p. 301-326.

NORMAN, J.M.; JARVIS, P.G. Photosynthesis in Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). IV. Radiation penetration theory and a test case. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 12, p. 839-878, 1975.

NOVO Ponto de Lazer – Conhecida como Popular, praça desperta atenção. **Folha do Estado**, Cuiabá, 04 mar. 2002.

NOWAK, D. J. Assessing Urban Forest Structure: Summary and Conclusions. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v. 34, n. 6, nov, p. 391-392, 2008.

NUCCI, J.C e CAVALHEIRO, F. **Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e Ciência e Natura**, UFSM, 27 (2): 85 - 99, 2005 99 método. GEOUSP 6, São Paulo: Depto. de Geografia/USP, p. 29-36, 1999.

OKE, T.R. (1989) “The micrometeorology of the urban forest”, **Philosophical Transactions of Royal Society of London B**, 324: 335-350

OKE, T. R. (1982) The energetic basis of the urban heat island. **Quart. Journal. Roy. Met. Soc.**, **108**, 1-24.

OKE, T. R. (1997) – Urban climates and global environmental change. In R. D. Thompson and E. PERRY – Applied climatology. Routledge, London, part. 4: 273: 286.

OKE, T. R. (2004) – Initial Guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. WMO, Instruments and Observing Methods, Report n.º 81.

OLIVEIRA, A. S. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia em residências na cidade de Cuiabá**. Cuiabá, 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

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.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres 1981. 440p.

PAIVA, H. N., GONÇALVES, W. (2002) **Florestas urbanas: Planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil.

PEDRON, F. A. **Efeitos da vegetação no ambiente urbano**. Agronline.com.br. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=88>>. Acesso em: 07 de outubro de 2010.

Peixoto, A.L., Rosa, M.M.T., Joels, L.C.M. Diagrama de perfil e de cobertura de um trecho da floresta de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 9, 1995, pp 177-193.

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

REIS FILHO, N. G.. **Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500-1720)**. São Paulo: Pioneira, 1968.

REIS, A.; LAY, M. C. As técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído. In: 3<sup>o</sup> ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 1995, Gramado. **Anais**. Gramado: ANTAC, 1995

REZENDE, T.M.; SANTOS, D.G. Avaliação quali-quantitativa da arborização das Praças do Bairro Jaraguá, Uberlândia-MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba,-SP v.5, n.2, p. 139-157, 2010.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, n.23, 1993. pg. 288 – 294.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzato Editores, 1986.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças brasileiras**. São Paulo: USP, 2002. 311 p.

ROBERTS, J. M., CABRAL, O. M. R., COSTA, J. P., MCWILLIAM, A. L. C., Sá, T.D. (1996). Na 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, 287-306.

ROCHA, L.A., **Árvores das praças do bairro Centro Político Administrativo (CPA I, II, III e IV), Cuiabá-MT**. 2008. 28 p. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) Cuiabá - MT: Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 2008.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenvolvimento urbano**. São Paulo: Projetos Editores Associados Ltda, 1988. 123p.

ROXBURGH, J. R.; KELLY, D. Short communication uses and limitations of Hemispherical photography for estimating forest light environments. **New Zealand Journal of Ecology**, New Zealand. v. 19, n. 2, p. 213-217, 1995.

SAMPAIO, A.H.L. **Correlações entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 1981. 103p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo

SANCHES, L., VALENTINI, C. M. A., PINTO JR., O. B., NOGUEIRA, J. S., VOURLITIS, G. L., BIUDES, M. S., SILVA, C. J., BAMBI, P., LOBO, F. A. (2008) Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semdeciduous Forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, 113, 1-9.

SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA; V ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Anais**. São Luís: SBAU, 1994.

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. Washington: U.S. National Arboretum, Agriculture Research Service, 2002.

SANT'ANNA NETO, J. L. (2000) Mudanças Climáticas Globais: Implicações no Desenvolvimento Econômico e na Dinâmica Natural. **Revista Pantaneira**, 2 (2), 66-78.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVANTINI, J.A. (orgs). **Variabilidade e Mudanças Climáticas: Implicações Ambientais e Socioeconômicas**. Maringá: Eduem.

SANTANNA, F. B.; ARRUDA, P. H. Z.; FARIA, J. L. B.; NOGUEIRA, J. S.; J. L. Estudo preliminar da velocidade e direção dos ventos, em Cuiabá, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n. 2, p.175-180, agosto/2008

SANTOS, A.R.; BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D. Paisagem urbana alienígena. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 41, n 245, p. 68-70, jan./fev. 2008.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. São Paulo, 2009.173 p. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP. São Paulo

SILVA, A. G. **Avaliação da arborização no perímetro urbano de Cajuri - MG, pelo Método da Tabela Sintético**. Viçosa, 2000. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – UFV, Viçosa, 2000.

SILVA FILHO, D.F. da; PIZETTA, P.U.C.; ALMEIDA, J.B.S.A. de; PIVETTA, K.F.L.; FERRAUDO, A.S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, v.26, n.5.p.629-642, 2002.

SILVA, L.M.; RODIGHIER, D.A.; HASSE I.; CADORIN D.A. Arborização dos Bairros Pinheiros, Brasília e Bancários em Pato Branco/PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.275-282, 2008a.

SILVA, E. M, et. al. O estudo da arborização urbana do bairro Mansour, na cidade de Uberlândia –MG. IG/UFU. **Caminhos de Geografia-Revista on line**. v. 3, n.5, p. 73-83, fev. 2002.

SIMOES, 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. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Anais**. Brasília, 2001.

SINCLAIR, T.R.; MUCHOW, R.C. Radiation use efficiency. **Advances in Agronomy**, New York, v. 65, p. 215-265, 1999.

SPIRN Anne Whiston. **O Jardim de Granito** – A Natureza no Desenho da Cidade. São Paulo. Edusp, 1995.

SPRONKEN-SMITH, R.A., OKE, T.R., 1998. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. **International Journal Remote Sensing**. 19, 2085-2104.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G. Production and carbon allocation in a clonal *Eucalyptus* plantation with water and nutrient manipulations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 920-930, 2008.

TAKAHASHI, L.Y. Arborização urbana: inventário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., São Luís, 1994. **Anais**. São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 193-199.

TERRA, C. G. Jardins públicos e sua importância no espaço urbano: Rio de Janeiro - século XIX. In: CONGRESSO NACIONAL DE HISTÓRIA DA ARTE, 5. 1995, São Paulo - SP. Anais... v. 1. São Paulo, 1995. p. 97-101.

TSIROS, I. X.. Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shade trees in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions. **Renewable Energy journal**. (2010) p 1-4.

VIEIRA, P. B. H. **Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2004.

WANDELLI, E.V.; MARQUES FILHO, A.O. Medidas de radiação solar e índice foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 1, p. 57- 78, 1999.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on growth of field crops. I Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, London, v.11, p.41-76, 1947.

WELLES, J. M., COHEN, S. (1996) Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation. **Journal of Experimental Botany**, 47, 1335-1342.

[www.arvores.brasil.nom.br](http://www.arvores.brasil.nom.br)

[www.wunderground.com/history/airport/SBCY/2011](http://www.wunderground.com/history/airport/SBCY/2011)

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

ZILLER, S. R. Plantas Exóticas Invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**, n.178, 2001.

## 7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

AKBARI, H., KURN, D. M., BRETZ, S. E., HANFORD, J. W. (1997) Peak power and cooling energy savings of shade tree. **Journal Energy and Buildings**, 25, 139-148.

ANDRADE, H. (2005) – O Clima Urbano - Natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra** xl, 80, p. 65-91.

BAKER, L.A., BRAZEL, A.J., SELOVER, N., MARTIN, C., MCINTYRE, N., STEINER, F.R., NELSON, A.; MUSACCHIO, L. (2003) Urbanization and warming of Phoenix (Arizona, USA): impacts, feedbacks and mitigation. **Urban ecosystems**, 6, 183-203.

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

BERTACCHI, M. L., FARIA, J. R. G. (2005) 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.

BUENO, C. L. **A influência da vegetação no conforto térmico urbano e no Ambiente construído**. Tese (Doutorado em Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 186 p., Campinas, 2003.

CHATZIDIMITRIOU, A.; CHRISOMALLIDOU, N.; YANNAS, S. Microclimate modifications of an urban street in northern Greece. In: PLEA 2005 – PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2005, BEIRUT. p. 689-694.

GAJARDONI, A. Nossas cidades poderiam ser jardins exuberantes. **Revista Globo Ciência**. p. 21-27, 1995.

GALLEGO, L. P. **Tipos de tempo e poluição atmosférica no Rio de Janeiro: um ensaio em climatologia urbana**. 1972. 104p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1972.

GREY, G.W.; DENEKE, F.J. **Urban forestry**. New York, John Wiley, 1978, 279p.

HEISLER, G. M. Effects of individual trees on the solar radiation climate of small

HOSOI, F. OMASA, K. Voxel-based 3-D modeling of individual trees for estimating leaf area density using high-resolution portable scanning lidar. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 44, 2006, p.3610–3618.

LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N. O.; DEL PICCHIA, P. C. D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In.: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, II; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Anais... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 539-553.

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**. 2003.100f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. In: Theoretical and Applied Climatology. Austria: 2005.

SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. 1979. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

SHASHUA-BAR, M .E., HOFFMAN, L. Vegetation as a climatic component in the design of na urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees.**Energy and Buildings**, n. 31, 2000, p.221-235.