

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

**PRAÇAS PÚBLICAS EM CUIABÁ-MT:
INFLUÊNCIAS NAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS**

IVAN TOCANTINS

Orientador: Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Cuiabá, MT
Março de 2015

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

**PRAÇAS PÚBLICAS EM CUIABÁ-MT:
INFLUÊNCIAS NAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS**

IVAN TOCANTINS

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Física Ambiental da Universidade
Federal de Mato Grosso, como
parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Física
Ambiental.*

Orientador: Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Cuiabá, MT
Março de 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

T631p Tocantins, Ivan.
PRAÇAS PÚBLICAS EM CUIABÁ-MT: INFLUÊNCIAS NAS VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS / Ivan Tocantins. -- 2015
69 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Variáveis microclimáticas. 2. Vegetação local. 3. Revestimento do solo. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PRAÇAS PÚBLICAS EM CUIABÁ-MT: INFLUÊNCIAS NO CONFORTO TERMO-HIGROMÉTRICO

AUTOR: IVAN TOCANTINS

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 25 de fevereiro de 2015, pela comissão julgadora:


**Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus
Albuquerque Nogueira- Orientadora**
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
UFMT


Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos
Examinadora Interna
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e
Tecnologia – UFMT


Profa. Dra. Karyna de Andrade Carvalho Rosseti
Examinadora Interna
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
UFMT


Profa. Dra. Fernanda Miguel Franco
Examinadora Externa
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Mato Grosso – IFMT

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado em primeiro lugar a minha amada esposa e companheira de todas as horas Aledir, aquela sem a qual não eu teria tido o apoio, a viabilidade e a motivação para chegar até aqui!

Dedico também:

As minhas queridas filhas Vanessa e Lorena, meus tesouros!

A meus queridos mãe e irmão, minha gratidão!

A meu querido pai, em sua memória e com muitas saudades!

AGRADECIMENTOS

- A Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira pelos valorosos ensinamentos, pelo apoio sempre presente e pela confiança compartilhada.
- Ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira, Prof. Paraná pelo empenho paternal ao Programa de Pós-graduação.
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).
- Ao Cientista e Prof. Dr. Geraldo Aparecido Rodrigues Neves pelas orientações e disposição nos momentos de dúvidas.
- Aos companheiros e alunos do Programa de Iniciação Científica da UFMT que tanto contribuíram para a realização deste estudo.
- Aos colegas da Pós-graduação, especialmente Magdiel, Fernando, Rafael, Heloísa, Mauro, Denes, André e Armando.
- A Soilce e Cesário pela sempre colaboração nos assuntos da secretaria da PGFA.
- Aos colegas e companheiros da Pós-graduação pelo convívio saudável.
- A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram de alguma forma no desenvolvimento do presente trabalho.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro a este estudo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 CLIMA	4
2.2 CLIMA URBANO	6
2.3 ALBEDO E O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	10
2.4 COBERTURA VEGETAL	11
2.5 CONCEITUAÇÃO E QUALIDADE AMBIENTAL DE PRAÇAS	16
3. ÁREA DE ESTUDO	20
3.1 A CIDADE DE CUIABÁ	20
3.2 AS DUAS PRAÇAS DE ESTUDO NO BAIRRO BOA ESPERANÇA.....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 ROTEIRO METODOLÓGICO	24
4.2 MATERIAIS UTILIZADOS	25
4.3 MÉTODO EMPREGADO.....	28
4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS PRAÇAS	29
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
5.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	40
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	48
6. COMENTÁRIO FINAL	51
7. BIBLIOGRAFIAS	52
7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS	52
7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Posição de Cuiabá nos domínios estadual, nacional e continental...	20
Figura 2 – Regiões administrativas da cidade de Cuiabá.....	21
Figura 3a – Mapa do bairro Boa Esperança.....	22
Figura 3b – Mapa com dimensões aproximadas das praças no bairro Boa Esperança.....	22
Figura 4 – Vista superior das praças Assunta Silva e Anita Negrão.....	23
Figura 5 – Termo-higro-anemômetro digital portátil InstruthermTHAR - 185H.	26
Figura 6 – Termômetro infravermelho Instrutherm TI-870.	27
Figura 7 – Insumos empregados na fabricação do abrigo pelo laboratório do PPFGA.	28
Figura 8 – Abrigo com o sensor do termo-higrômetro-anemômetro instalado.	28
Figura 9 – Ilustração da Praça Anita Negrão e os 19 pontos de medição.	29
Figura 10 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à direita e Rua 4 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 42.....	30
Figura 11 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 4 à direita e Rua 42 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 1.....	30
Figura 12 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 42 à direita e Rua 1 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 4.....	30
Figura 13 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 1, Rua 4 e Rua 42, com centro referencial no ponto 10 do transecto.	31
Figura 14 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 4, Rua 42 e Rua 1, com centro referencial no ponto 10 do transecto.	31
Figura 15 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 42, Rua 1 e Rua 4, com centro referencial no ponto 10 do transecto.	31
Figura 16 – Ponto 1 do transecto da Praça Anita.	31
Figura 17 – Ponto 2 do transecto da Praça Anita.	31
Figura 18 – Ponto 3 do transecto da Praça Anita.	31
Figura 19 – Ponto 4 do transecto da Praça Anita.	31
Figura 20 – Ponto 5 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 21 – Ponto 6 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 22 – Ponto 7 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 23 – Ponto 8 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 24 – Ponto 9 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 25 – Ponto 10 do transecto da Praça Anita.	32
Figura 26 – Ponto 11 do transecto da Praça Anita.	32

Figura 27 – Ponto 12 do transecto da Praça Anita	32
Figura 28 – Ponto 13 do transecto da Praça Anita	33
Figura 29 – Ponto 14 do transecto da Praça Anita	33
Figura 30 – Ponto 15 do transecto da Praça Anita	33
Figura 31 – Ponto 16 do transecto da Praça Anita	33
Figura 32 – Ponto 17 do transecto da Praça Anita	33
Figura 33 – Ponto 18 do transecto da Praça Anita	33
Figura 34 – Ponto 19 do transecto da Praça Anita	33
Figura 35 – Ilustração da Praça Assunta Silva e os 14 pontos de medição.....	34
Figura 36 – Vista da Praça Assunta S Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à direita e Rua 3 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 40.....	34
Figura 37 – Vista da Praça Assunta S Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à esquerda e Rua 40 à direita, e, ao fundo da Praça, a Rua 3.....	34
Figura 38 – Vista da Praça Assunta S Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 40 à esquerda e Rua 3 à direita, e, ao fundo da Praça, a Rua 1.....	35
Figura 39 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 1, Rua 3 e Rua 40, com centro referencial no ponto 4 do transecto.	35
Figura 40 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 40, Rua 1 e Rua 3, com centro referencial no ponto 4 do transecto.	35
Figura 41 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 3, Rua 40 e Rua 1, com centro referencial no ponto 4 do transecto.	35
Figura 42 – Ponto 1 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 43 – Ponto 2 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 44 – Ponto 3 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 45 – Ponto 4 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 46 – Ponto 5 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 47 – Ponto 6 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 48 – Ponto 7 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 49 – Ponto 8 do transecto da Pç. Assunta.....	36
Figura 50 – Ponto 9 do transecto da Pç. Assunta.....	37
Figura 51 – Ponto 10 do transecto da Pç. Assunta.....	37
Figura 52 – Ponto 11 do transecto da Pç. Assunta.....	37
Figura 53 – Ponto 12 do transecto da Pç. Assunta.....	37
Figura 54 – Ponto 13 do transecto da Pç. Assunta.....	37
Figura 55 – Ponto 14 do transecto da Pç. Assunta.....	37

Figura 56 – Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 8 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	40
Figura 57 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 14 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	41
Figura 58 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 17 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	42
Figura 59 – Gráficos comparativos gerais de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto a outubro de 2013.	43
Figura 60 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 8 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	44
Figura 61 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 14 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	45
Figura 62 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 17 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.....	46
Figura 63 - Gráficos comparativos gerais de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar na Praça Anita Negrão, meses de agosto a outubro de 2013.....	47

RESUMO

TOCANTINS, I. *Praças públicas em Cuiabá-MT: influências nas variáveis microclimáticas*. Cuiabá, 2015, 69p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O presente estudo procurou verificar como a vegetação local e os revestimentos do solo, cada qual com seus diferentes albedos, afetam as condições ambientais em áreas urbanas e influenciam na manifestação de sentidos das pessoas quanto às variáveis microclimáticas de temperaturas e umidade do ar. Este trabalho envolveu duas praças em Cuiabá, no qual, por transectos móveis percorridos a pé, foram colhidas variáveis micrometeorológicas de temperatura do ar, temperatura superficial e umidade relativa atmosférica. As medições, realizadas com a obtenção de dados por dois instrumentos convenientemente abrigados, seguiram padrões da Organização Mundial de Meteorologia – OMM e foram colhidas na estação caracterizada como quente-seca, em um período de três meses consecutivos durante a última semana ininterrupta em cada um dos meses de agosto, setembro e outubro de 2013, nos intervalos locais de 8 horas, 14 horas e 17 horas. Pela verificação dos resultados, restou como evidenciado o caráter fundamental de se manter e envidar esforços para a proliferação das regiões vegetadas de modo a colaborar para a atenuação do microclima local e, dentre outros benefícios, a promover a sensação de bem estar termo-higrométrico.

Palavras-chave: Variáveis micrometeorológicas, vegetação local, revestimento do solo.

ABSTRACT

TOCANTINS, I. *Public squares in Cuiaba-MT: influences on the microclimatic variables*. Cuiaba - Brazil, 2015, 69p. Dissertation (Masters in Environmental Physics) – Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso.

The present study aimed to verify how the local vegetation and soil coatings, each with their different albedo, affect environmental conditions in urban areas and influence the manifestation of people's senses with regard to temperature and humidity microclimatic variables of air. This work involved two squares in Cuiaba and, in it, by mobile transects traversed on foot, were collected micrometeorological variables of air temperature, surface temperature and atmospheric humidity. Measurements followed the micrometeorological variables World Meteorological Organization - WMO standards and were collected at the station featured as hot-dry, in a period of three consecutive months during the last week uninterrupted in each of the months of August, September and October 2013, in between places of 8 am, 2 pm and 5 pm. Verification of the results, remained as evidenced the character essential to maintain and make efforts for the proliferation of most vegetated regions in order to contribute to the attenuation of the local microclimate and, among other benefits, to promote a sensation of welfare thermo-hygrometric.

Keywords: micrometeorological variables, local vegetation, land cover.

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

O crescimento populacional humano tem comprometido a qualidade ambiental das áreas urbanas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte. A diminuição das áreas verdes e a ocupação desprovida de critérios sustentáveis do uso do solo causam efeitos diretos sobre a face do terreno, alterando a rugosidade da camada superficial, reduzindo ou barrando a ventilação natural, além de trazer prejuízos com redução progressiva da qualidade de vida das populações.

Após a Segunda Guerra Mundial, as modificações nos ecossistemas originadas por processos de urbanização, se intensificaram. Os climas locais passaram a se apresentar mais afetados pela ação humana, não podendo ser desconsiderado que a elevação nos índices de concentração de gás carbônico antropogênico implica em elevação da temperatura média terrestre.

No Estado de Mato Grosso um indicador climático são as temperaturas majoradas nas áreas urbanas mais populosas em comparação com as áreas rurais. Ocorre nesses pontos urbanizados o fenômeno das “ilhas de calor”, que, apesar de não ocorrer em muitos locais do Estado, evidenciam que o adensamento populacional, a impermeabilização do solo e as diferentes características e propriedades térmicas dos materiais com que se edifica, provoca nas localidades mais densamente construídas a manifestação do fenômeno que traz desconforto crescente.

Na cidade de Cuiabá, assim como nos demais aglomerados urbanos, as condições climáticas são determinantes para o conforto higrotérmico, uma vez que a temperatura e umidade atmosféricas, bem como a radiação e a velocidade do vento comportam-se de maneira não análoga, variando no tempo e no espaço, de lugar para lugar, vindo a condicionar uma maior ou menor satisfação corporais. A importância, então, de se estudar e monitorar estas variáveis microclimáticas de conforto termo-higrométrico em zonas arborizadas reside no fato de indagar a forma como estas áreas vegetadas se comportam e de que maneira possam vir a beneficiar as regiões do entorno.

1.2 JUSTIFICATIVA

As condições climático-meteorológicas interurbanas, diretamente ligadas ao conceito de caoticidade e heterogeneidade, seja do local, da estruturação, das funcionalidades urbanas ou da sua morfologia, geram microclimas urbanos e propiciam a ocorrência do fenômeno das ilhas de calor e suas opostas ilhas de frescor. Este acontecimento já identificado por vários pesquisadores surge na região das metrópoles e se distingue pela elevação da temperatura superficial dessas áreas em comparação com as temperaturas manifestadas na circunvizinhança.

Nesse prisma é que se destaca a suma importância da utilização de áreas verdes vitalizadas considerando sua influência minimizadora da carga térmica do microclima urbano. O viés benéfico do uso dos recursos da natureza em prol do conforto das cidades tem sido experimentado por uma série de estudos que apontam para a amenização da temperatura e a manutenção da umidade do ar.

Busca o presente trabalho como objetivo geral, avaliar o microclima dos diferentes arranjos espaciais da vegetação urbana em duas praças públicas no bairro Boa Esperança em Cuiabá, via análise do comportamento espacial das variáveis de temperatura do ar, temperatura da superfície e da umidade atmosférica.

A escolha das praças para o estudo se deu devido à proximidade entre elas, com uma distância da ordem de cinquenta metros entre os vértices mais próximos, o que praticamente neutraliza quaisquer influências que poderiam diferenciar as microvariáveis colhidas em um e outro logradouro. Os albedos expressos pelas superfícies expostas são encontrados em ambas as praças, quais sejam, faces com grama, solo nu, asfalto, concreto, em situações de radiação direta ou sombreada. Os dados colhidos por transecto realizado a pé, em paralelo com as distâncias não tão grandes entre os pontos com coberturas superficiais variadas, propiciaram uma regularidade e uniformidade de coletas, com a primeira e última sequência de cada medição iniciando e terminando num tempo total bem inferior a sessenta minutos, em conformidade com consagradas metodologias.

Assim, se teve como objetivos específicos da presente jornada: realizar transectos móveis nas duas praças pré-identificadas nas estações quente-seca e quente-úmida; visualizar como a cobertura foliar existente pode contribuir para elevar os níveis de umidade atmosférica nos períodos de maior estiagem devido à inerente evapotranspiração naturalmente metabolizada pelas mesmas; visualizar graficamente os efeitos da troca térmica e consequente redução das temperaturas superficiais

experimentadas no entorno dos locais públicos com diferentes densidades arborizadas; por fim, analisar as relações entre a área vegetada, as variáveis micrometeorológicas e o uso e ocupação do solo das duas praças.

Vislumbra-se, pois, com o presente estudo, a contribuição para que se aprimorem as formas de uso e ocupação das áreas urbanizadas, bem como ressaltar a já conhecida, contudo pouco praticada manutenção e proliferação das áreas vegetadas nos centros urbanos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLIMA

O clima é um dos elementos de primeira ordem a compor a paisagem geográfica, é resultante da dinâmica atmosférica zonal, regional e local e dos espaços urbano-rural construído (MENDONÇA, 1994).

Ayoade (1998) entende que o clima é um conjunto de condições normais que dominam uma região, referindo-se a dados atmosféricos obtidos das médias das observações durante certo intervalo de anos, normalmente 30 anos. Por outro lado, denomina-se comumente tempo, ou condição meteorológica ou mesmo meteorologia as manifestações da atmosfera de modo mais instantâneo (AYOADE, 1998).

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, em nosso caso específico a capital matogrossense, deve iniciar-se com uma visão geral, na qual a área em estudo está inserida.

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 Zone*) e compara a escala de análise com o raio de influência da vegetação no vento, temperatura do ambiente e umidade atmosférica.

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 (RIBEIRO, 1993).

Há propostas variadas de sistematização dos estudos climáticos. Essas propostas se diferem na escala de abordagem, onde vários autores delimitam o espaço onde se insere determinada escala, não havendo um consenso sobre o seu limite (NUNES, 1998) e na mesma visão autores renomados como Ayoade (1998) e Ribeiro (1993).

Apesar disso, em se considerando a relação entre os fluxos de matéria - energia e os elementos condicionantes da definição dos estudos climáticos são possíveis se distinguir os níveis de abordagem em macroclimático, mesoclimático e microclimático (AYOADE, 1998). 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, por exemplo, 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. Nesse nível, os climas locais são o objeto de estudo. Sob o prisma microclimático, a controvérsia prevalece com relação aos seus limites, entretanto, os autores que o estudam são unânimes em reconhecer a existência de um nível condicionante escalar mais próximo dos indivíduos (MONTEIRO, 1999).

Sob prisma diverso quanto a escala, 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) e Monteiro e Mendonça (2003) sugerem 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.

Certo e de senso comum é que o clima interfere sobremaneira na vida do ser humano e dos demais seres e, desta forma, se torna necessário conhecer os dados

climáticos da região em que se pretendem desenvolver as pesquisas que possam ser influenciadas pelas variáveis climáticas. Conforme Oliveira (2011), o clima de uma determinada área resulta, sobretudo, de três influências complexamente inter-relacionadas: os processos atmosféricos resultantes dos fatores geográficos locais; a influência dos padrões do clima de escala imediatamente inferior e o efeito dos sistemas atmosféricos atuantes em larga escala.

2.2 CLIMA URBANO

Nas áreas urbanas o estudo do clima tem gerado uma quantidade significativa de produção científica. De acordo com Oke (1982) o processo de crescimento urbano impõe um caráter peculiar à baixa troposfera a ponto de produzir condições atmosféricas locais distintas das encontradas em suas áreas adjacentes. Dessa forma, a cidade acaba por gerar um clima próprio, denominado de clima urbano, este, fruto da interferência de atributos como capeamento do solo, material empregado nas edificações, rugosidade e topografia da cidade, emissão de aerossóis, além da geração artificial de calor sobre a camada limite, que se processa desde a abrangência microclimática até a mesoclimática.

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: microclima, que 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; clima local, aquele no qual uma área com uma combinação característica de elementos, pode corresponder seja a um tipo de ocupação do solo diferenciado (bairro, parque urbano), seja a condições topográficas específicas (vale, colina, etc.).

Segundo Monteiro e Mendonça (2003), 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 o cotidiano da cidade e de deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes,

como por exemplo, vazamentos industriais, concentração excessiva de poluição em certas épocas do ano, trânsito congestionado, dentre outras situações cada vez mais habituais.

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 (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Oke (1982), os materiais de uso corrente no ambiente urbano como concreto e asfalto, apresentam diferenças 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).

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 (LOMBARDO, 1985).

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.

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.

2.2.1 ESTUDOS HISTÓRICOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PERCEBIDAS OU PROVOCADAS PELA URBANIZAÇÃO

Quanto aos efeitos climáticos nas cidades, a primeira referência que se tem remete à sociedade helênica. Hipócrates em sua obra “Ar, água e lugar”, desenvolveu alguns conceitos primais acerca dos efeitos do ambiente urbano sobre a saúde dos habitantes (ALCOFORADO et al. 1999).

No século XVII tiveram início as observações meteorológicas realizadas com aparato instrumental à época vanguardista, desta forma possibilitando obter uma série de monitorações regulares e sistematizadas, permitindo detectar em algumas cidades as alterações surgidas em face das mudanças climáticas sazonais.

Os primeiros estudos sobre o clima urbano aconteceram no começo do século XIX, na Europa. O precursor foi trabalho do químico britânico Luke Howard, publicado em 1818, sobre o clima londrino. Ele foi um dos primeiros a observar as diferenças de temperatura entre a cidade e o meio rural. Mais do que isso, realizou um trabalho sobre contaminação do ar e descobriu a ocorrência de temperaturas majoradas no centro de Londres em relação aos condados rurícolas vizinhos. Essas alterações encontradas foram gestadas pela poluição produzida pela queima de carvão - abundante nas Ilhas Britânicas – o que provocava um aumento na temperatura da ordem de 2,2° F, ou seja, cerca de 1,2 graus Celsius (LANDSBERG, 1981).

Segundo Alcoforado et al. (1999), a origem da climatologia urbana moderna, tal qual como conhecida nos dias atuais, data do início do século passado quando o engenheiro alemão Wilhelm Schmidt iniciou estudos micrometeorológicos sobre o clima de Viena.

Schmidt utilizou veículos automotores para a obtenção de dados em diversos locais da capital austríaca e seus arredores, possibilitando desenvolver uma investigação sistemática da fenomenologia e da causa das diferenças térmicas. Assim, estabeleceu perfis térmicos detalhados e determinou linhas isotérmicas, as quais têm o viés de refletir a distribuição térmica espacial, procedimentos bastante utilizados nos recentes estudos do clima urbano (ALCOFORADO et al. 1999).

2.2.2 ESTUDOS DA URBANIZAÇÃO E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL, NO ESTADO DE MATO GROSSO E CIDADE DE CUIABÁ

No Brasil, de acordo com Pezzuto (2007), apenas 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 alvo de 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), SARTORI (1979), SAMPAIO (1981), LOMBARDO (1985), SANTOS (2011), MACIEL (2011) e FRANCO (2013).

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 (MORENO *et al.*, 2005). 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 0,17 hab.km² em 1980 e passou a 1,56 hab.km² 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 em Cuiabá.

2.3 ALBEDO E O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O albedo pode ser referenciado como a capacidade de reflexão e absorção dos diversos materiais existente, em relação à radiação solar, dependendo diretamente das propriedades físicas destes corpos, tais 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 Olgay (1963) apud Romero (2001) 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 (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.

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.

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 COBERTURA VEGETAL

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, 1986; 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 cânions 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.

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 (plantas as quais apresentam folhas durante o ano inteiro) e de arquitetura arbórea aberta resultem em maior conforto térmico. Junto a essas características de formato, também foram 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 et al. (2001) realizaram um estudo de avaliação de conforto em áreas abertas de clima quente úmido, na cidade de Maracaíbo, Venezuela. Os resultados constataram que a vegetação, especialmente árvores de grande porte, cumpre 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, tanto no mundo, no Brasil como em Mato Grosso, referentes à arborização urbana vêm sendo apresentados com diferentes metodologias em função de diferentes combinações de objetivos (MACEDO, 1992; MILANO, 1994; BUENO, 1998; BARTHOLOMEI, 2003; MORENO, 2006; PEZZUTO, 2007; OLIVEIRA, 2011).

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. (2007), 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. 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) apud FRANCO (2013), 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 Efeito das copas arbóreas

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 CO₂ 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; BIUDES, 2006; MORAES, 2013).

Apenas 47% da radiação solar incidente no topo da atmosfera (comprimento de onda entre 290 e 3000 nm) atingem a superfície do planeta. Esta redução é causada por vários 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.

2.5 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 remonta os primeiros séculos da colonização e ocupa 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 mais requintada, já que eram pontos de concentração da população.

Segundo Marx (1980) as praças no Brasil colônia estavam associadas aos pátios externos 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 exprimem a magnitude de um tempo e de um povo. Observadas como monumentos consagrados, o octogenário urbanista carioca 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.

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).

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.

3. ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada na cidade de Cuiabá – MT, tendo como objeto de estudo as praças Anita Negrão e Assunta S. Silva, ambas no bairro Boa Esperança.

3.1 A CIDADE DE CUIABÁ

Segundo Leão (2007) pela classificação de Strahler, em face do posicionamento geográfico em que se encontra, a capital matogrossense apresenta tanto características equatoriais como tropicais. Encontra-se o município a uma altitude média aproximada de 165 metros em relação ao nível do mar, variando na área urbana de 146 a 250 metros (IBGE 2014).

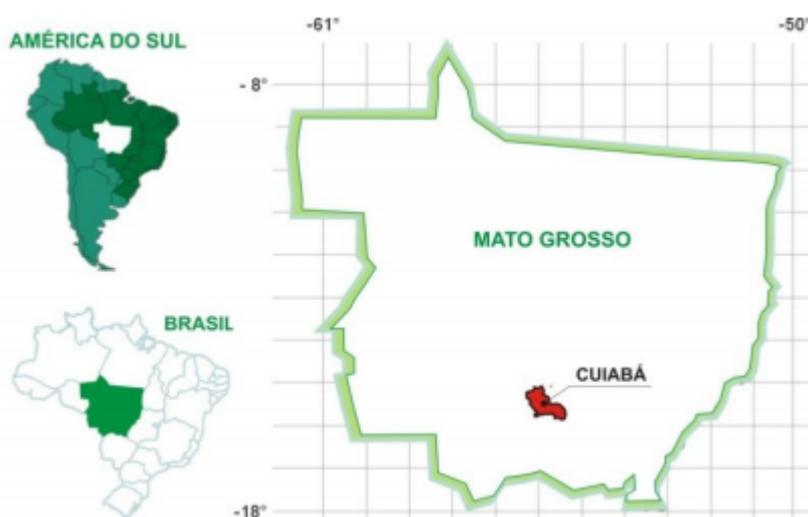


Figura 1 – Posição do município de Cuiabá nos domínios estadual, nacional e continental.
 Fonte: Adaptado de Santos, (2012).

A capital matogrossense, conforme figura 1, sob a ótica climática, apresenta duas estações definidas, sendo uma quente-seca e outra quente-úmida (CAMPELO Jr. *et al*, 1991). Ainda segundo os autores a temperatura na época de primavera-verão varia entre 30° e 36°C. O inverno tem uma particularidade, em média, de 17 dias por ano com temperaturas inferiores a 20°C e apenas 8 dias anuais abaixo dos 18°C. Por dados do INMET (2013) Cuiabá possui pequena amplitude térmica, com média anual de 27,2°C, média das máximas de 41,9°C e média das mínimas de 15,3°C. A insolação total média é de 2182 horas.

Sob informações do INMET (2013) a cidade, como se ve nas suas divisões por região, conforme figura 2, tem direção dos ventos predominantes Norte e Noroeste durante a quase totalidade do ano e vento Sul na ocasião do inverno. No entanto, segundo

Campelo Jr. *et al.* (1991) é importante ressaltar que, apesar da baixa velocidade do vento predominante, ocorrem rajadas, ou seja, picos de velocidade de curta duração.

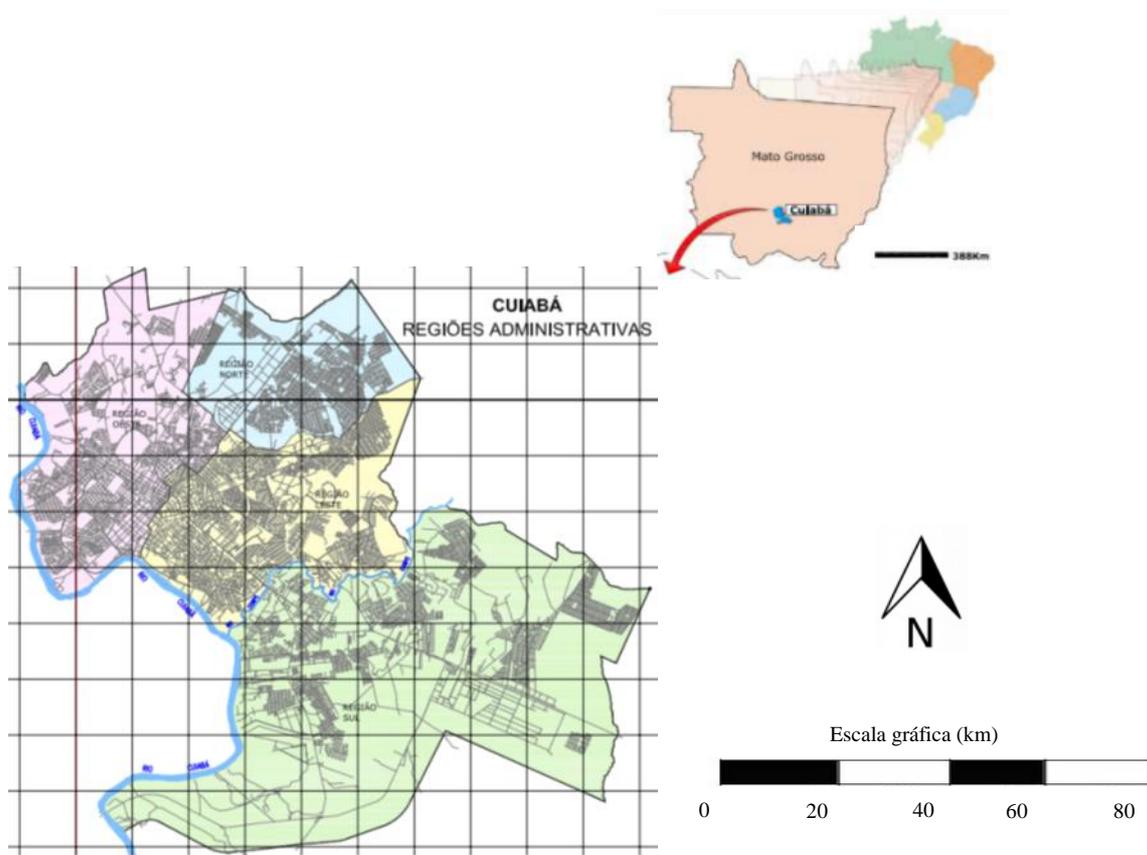


Figura 2 – Regiões administrativas da cidade de Cuiabá.

Fonte: Adaptado de Franco, (2013).

Conforme Moreno *et al.* (2005), o comportamento da ventilação da Capital é em grande parte influenciada pelas características do relevo que a circunda, tendo a planície pantaneira a sul - sudoeste e a chapada dos Parecis, integrante do grande planalto central brasileiro aos demais quadrantes.

As chuvas são distribuídas a tipicamente tropicais, maximizadas no verão e reduzidas no inverno, sendo que mais de 70% do total de precipitação anual ocorre no período dos meses de novembro a março, sendo que no inverno a estiagem atinge o auge no mês de julho (MORENO *et al.* 2005).

3.2 AS DUAS PRAÇAS DE ESTUDO NO BAIRRO BOA ESPERANÇA

Os dados foram coletados em dois locais públicos do bairro Boa Esperança, conforme visto nas figuras 3a, 3b e 4, situados nas adjacências da Universidade Federal de Mato Grosso em seu campus de Cuiabá, quais sejam, a Praça Anita Negrão, com área

de cerca de 2000 m² e coordenadas geográficas no ponto central de 15°36'43"S e 56°3'48'O e a Praça Assunta S. Silva, com área territorial de cerca de 350 m² e coordenadas 15°36'42"S e 56°3'53'O.

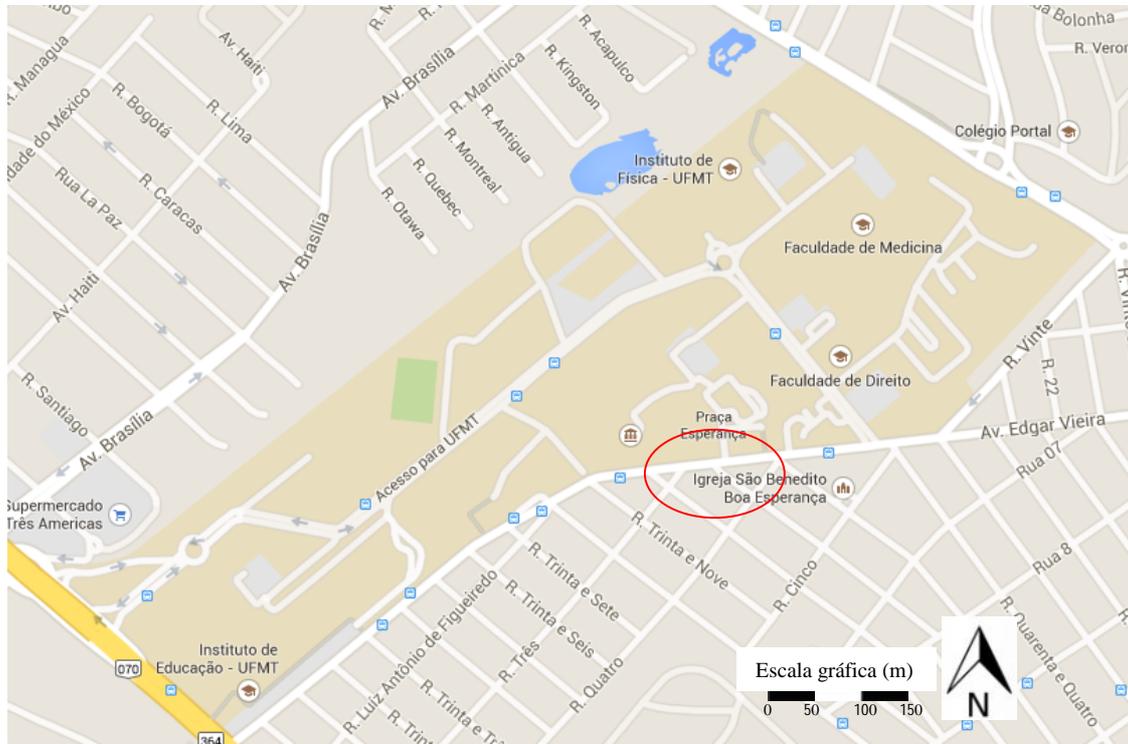


Figura 3a – Mapa do bairro Boa Esperança no terço inferior da imagem e as duas praças internas à elipse.

Fonte: Google Maps, (2015).



Figura 3b - Mapa com dimensões aproximadas das praças no bairro Boa Esperança em Cuiabá.

Fonte: Google Maps, (2015).

As praças se distanciam uma da outra cerca de 50 metros, considerando-se os vértices mais próximos de suas poligonais triangulares. A coleta das variáveis micrometeorológicas de temperatura do ar, temperatura superficial e umidade relativa atmosférica, que serviram de base para o estudo se deu por intermédio de transectos móveis percorridos a pé nos meses de agosto, setembro e outubro de 2013 por discentes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC da UFMT.

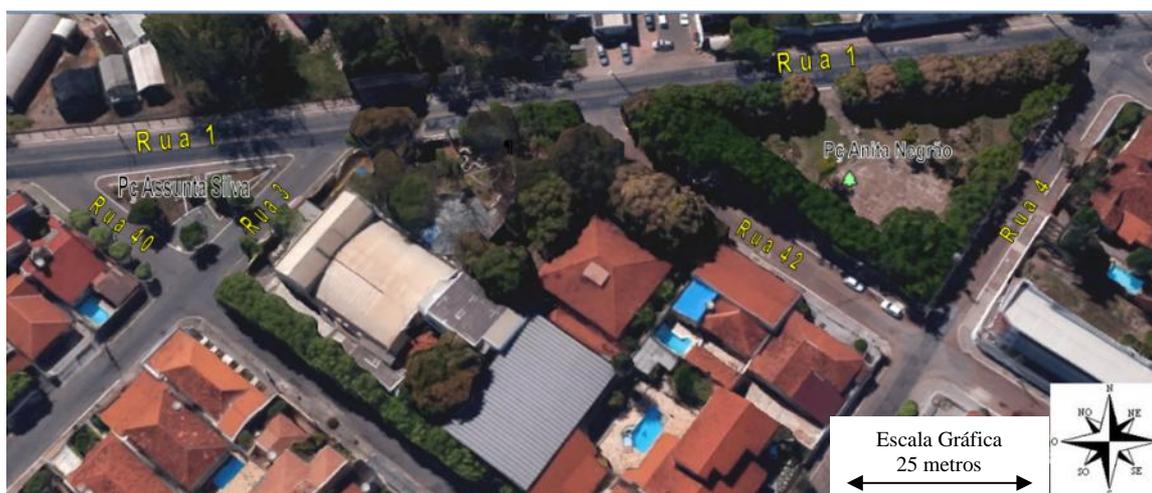


Figura 4 – Vista superior das praças do bairro Boa Esperança denominadas Assunta Silva e Anita Negrão.

Fonte: Google Earth – data da imagem: 07/04/2014 – elevação 181m – altitude do ponto de visão 445m.

Nota 1: O bairro Boa Esperança apresenta, na portaria das residências e na maioria dos casos as denominações de suas ruas e avenidas na forma numérica, tal qual exposto na figura 4, sendo estas de domínio público e integrantes da maioria dos mapas eletrônicos. A denominação por nomes é muito pouco usual e de relativa dificuldade ser encontrada, razão pela qual fazemos a seguinte correlação nomes e números:

- a) Rua 1 = Avenida Edgar Vieira (até 30/12/2002 era oficialmente denominada Avenida Alziro Zarur).
- b) Rua 3 = Rua Antônio Maria Coelho
- c) Rua 4 = Rua Frederico Campos
- d) Rua 40 = Rua Antônio Alves de Barros
- e) Rua 42 = Rua João Paes de Barros

Nota 2: As denominações das duas praças são de difícil obtenção no local, visto quase não constar placas públicas de identificação. O nome da praça menor defronte a Escola Master Júnior, consta em uma placa muito antiga, com restos de publicidade da iniciativa privada e praticamente em ruína, estando o nome Assunta S. Silva já bastante apagado. A denominação da praça maior, Anita Negrão, foi obtida por pesquisa virtual em informativos locais, visto que, em face de abrigar a feira gastronômica de segundas e quartas-feiras, possui algum destaque na mídia.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ROTEIRO METODOLÓGICO

O desenvolvimento do trabalho consistiu na sequência das etapas seguintes, com análise bioclimática simplesmente baseada nas metodologias de Katzschner, Oliveira e Romero, sem, no entanto, se consistirem em reproduções fiéis de tais métodos.

- a) Caracterização dos locais em que se situam as duas praças objeto do estudo, tais como distinções físicas, infraestrutura existente, condições ambientais e ocupação do solo.
- b) Desenvolvimento do exame bioclimático local da área em estudo mediante a aplicação da metodologia desenvolvida por Katzschner (1997), sendo a análise bioclimática complementada pelas metodologias de Oliveira (1989) e Romero (2001).
- c) Desenvolvimento da análise estatística dos dados obtidos através das variáveis ambientais colhidas junto as área em estudo.

O referencial metodológico inicial refere-se ao método de análise do espaço urbano desenvolvido pelo professor alemão Dr. Lutz Katzschner da Universidade de Kassel. O método de estudo avalia as condições do clima urbano através de uma descrição qualitativa do espaço e de um sistema de classificação baseado nos padrões térmicos e dinâmicos do clima urbano, em relação à sua topografia, ao uso do solo, às áreas verdes e a altura das edificações, seguido por uma descrição quantitativa espacial KATZSCHNER (1997).

Complementando o primeiro referencial metodológico, OLIVEIRA (1989) desenvolvera preteritamente um trabalho onde foram redefinidos os atributos bioclimatizantes da forma urbana quanto ao local e quanto à tipologia urbana. Este método visa auxiliar os planejadores, projetistas e gestores em seus processos decisórios, pois de certa forma lida com a questão morfológica da fração urbana, seja para a concepção de uma nova cidade, seja para uma expansão urbana ou para uma intervenção com o objetivo de renovação em áreas urbanizadas degradadas.

Seguindo no auxílio metodológico complementar utilizou-se a estratégia de análise quantitativa dos espaços proposto por ROMERO (2001). Nela se trata das

constantes bioclimáticas quanto à conjugação dos elementos formais do edifício e do espaço urbano, sob o prisma do espaço público. É uma proposta de concepção bioclimática que, em escala urbana, visa obter o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício, qual seja, transformá-lo em um mediador entre a condição meteorológica externa e o ambiente no interior do espaço público emoldurado ROMERO (2001).

O planejamento dos experimentos para a coleta dos dados de campo forneceu os subsídios necessários à análise estatística, bem como o estudo das duas praças teve como parâmetros as variáveis ambientais de temperatura do ar, temperatura do solo e umidade relativa do ar.

A medição das variáveis foi separada em três baterias de coleta, na transição das estações quente-seca para a estação quente-úmida, compreendendo a realização de transectos móveis na praça Assunta S. Silva e na praça Anita Negrão nos meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2013.

A opção pelas duas praças se deu pela significância das mesmas junto ao bairro Boa Esperança, com destaque à variabilidade da cobertura vegetal e dos materiais constituintes do solo e seus diversos albedos.

Os diferentes tipos de revestimento do solo são de extrema importância quando se trata da temperatura superficial, pois os diversos materiais se comportam de formas diferentes quando expostos à radiação direta ou indireta do sol; à presença da umidade, sombreamento, etc. São exemplos de fatores responsáveis por alterar a medição desta variável, os materiais que possuem em sua composição maior ou menor presença de água e outros elementos que influenciam diretamente na absorção do calor (OLIVEIRA 1989).

4.2 MATERIAIS UTILIZADOS

Foram empregados dois instrumentos termométricos, quais sejam, o termo-higro-anemômetro digital portátil, modelo THAR - 185H e o termômetro infravermelho, modelo TI - 870, ambos do fabricante Instrutherm.

4.2.1 TERMO-HIGRO-ANEMÔMETRO DIGITAL THAR - 185H

O aparelho THAR - 185H conforme figura 5, conta com as seguintes características descritas pelo fabricante: quanto às medidas de temperatura do ar

apresenta faixa de trabalho de 0° a 50°C / 32° a 122°F, precisão de $\pm 2\%$ + 2 dígitos ou $\pm 0,8^\circ\text{C}$ / $\pm 1,5^\circ\text{F}$ e resolução de 0,1°C / 0,1°F; quanto a umidade relativa do ar apresenta faixa de trabalho de 10% a 95%, precisão de $\pm 3\%$ + 1 dígito e resolução de 0,1%. Com este termo-higro-anemômetro se mediu duas variáveis do ar, a temperatura e a umidade relativa atmosféricas.



Figura 5 – Termo-higro-anemômetro digital portátil Instrutherm, modelo THAR - 185H.

Fonte: www.instrutherm.com.br

4.2.2 TERMÔMETRO INFRAVERMELHO TI – 870

O termômetro infravermelho TI – 870, conforme figura 6, é recomendado para coleta de temperaturas de superfície e apresenta as seguintes características descritas pelo mesmo fabricante Instrutherm: escala de medição em 2 faixas, de - 50° à 550°C / - 58° à 1022°F; taxa de amostragem de 2,5 vezes por segundo; precisão de $\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 2^\circ\text{C}/4^\circ\text{F}$; resolução de 0,1°C / 0,1°F; 1°C / 1°F; emissividade fixa de 0,95; coeficiente de distância de 8:1 e resposta espectral de 6 a 14mm. Este instrumento forneceu dados da temperatura de superfície de cada ponto representativo nas praças Anita e Assunta.



Figura 6 – Termômetro infravermelho Instrutherm, modelo TI-870.

Fonte: www.instrutherm.com.br

4.2.3 ABRIGO PARA A UNIDADE SENSORA DO THAR - 185H

Utilizou-se nos transectos um dispositivo confeccionado no laboratório de instrumentação do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (figuras 7 e 8). Este abrigo empregou tubo sanitário de PVC branco, de modo que o tom refletisse a radiação solar direta e não viesse a influenciar os dados medidos. O corpo tubular foi perfurado para permitir a livre passagem de ar, elemento motivador da coleta de dados e na parte superior foi inserido um funil também branco para completar a proteção do sensor térmico contido no equipamento THAR - 185H. A finalização do abrigo foi realizada com a instalação de um cabo em tubo PVC de 20 mm posicionado fora do campo de ação do sensor, apenas para transporte nos transectos.



Figura 7 – Insumos empregados na fabricação do abrigo pelo laboratório de instrumentação do PPFGA.
Fonte: acervo fotográfico do autor.



Figura 8 – Abrigo com o sensor do termo-higrômetro-anemômetro instalado e apto à coletas.
Fonte: Franco, (2010).

4.3 MÉTODO EMPREGADO

Para o levantamento das fontes de estudo climático das praças urbanas foram utilizadas variáveis micrometeorológicas que pudessem mostrar a real situação térmica do usuário nesses ambientes externos. Foram feitas coletas de dados de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$), todos colhidos *in loco*.

Para caracterizar o microclima procedeu-se sob a égide da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), com o registro dos dados coletados nas praças em um período de três meses consecutivos durante a última semana ininterrupta em cada um dos meses

de agosto, setembro e outubro de 2013, nos horários locais de 8, 14 e 17 horas. O horário central das 14 horas, coincide com a máxima temperatura acumulada e provocada na atmosfera pelo ápice da radiação solar ocorrida poucas horas antes. Nestas duas da tarde também a média da umidade relativa tende a ser a menor do dia, intimamente relacionado com o pico térmico KATZSCHNER (1997). Os horários das 8 e das 17 horas representam os opostos médios e períodos intermediários entre os máximos e mínimos. No início da manhã parte-se das temperaturas mais amenas e umidade relativa atmosférica mais elevada, em face do acúmulo das várias horas sem radiação solar direta. No final de tarde se inverte o raciocínio, tendo-se, em média, temperaturas tendendo à redução, vinda de várias horas de efeitos da radiação solar direta e difusa sobre a atmosfera e a umidade relativa por sua vez começa a se recompor em face, dentre outros fatores, pelo viés de redução da temperatura de poucas horas antes.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS PRAÇAS

4.4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRAÇA ANITA NEGRÃO

Na Praça Anita Negrão (figura 9), popularmente chamada de praça de alimentação realizou-se um transecto móvel onde foram marcados 19 pontos de medição. Ela, equivocadamente, também é designada de praça Esperança, a qual se localiza em outro local do bairro.

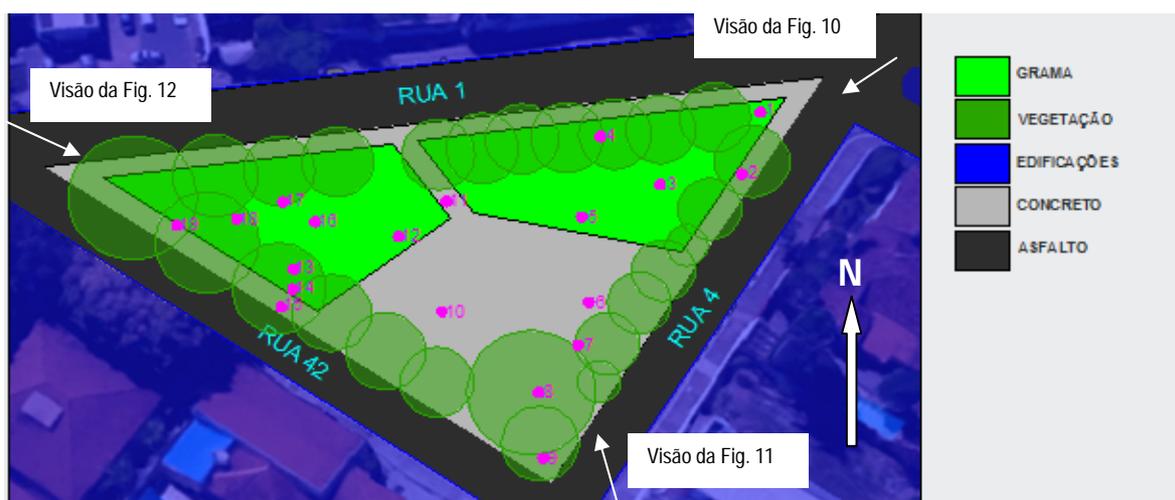


Figura 9 – Ilustração da Pç. Anita Negrão e o posicionamento de seus 19 pontos de medição no transecto.

Onze dos pontos encontravam-se sobre a grama, sete destes com cobertura arbórea, outros quatro pontos sobre revestimento de concreto, destes apenas um com cobertura arbórea, três sobre revestimento de solo nu com cobertura arbórea e um sobre revestimento asfáltico. Para exame visual de cada ponto verificar as figuras de 15 a 34.



Figura 10 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à direita e Rua 4 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 42.



Figura 11 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 4 à direita e Rua 42 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 1.



Figura 12 – Vista da Praça Anita Negrão a partir da confluência das vias públicas Rua 42 à direita e Rua 1 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 4.



Figura 13 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 1, Rua 4 e Rua 42, com centro referencial no ponto 10 do transecto.



Figura 14 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 4, Rua 42 e Rua 1, com centro referencial no ponto 10 do transecto.



Figura 15 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Anita Negrão, com varredura da esquerda para a direita da Rua 42, Rua 1 e Rua 4, com centro referencial no ponto 10 do transecto.



Figura 16 – Ponto 1 do transecto da Praça Anita.



Figura 17 – Ponto 2 do transecto da Pç. Anita.



Figura 18 – Ponto 3 do transecto da Pç. Anita.



Figura 19 – Ponto 4 do transecto da Pç. Anita.



Figura 20 – Ponto 5 do transecto da Pç. Anita.



Figura 21 – Ponto 6 do transecto da Pç. Anita.



Figura 22 – Ponto 7 do transecto da Pç. Anita.



Figura 23 – Ponto 8 do transecto da Pç. Anita.



Figura 24 – Ponto 9 do transecto da Pç. Anita.



Figura 25 – Ponto 10 do transecto da Pç. Anita.



Figura 26 – Ponto 11 do transecto da Pç. Anita.



Figura 27 – Ponto 12 do transecto da Pç. Anita.



Figura 28 – Ponto 13 do transecto da Pç. Anita.



Figura 29 – Ponto 14 do transecto da Pç. Anita.



Figura 30 – Ponto 15 do transecto da Pç. Anita.



Figura 31 – Ponto 16 do transecto da Pç. Anita.



Figura 32 – Ponto 17 do transecto da Pç. Anita.



Figura 33 – Ponto 18 do transecto da Pç. Anita.



Figura 34 – Ponto 19 do transecto da Pç. Anita.

4.4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PRAÇA ASSUNTA S. SILVA

Na Praça Assunta S. Silva, conforme figura 35 e popularmente designada praçinha ou praça do Master, foram marcados 14 pontos de medição.

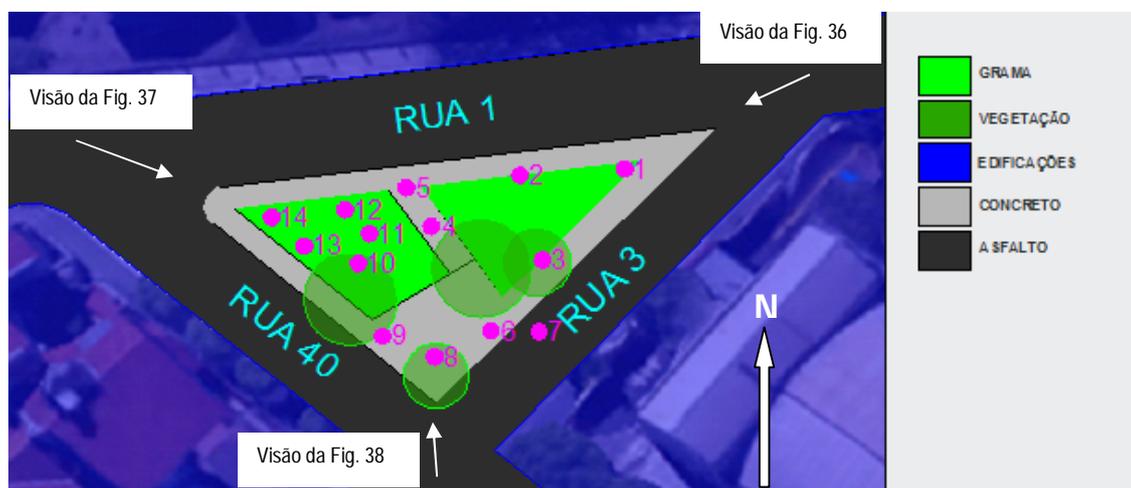


Figura 35 – Ilustração da Pç. Assunta Silva e o posicionamento de seus 14 pontos de medição no transecto.

Oito dos pontos situa-se sobre a grama, destes apenas um ponto com cobertura arbórea, outros cinco pontos sobre revestimento de concreto, destes apenas um com cobertura arbórea e finalmente um ponto sobre revestimento asfáltico. Para exame visual de cada ponto verificar as figuras de 36 a 55.



Figura 36 – Vista da Praça Assunta S. Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à direita e Rua 3 à esquerda, e, ao fundo da Praça, a Rua 40.



Figura 37 – Vista da Praça Assunta S. Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 1 à esquerda e Rua 40 à direita, e, ao fundo da Praça, a Rua 3.



Figura 38 – Vista da Praça Assunta S Silva a partir da confluência das vias públicas Rua 40 à esquerda e Rua 3 à direita, e, ao fundo da Praça, a Rua 1.

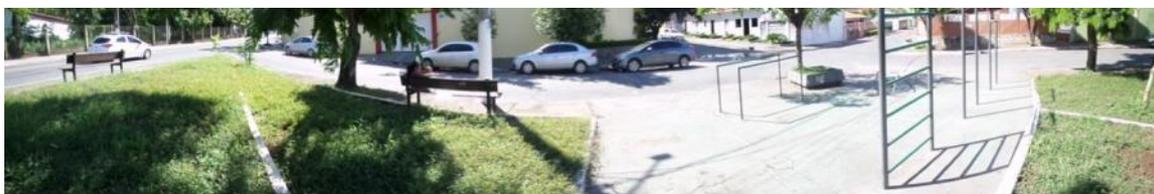


Figura 39 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 1, Rua 3 e Rua 40, com centro referencial no ponto 4 do transecto.



Figura 40 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 40, Rua 1 e Rua 3, com centro referencial no ponto 4 do transecto.



Figura 41 – Vista panorâmica de cerca de 120° da Praça Assunta S Silva, com varredura da esquerda para a direita da Rua 3, Rua 40 e Rua 1, com centro referencial no ponto 4 do transecto.



Figura 42 – Ponto 1 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 43 – Ponto 2 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 44 – Ponto 3 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 45 – Ponto 4 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 46 – Ponto 5 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 47 – Ponto 6 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 48 – Ponto 7 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 49 – Ponto 8 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 50 – Ponto 9 do transecto da Pç. Assunta



Figura 51 – Ponto 10 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 52 – Ponto 11 do transecto da Pç. Assunta



Figura 53 – Ponto 12 do transecto da Pç. Assunta.



Figura 54 – Ponto 13 do transecto da Pç. Assunta



Figura 55 – Ponto 14 do transecto da Pç. Assunta.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados coletados, quais sejam, as variáveis temperatura do ar, temperatura da superfície em estudo ligado ao tipo de uso e ocupação do solo, mais a umidade relativa atmosférica, três grandezas, portanto, foi realizado por intermédio da técnica de análise de variância ou do inglês ANOVA (*analise of variance*). Sua lógica consiste na comparação das médias dos níveis do fator de teste. Também pode ser

traduzida esta análise de variância como um fator que realiza uma análise simplificada, que somente investiga a hipótese de que as médias de várias mostras são iguais. Geralmente a análise é um processo estatístico de que se utiliza para determinar se as médias de duas mostras ou mais vêm da mesma população. No presente estudo, com a utilização de consagrado software de planilha eletrônica, a função ANOVA de um fator pede que inclua as informações de *input range* ou faixa de entrada no qual se escreve a referência correspondente à faixa de dados da planilha que se deseja analisar. A faixa de entrada deve incluir pelo menos duas faixas juntas, organizadas em colunas ou em filas e *output range* ou faixa de saída, no qual são digitadas as referências correspondentes à célula superior esquerda da faixa onde você deseja que os resultados apareçam.

Para utilizar as ferramentas de análise, seleciona-se análise de dados do menu de ferramentas. Dentro da opção de ferramenta de análise, escolhe-se *ANOVA: Single Factor*. Em seguida marca-se a faixa de entrada e a faixa de saída, indicando as células necessárias. Quando se utiliza a ferramenta de análise, o próprio software cria uma tabela de resultados e ao incluir títulos na faixa de entrada, o programa os utiliza para os dados da tabela de saída. Internamente à mecânica da tabela, há as colunas com os valores de origem de variações, soma dos quadrados, graus de liberdade, média quadrada, valor de F, ou seja a variância entre os três grupos de dados de temperaturas do ar, de superfície e umidade relativa do ar. Além das colunas de probabilidade P, isto é, a eventualidade de haver um valor inferior a 0,05 e a coluna de valor crítico.

No trabalho em tela o valor de variância observado é majorado em relação ao valor crítico, fornecendo a segurança probabilística de que os valores das variáveis trabalhadas são estatisticamente significativos.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As duas praças em estudo, apesar de ambas apresentarem geometria triangular, mostram-se diferentes com relação à sua área territorial e seus albedos nas suas superfícies de cobertura arbórea e do solo. Esta cobertura de solo é variada, possuindo partes gramadas, com terreno ou vegetação rala, com concreto convencional e com concreto asfáltico nas vias. Tais características reunidas e interagindo propiciam áreas sombreadas ou expostas à radiação solar com variação no decorrer das horas. Isto impacta na menor ou maior utilização pelas pessoas das circunvizinhanças.

Na Praça Anita Negrão, cuja área é de cerca de 2000m², a arborização é mais evidenciada conforme se verifica nas figuras 13 a 15, é composta por espécimes de fícus (*Ficus benjamina*) e mangueiras (*Mangifera indica*). Esta praça é utilizada, dentre outras, para a realização de feiras-livres durante o turno da manhã, conforme figura 16, e à noite como praça de culinária regional, eventos com periodicidade de 2 a 3 dias durante a semana.

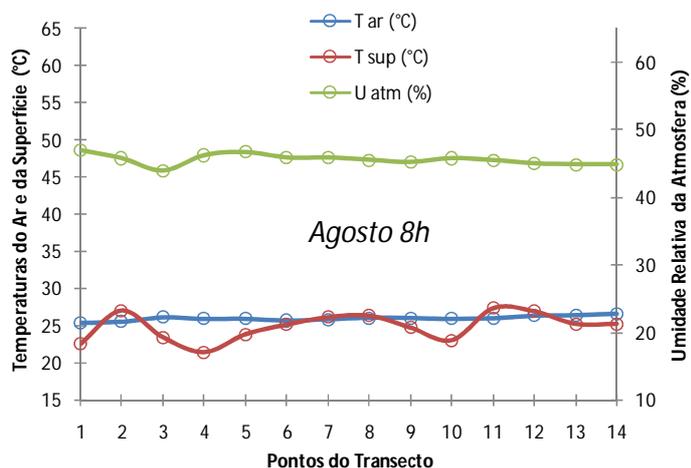
Na Praça Assunta S. Silva, com área por volta de 380m² a cobertura vegetal é menos exuberante conforme se verifica nas figuras 36 a 38, havendo duas sibipirunas (*Ceasalpinia pluviosa*) e um fícus, fato provavelmente motivador da rara utilização do espaço que não somente como passagem, mesmo sendo dotada de alguns aparelhos fixos para ginástica. Evidência material desta afirmação é a verificação cotidiana deste local público defronte à Escola Master Júnior, que não apresenta nenhuma utilização visível por parte da comunidade senão como corredor público, nem é realizado nenhum evento periódico ou mesmo esporádico, mesmo com alguns aparelhos para prática esportiva, conforme figuras 39 e 50.

5.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

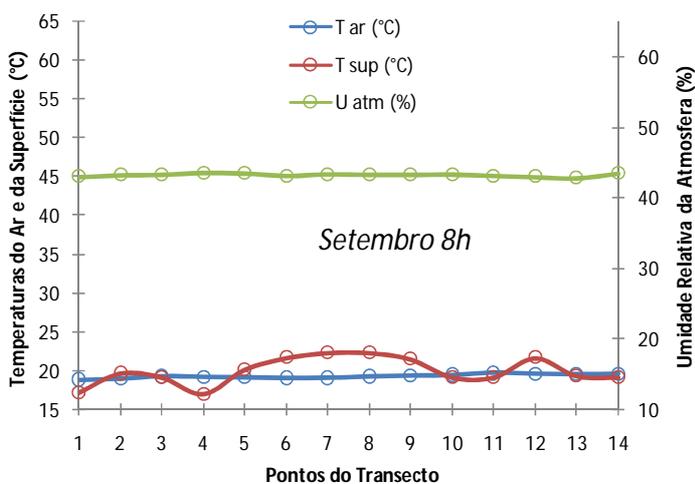
5.1.1 RESULTADOS OBTIDOS NA PRAÇA ASSUNTA S. SILVA

Figura 56 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 8 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	25,3	22,5	47,0
2	25,5	27,0	45,8
3	26,0	23,4	44,0
4	25,8	21,4	46,2
5	25,9	23,8	46,7
6	25,6	25,1	45,9
7	25,8	26,1	45,9
8	26,0	26,3	45,6
9	26,0	24,7	45,2
10	25,8	23,0	45,8
11	25,9	27,3	45,5
12	26,3	26,9	45,0
13	26,3	25,2	44,9
14	26,5	25,2	44,9



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	18,9	17,2	43,0
2	19,1	19,7	43,2
3	19,3	19,2	43,3
4	19,3	17,0	43,5
5	19,2	20,2	43,4
6	19,1	21,7	43,1
7	19,2	22,3	43,3
8	19,3	22,3	43,3
9	19,4	21,5	43,3
10	19,5	19,2	43,3
11	19,7	19,2	43,1
12	19,6	21,7	43,0
13	19,6	19,3	42,8
14	19,6	19,2	43,4



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	27,3	24,3	64,5
2	27,3	24,5	64,7
3	27,3	24,3	64,5
4	27,4	24,5	64,7
5	27,4	25,8	64,6
6	27,4	28,3	64,7
7	27,4	28,8	64,6
8	27,4	25,8	64,6
9	27,3	28,0	64,7
10	27,3	24,0	64,0
11	27,3	24,0	64,3
12	27,2	24,0	64,1
13	27,2	24,0	64,3
14	27,3	24,8	64,1

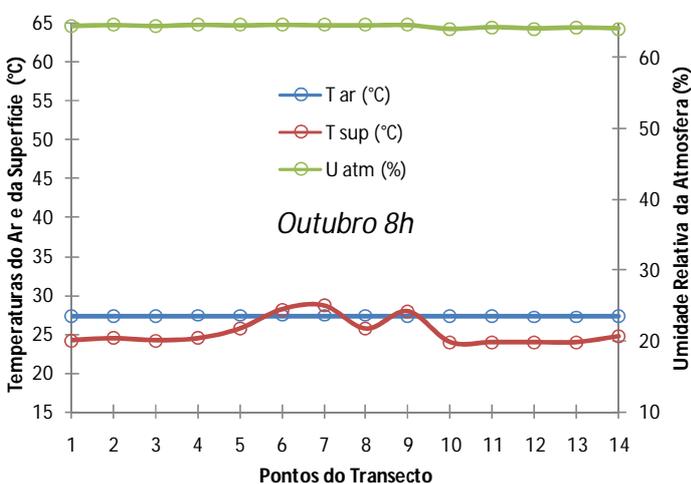
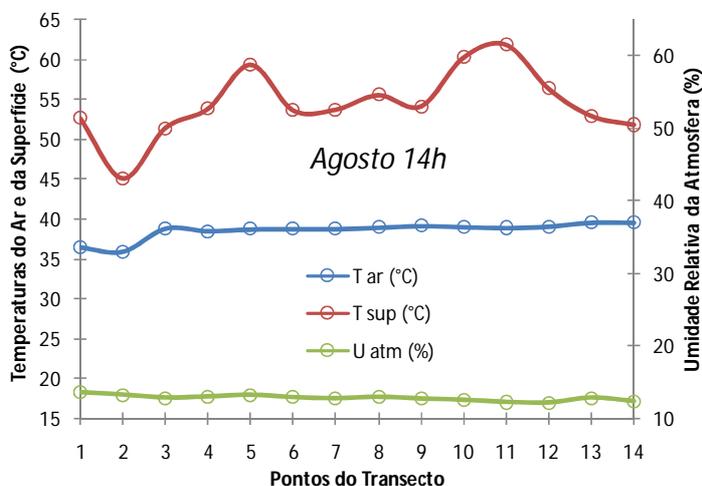
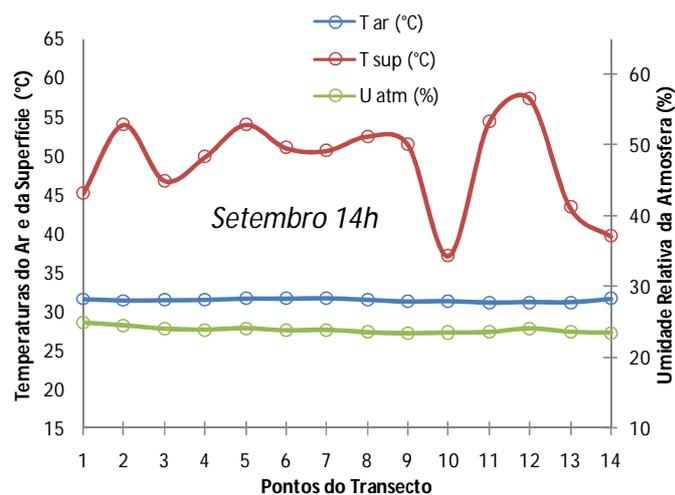


Figura 57 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 14 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	36,4	52,6	13,6
2	35,8	45,1	13,3
3	38,8	51,4	12,9
4	38,5	53,8	13,0
5	38,7	59,3	13,3
6	38,7	53,6	12,9
7	38,7	53,7	12,8
8	38,9	55,5	13,0
9	39,1	54,1	12,7
10	39,0	60,2	12,6
11	38,9	61,8	12,3
12	39,0	56,3	12,2
13	39,5	52,9	12,9
14	39,5	51,8	12,4



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	31,6	45,2	24,9
2	31,4	54,0	24,5
3	31,5	46,8	24,1
4	31,5	49,8	23,9
5	31,7	54,0	24,1
6	31,7	51,0	23,8
7	31,8	50,7	23,9
8	31,5	52,5	23,6
9	31,3	51,4	23,4
10	31,3	37,2	23,5
11	31,1	54,3	23,6
12	31,2	57,3	24,1
13	31,2	43,3	23,6
14	31,7	39,7	23,5



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	33,8	28,0	53,8
2	32,3	29,5	53,0
3	32,4	30,5	52,1
4	32,4	39,5	52,7
5	32,5	39,3	53,5
6	32,4	42,8	51,8
7	32,5	40,5	51,3
8	32,2	39,5	52,4
9	32,6	41,5	52,0
10	32,7	27,8	52,9
11	32,7	20,0	52,4
12	32,8	29,5	50,0
13	32,8	29,3	51,0
14	32,9	29,0	50,7

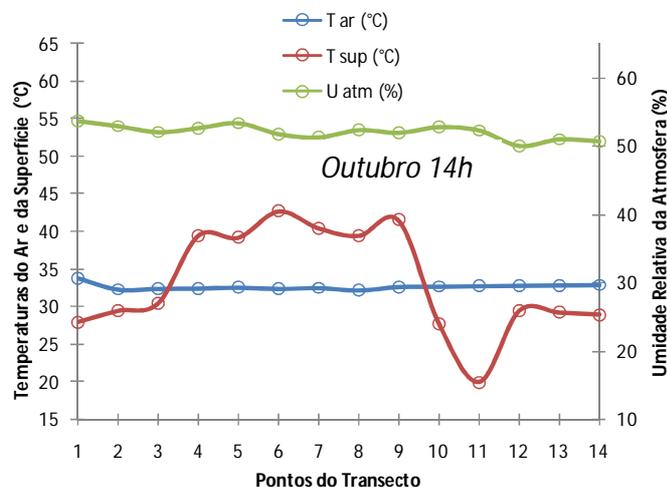
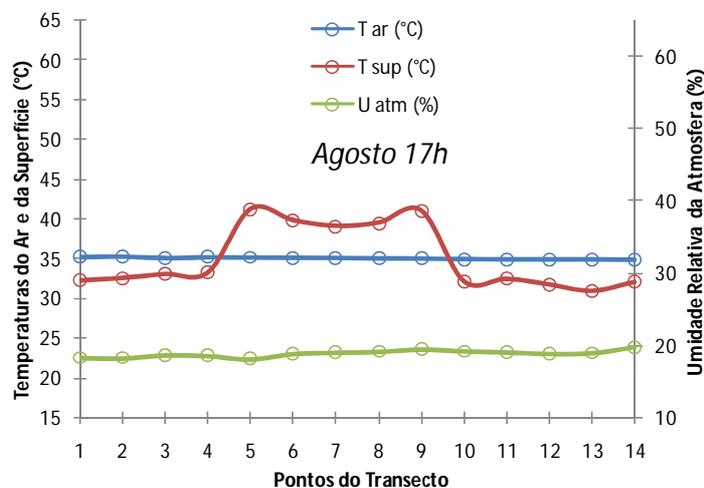
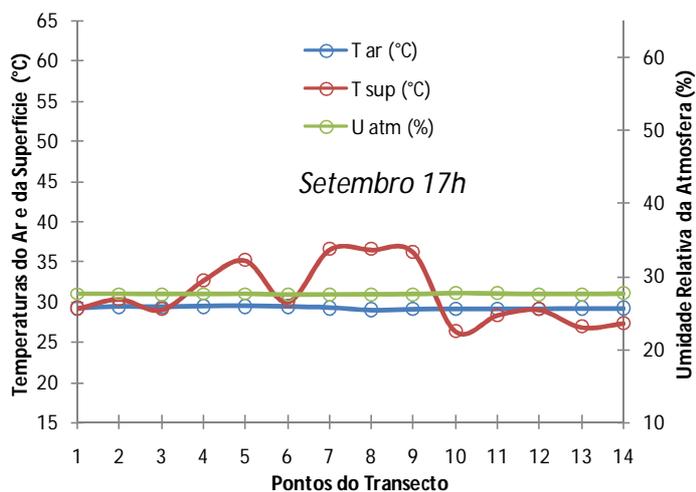


Figura 58 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 17 horas na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	35,2	32,3	18,3
2	35,3	32,6	18,2
3	35,0	33,1	18,7
4	35,2	33,3	18,6
5	35,1	41,2	18,1
6	35,1	39,8	18,9
7	35,1	39,1	19,0
8	35,0	39,5	19,2
9	35,0	41,0	19,5
10	34,9	32,2	19,2
11	34,9	32,5	19,1
12	34,8	31,8	18,9
13	34,8	31,0	19,0
14	34,8	32,1	19,8



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	29,2	29,2	27,6
2	29,4	30,3	27,6
3	29,3	29,0	27,5
4	29,4	32,7	27,5
5	29,4	35,2	27,6
6	29,4	30,0	27,4
7	29,3	36,5	27,4
8	29,0	36,5	27,5
9	29,1	36,2	27,5
10	29,1	26,3	27,7
11	29,1	28,3	27,6
12	29,1	29,0	27,5
13	29,2	26,8	27,5
14	29,2	27,3	27,6



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	31,2	28,0	51,0
2	31,6	24,0	52,5
3	31,4	28,5	53,2
4	31,3	34,8	51,9
5	31,3	33,8	52,1
6	31,3	38,0	52,3
7	31,3	36,8	50,0
8	31,2	36,5	52,3
9	31,3	38,3	52,0
10	31,2	27,0	51,0
11	31,3	28,0	51,7
12	31,3	27,8	51,7
13	31,3	28,0	51,8
14	31,3	28,0	52,0

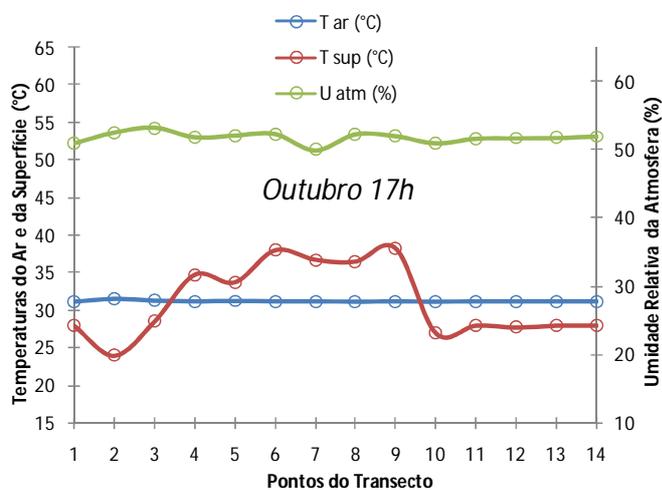
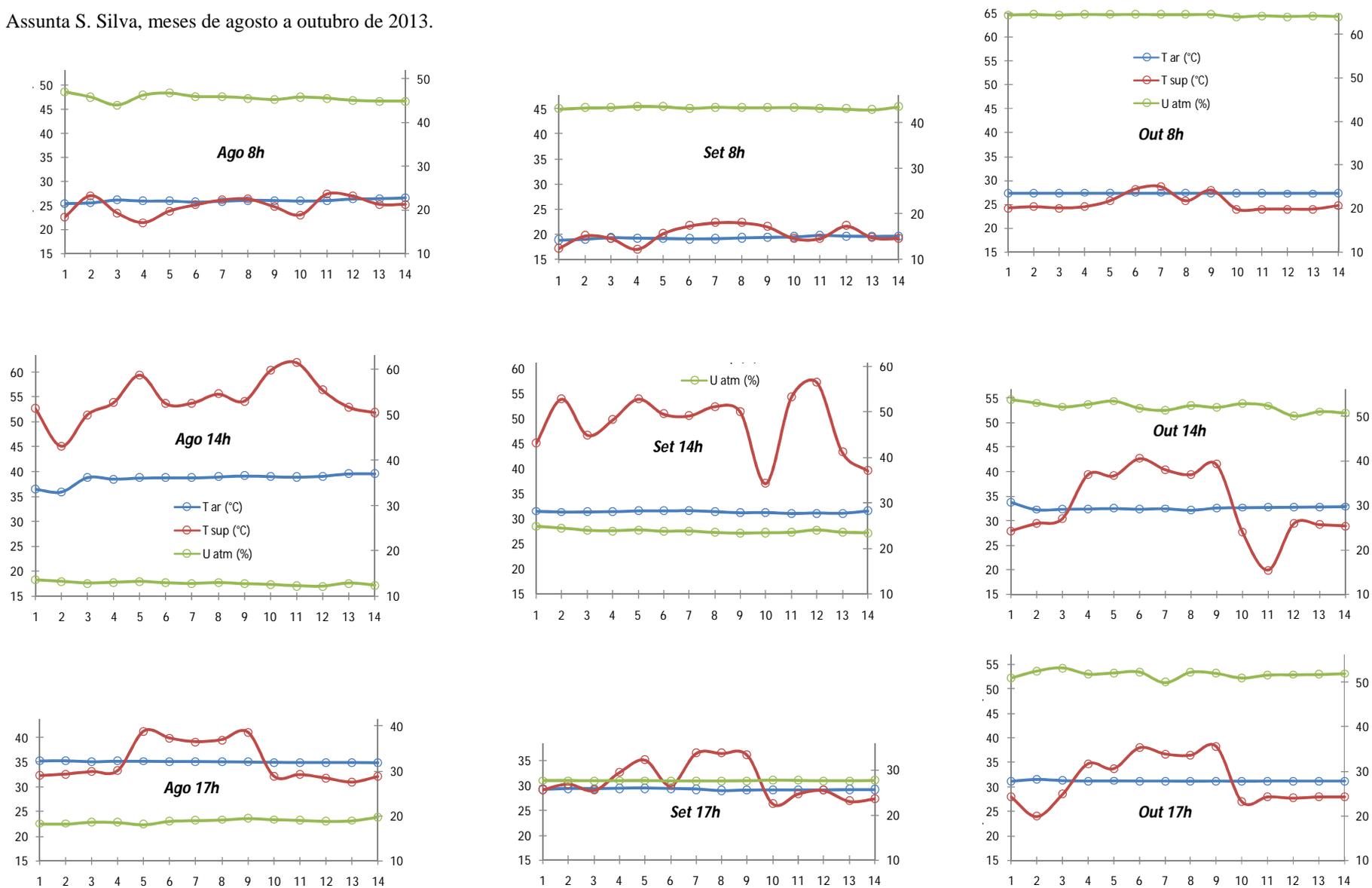


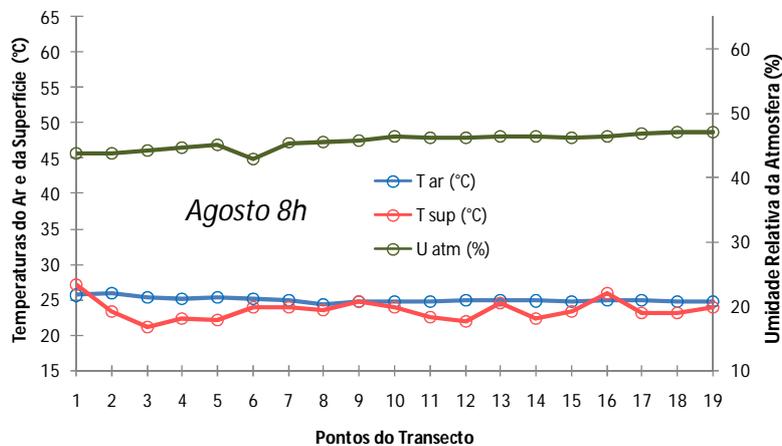
Figura 59 - Gráficos comparativos gerais de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar na Praça Assunta S. Silva, meses de agosto a outubro de 2013.



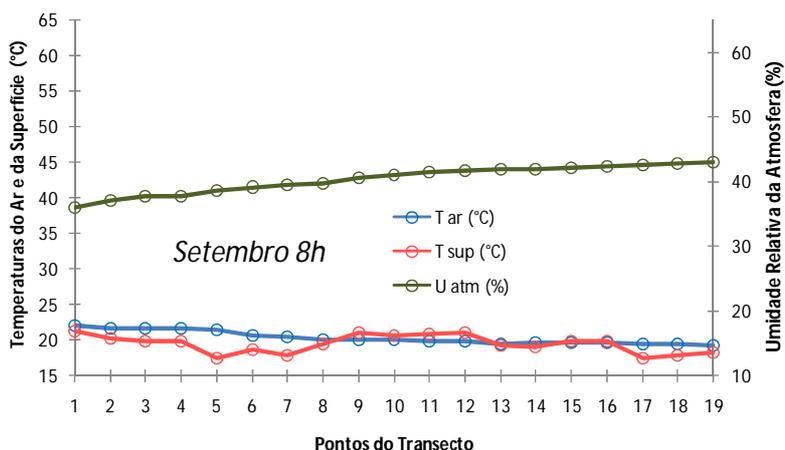
5.1.2 RESULTADOS OBTIDOS NA PRAÇA ANITA NEGRÃO

Figura 60 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 8 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	Uatm (%)
1	25,6	27,2	43,8
2	25,9	23,4	43,8
3	25,3	21,1	44,3
4	25,1	22,3	44,7
5	25,4	22,1	45,2
6	25,2	23,9	42,9
7	25,0	23,9	45,5
8	24,4	23,5	45,7
9	24,8	24,8	45,9
10	24,8	23,9	46,4
11	24,8	22,5	46,2
12	24,9	21,9	46,3
13	24,9	24,6	46,5
14	24,9	22,3	46,4
15	24,8	23,3	46,3
16	24,9	25,9	46,5
17	24,9	23,1	46,9
18	24,8	23,2	47,1
19	24,8	23,9	47,1



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	Uatm (%)
1	22,1	21,3	36,0
2	21,7	20,3	37,1
3	21,7	19,8	37,8
4	21,7	19,8	37,8
5	21,4	17,5	38,6
6	20,7	18,7	39,2
7	20,4	17,8	39,5
8	20,1	19,5	39,8
9	20,0	21,2	40,7
10	20,1	20,7	41,0
11	19,9	21,0	41,5
12	19,9	21,2	41,7
13	19,5	19,3	41,9
14	19,7	19,2	42,0
15	19,7	19,8	42,2
16	19,7	19,8	42,4
17	19,5	17,5	42,7
18	19,5	17,8	42,9
19	19,3	18,3	43,0



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	Uatm (%)
1	28,2	26,0	57,9
2	28,0	25,5	59,4
3	28,0	25,5	60,0
4	27,8	24,5	60,3
5	27,8	25,0	60,1
6	27,7	28,0	60,6
7	27,6	24,0	60,5
8	27,6	24,3	60,8
9	27,5	24,5	61,3
10	27,3	27,5	61,7
11	27,3	27,0	62,3
12	27,3	25,5	62,3
13	27,3	24,0	62,4
14	27,3	25,5	62,5
15	27,3	26,5	62,8
16	27,2	25,0	63,0
17	27,3	25,5	62,3
18	27,3	24,0	62,4
19	27,3	25,5	62,5

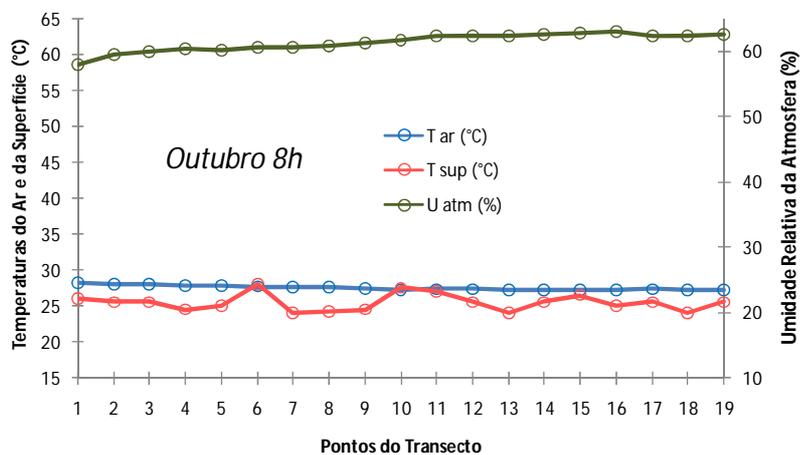
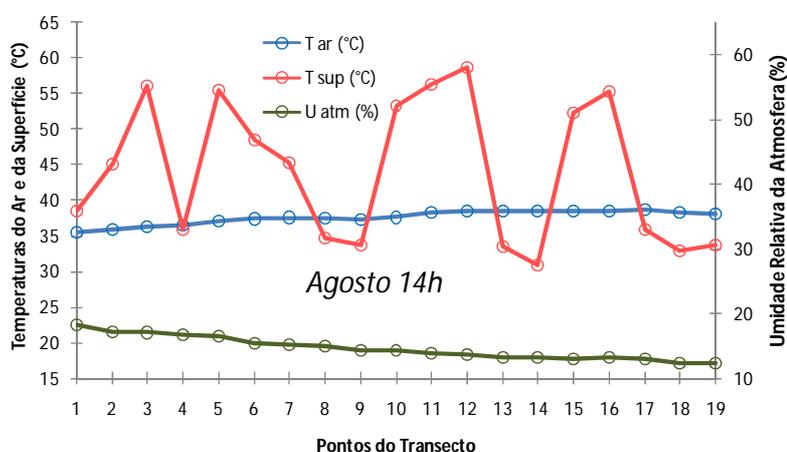
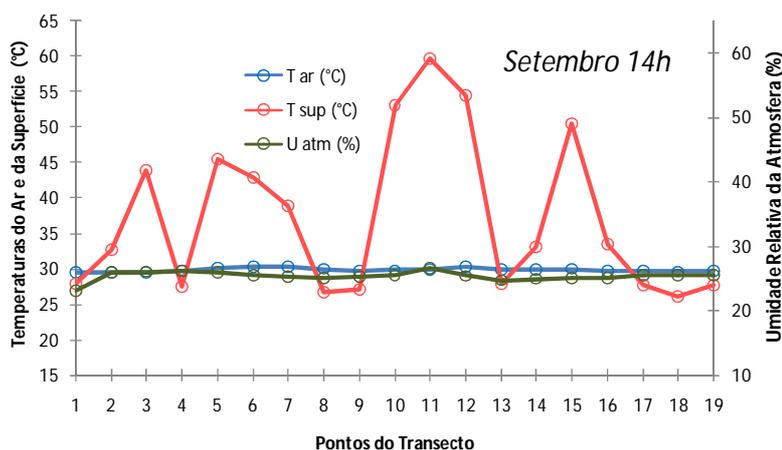


Figura 61 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 14 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	35,5	38,4	18,3
2	35,8	45,1	17,3
3	36,2	56,1	17,1
4	36,4	35,9	16,8
5	37,1	55,4	16,6
6	37,3	48,5	15,5
7	37,5	45,3	15,2
8	37,5	34,7	15,1
9	37,2	33,6	14,5
10	37,5	53,2	14,5
11	38,2	56,2	14,0
12	38,4	58,7	13,8
13	38,4	33,5	13,3
14	38,4	30,8	13,3
15	38,4	52,2	13,2
16	38,5	55,3	13,4
17	38,6	35,8	13,0
18	38,2	32,9	12,4
19	38,1	33,6	12,5



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	29,4	27,8	23,0
2	29,4	32,7	26,0
3	29,5	43,8	26,1
4	29,7	27,5	26,2
5	30,1	45,5	26,0
6	30,3	42,8	25,5
7	30,3	38,9	25,3
8	29,9	26,7	25,1
9	29,6	27,0	25,4
10	29,8	53,0	25,5
11	29,8	59,7	26,7
12	30,2	54,5	25,4
13	29,8	27,8	24,7
14	29,9	33,0	25,0
15	29,9	50,5	25,1
16	29,6	33,5	25,1
17	29,7	27,7	25,5
18	29,6	26,0	25,5
19	29,6	27,7	25,5



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	31,9	30,1	54,0
2	31,8	31,3	54,5
3	31,6	33,6	55,0
4	31,8	27,4	54,9
5	31,9	33,2	54,6
6	32,0	43,9	54,5
7	32,1	28,1	54,2
8	32,1	26,3	54,0
9	31,5	29,3	52,7
10	31,8	43,8	54,2
11	32,3	44,9	54,5
12	32,4	34,4	55,1
13	32,5	29,5	54,2
14	32,6	38,4	54,2
15	32,6	45,4	53,9
16	32,4	29,8	53,7
17	32,4	34,4	55,1
18	32,5	29,5	54,2
19	32,6	38,4	54,2

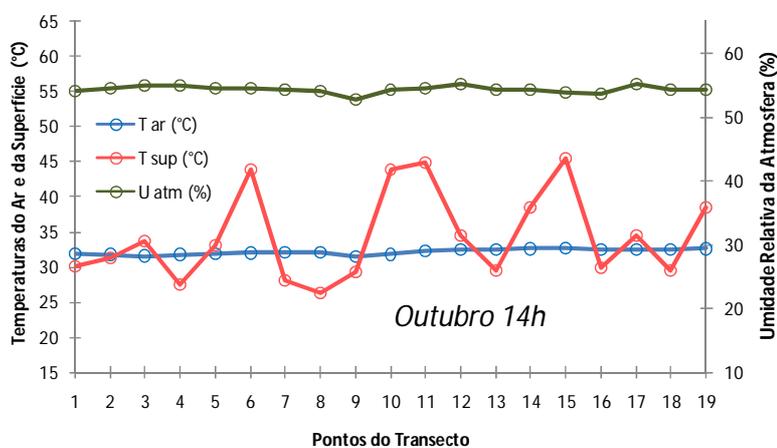
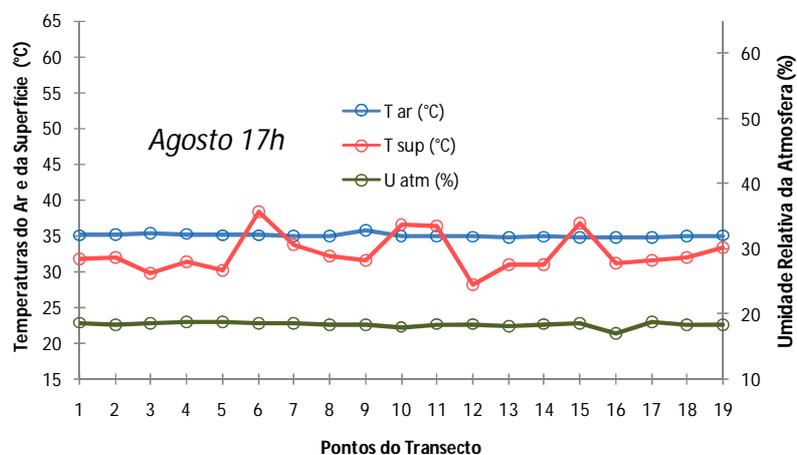
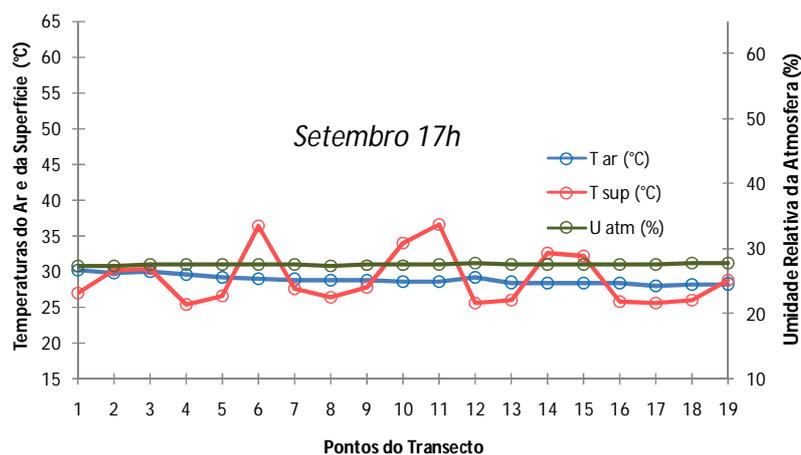


Figura 62 - Valores e gráficos comparativos de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar com dados coletados às 17 horas na Praça Anita Negrão, meses de agosto, setembro e outubro de 2013.

Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	35,1	31,8	18,7
2	35,2	31,9	18,3
3	35,4	29,8	18,6
4	35,2	31,4	18,9
5	35,0	30,1	18,8
6	35,0	38,3	18,6
7	35,0	33,7	18,5
8	35,0	32,2	18,4
9	35,8	31,6	18,4
10	35,0	36,5	18,0
11	34,9	36,3	18,5
12	34,9	28,2	18,5
13	34,8	31,0	18,2
14	34,8	31,0	18,5
15	34,8	36,8	18,7
16	34,8	31,1	17,0
17	34,7	31,5	18,8
18	34,9	32,0	18,4
19	35,0	33,4	18,3



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	30,1	26,8	27,4
2	29,7	30,2	27,3
3	29,9	30,3	27,6
4	29,6	25,3	27,6
5	29,3	26,5	27,5
6	29,1	36,3	27,5
7	28,9	27,5	27,6
8	28,8	26,3	27,4
9	28,7	27,7	27,4
10	28,7	33,8	27,5
11	28,6	36,5	27,5
12	29,2	25,5	27,7
13	28,5	26,0	27,6
14	28,5	32,5	27,5
15	28,4	32,2	27,5
16	28,4	25,7	27,6
17	28,1	25,5	27,6
18	28,2	26,0	27,7
19	28,3	28,7	27,8



Pontos	T ar (°C)	T sup (°C)	U atm (%)
1	31,5	28,8	53,1
2	31,5	29,9	53,2
3	31,6	30,5	53,4
4	31,6	26,1	53,8
5	31,5	30,3	53,5
6	31,6	38,5	53,4
7	31,6	26,7	53,2
8	31,5	26,5	53,1
9	31,4	28,1	53,3
10	31,4	37,9	53,4
11	31,4	40,0	53,3
12	29,5	29,0	53,2
13	31,4	28,0	52,9
14	26,9	25,0	51,4
15	31,1	35,9	53,4
16	31,1	30,3	50,7
17	29,5	29,0	53,2
18	31,4	28,0	52,9
19	26,9	25,0	53,4

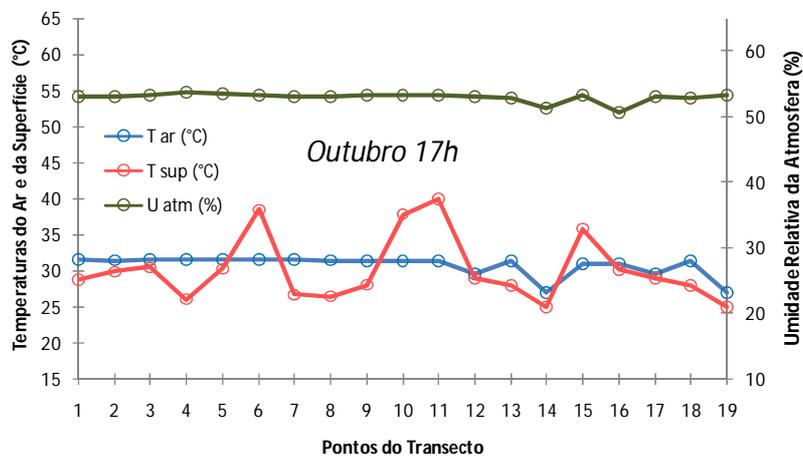
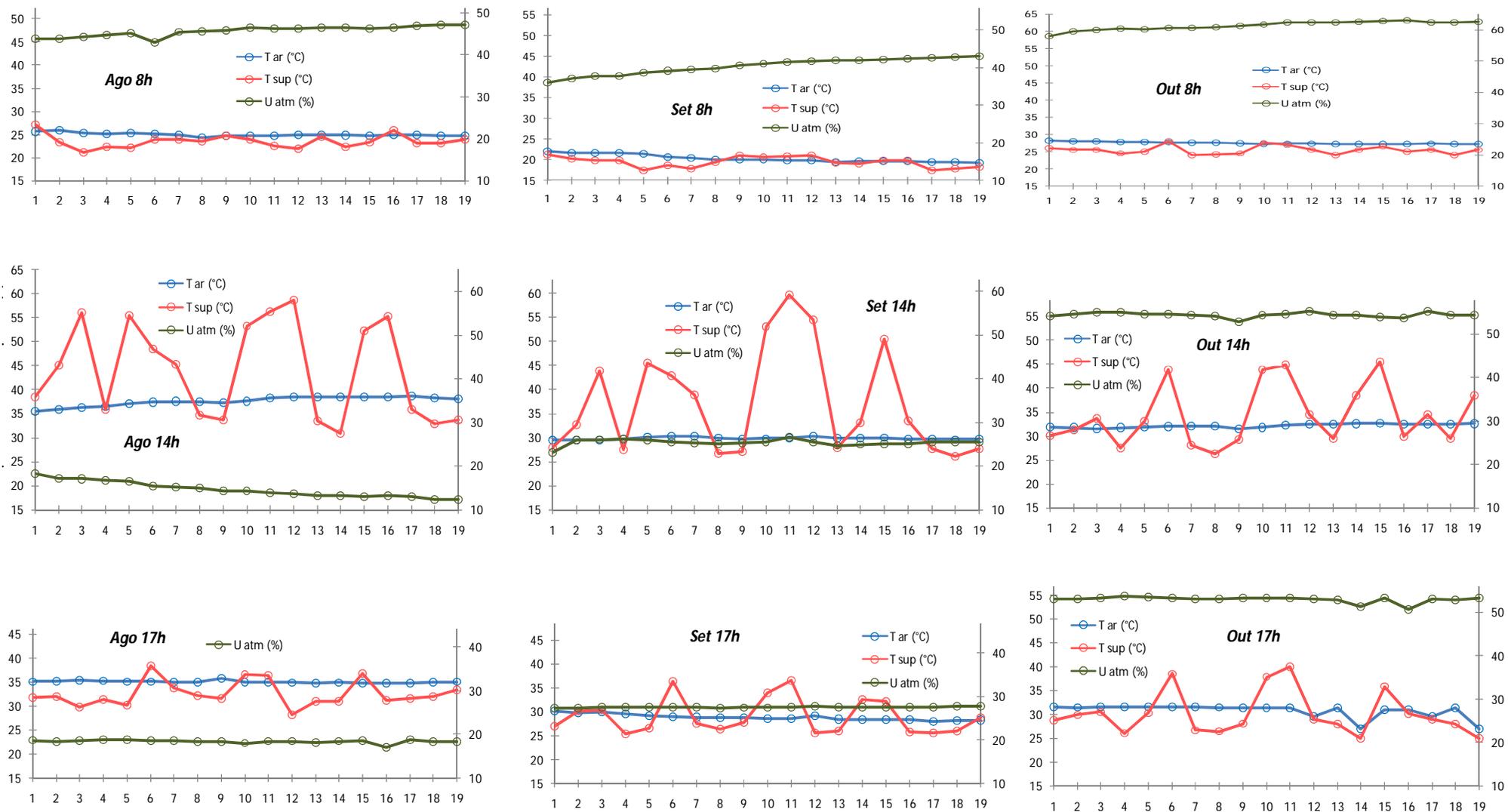


Figura 63 - Gráficos comparativos gerais de temperaturas do ar e da superfície, e umidade relativa do ar na Praça Anita Negrão, meses de agosto a outubro de 2013.



5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os benefícios da cobertura vegetal urbana são claramente notados por ocasião das medições. Pontos onde há a predominância de árvores e vegetação rasteira registraram variáveis climáticas mais favoráveis do que pontos cobertos por asfalto ou concreto. A diferença encontrada nos resultados desses pontos foi bastante ampla, principalmente nos horários de maior inércia térmica, período em que há incidência muito maior de radiação solar.

Na praça Assunta Silva se pode observar que durante o período da manhã, no mês de agosto, houve menor amplitude térmica, com temperaturas superficiais dos revestimentos entre 22,5°C e 27,3°C. Em contraposição, no período da tarde, quando a incidência de radiação solar direta é maior, verifica-se uma amplitude térmica entre 45,1°C e 60,2°C. Por meio dos dados coletados, nota-se, com relação às médias da umidade do ar, que é mais alta durante a manhã, devido ao acúmulo de umidade durante a noite; no período da tarde comporta-se de maneira inversa a apresentar temperaturas maiores do que em pontos que não são arborizados, de forma que as médias de umidade também caem devido ao calor excessivo.

Assim como foi analisado no período do mês de agosto, observa-se que, no período de setembro, ainda se tem uma grande amplitude térmica e de umidade entre os horários da manhã e da tarde. Além disso, nota-se um aumento da umidade do ar em relação ao mês de agosto. No período vespertino, a umidade varia de 12,18% no mês de agosto para 24,9% no mês de setembro. As médias de temperatura continuam elevadas devido à escassa arborização da praça Assunta. O mês de outubro, por ser um período de transição entre as estações quente-seca e quente-úmida, já apresenta os valores de umidade do ar mais elevados em relação aos dois meses anteriores, sendo que a menor média apresentada foi de 50% no período vespertino, e, a mais alta, de 64,7% no período matutino.

Na Praça Anita Negrão, percebeu-se a relação entre as temperaturas superficiais e a sombra das árvores próximas aos locais em que estavam localizados os pontos em determinados horários. Os pontos 1 e 3, por exemplo, estão localizados em superfície vegetada, entretanto o ponto 3 não é sombreado, conforme figura 18. Sendo assim, nota-se claramente a diferença das temperaturas superficiais de 17,7°C entre eles. Outro fator observado é a diferença de umidade do ar entre as duas praças no mesmo período. Devido

à maior presença de árvores na Praça Anita Negrão, suas médias de umidade são maiores em relação às médias da Praça Assunta S. Silva.

Evidencia-se que os diferentes tipos de revestimentos influenciam na temperatura superficial, como se observa nos pontos 11 e 12 da Praça Anita, conforme figuras 26 e 27. O ponto 11 localiza-se no concreto e apresentou média de temperatura superficial de 59,66°C no período vespertino e o ponto 12, na grama, 27,83°C no mesmo período, ambos sem sombreamento.

No mês de outubro foram percebidas as menores médias de temperaturas superficiais e as maiores de umidade do ar. A maior média de temperatura foi no período matutino, com 45,4°C, no ponto 15, conforme figura 30, localizado em revestimento asfáltico. A menor média de umidade foi no ponto 16, 50,56%, deixando evidente o efeito favorável da arborização na praça Anita. Também as árvores com maior copa mostraram-se mais eficazes para amenizar o clima local, mesmo próxima a revestimentos de grande absorção térmica.

As comparações dos gráficos da figura 4, da praça Assunta menos arborizada com aqueles da figura 8, da praça Anita, mais favorecida com arborização permite que sejam evidenciados alguns tópicos que coincidem com estudos constantes na revisão bibliográfica. Ambas as figuras apresentam nove conjuntos de gráficos cada um tendo por eixo horizontal os pontos do transecto, sendo 14 da praça Assunta e 19 da praça Anita. No eixo vertical principal tem-se a marcação das temperaturas, tanto do ar como a das superfícies de cada ponto. No lado direito, o eixo vertical secundário exprime as leituras obtidas para as umidades relativas do ar. Também os gráficos foram gerados da seguinte forma: da esquerda para a direita estão expressos o passar dos meses de agosto, setembro e outubro de 2013, sempre nos mesmos horários. Por sua vez, de cima para baixo da folha exprimem o passar dos horários das 8, 14 ou 17 horas, sempre no mesmo mês.

Tal disposição propicia uma série de observações que podem ser salientadas, dependendo da comparação que se propõe a realizar em função dos gráficos. Detendo-se, por exemplo, nos na figura 59 e da figura 63, percebe-se da esquerda para a direita na linha central dos três gráficos representando as 14 horas da cada mês nas duas praças, ve-se a temperatura do ar, elevada na média, contudo razoavelmente comportada do ponto de vista das amplitudes, ou seja, sem grandes saltos térmicos mesmo em locais sombreados ou não e também com o albedo característico de cada ponto em questão. Idem quanto ao comportamento uniformizado da umidade relativa do ar. Coincidindo com a literatura e com as médias da climatologia local, ao se afastar dos meses de estiagem, aproximando-

se do final do ano, a umidade atmosférica vai se elevando gradualmente e inicia os patamares de aceitação como confortável para o ser humano, ou seja, se aproximando dos 60% estabelecidos pela OMS - Organização Mundial da Saúde. Agora, o que se deseja evidenciar com o presente estudo é alcançado com a manifestação das linhas representativas da temperatura superficial. Há uma clara perturbação com valores de picos superiores e inferiores se formando no gráfico e coincidindo com os diferentes albedos principalmente nas áreas sombreadas, majoritariamente aquelas advindas de árvores de porte mais copado, mais avantajado. Há amplitudes consideráveis em horários análogos, evidenciando o efeito minimizador de microclima em face da área vegetada. As linhas interpretadas pelos gráficos das 14 horas apresentam variações maiores do que os das 17 horas, sendo que os coincidentes com o das 8 horas apresentam desempenho bem mais comportado sob a ótica das amplitudes e picos. Seguindo neste contexto de mesmo horário, afirma-se que os pontos de maior temperatura superficial são aqueles desprovidos de alguns tipo de mitigador da radiação direta. Os de temperatura superficial menos pronunciadas coincidem por sua vez com os pontos em que há certa disponibilidade de cobertura.

6. COMENTÁRIO FINAL

O presente trabalho teve como motivador a realização de um exame dos revestimentos do solo existentes em locais públicos como as praças estudadas, aliada à vegetação nelas existente e como a integração destes sistemas com o daqueles formados pelas variáveis micrometeorológicas, sobretudo temperatura e umidade afetam as condições ambientais em áreas urbanas e influenciam no conforto termo-higrométrico humano e, por conseguinte, dos demais seres envolvidos com a localidade.

Pela verificação dos resultados, ficou evidenciada a necessidade de se ter abundantes áreas arborizadas para abrandar o microclima local, colimando com autores como Santamouris (1996) e Akbari (1992) *apud* Santamouris (1996), o qual já indicavam em seus estudos uma diferença de temperatura entre as áreas vegetadas e outras a variação tinha um intervalo de 1° a 4,5° C.

Muito se sabe que a vegetação urbana é a grande responsável pela melhora das condições ambientais dos diversos microclimas urbanos, especialmente nas regiões onde a estação quente-seca é bastante rigorosa, como é caso de Cuiabá. Assim, restou como evidenciado o caráter fundamental de se manter e proliferar regiões vegetadas para atenuação do microclima local, de modo a promover a sensação de bem estar termo-higrométrico.

7. BIBLIOGRAFIAS

7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

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.

ANDRADE, H. (2005) – **O Clima Urbano - Natureza, escalas de análise e aplicabilidade.** Finisterra xl, 80, p. 65-91.

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

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.

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

CUNHA, C. N.; JUNK, W. J.; LEITÃO-FILHO, H. F.; **Woody vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: a preliminary typology.** *Journal Amazoniana*, v. 19, n. 3-4, p. 159-184, 2007.

DE KAUFFMAN et al. **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.

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

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.

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.

HEISLER, G. M. **Energy savings with trees.** *J. Arboricult.* 12, 113–25, 1986.

KIRCHNER, F. F.; DETZEL, V. A.; MITISHITA, E. A. **Mapeamento da vegetação urbana**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Curitiba: FUPEF, 1990.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York, Academic Press, 276p.1981.

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

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

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

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

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

NUNES, L. H. **A escala nas ciências atmosféricas**. Revista do Instituto Geológico. 1998, v. 19, n. 1/2, p.71-73. 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.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. São Paulo, 1994. 300 p. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

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.

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

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

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

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 1.ed. São Paulo: Contexto, 2003. 192p. 1v.

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

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

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.

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

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

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

OLGYAY, V. **Design with Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.** 1963. 4th ed. Princeton, New Jersey. U. S. A.: Princeton University Press.

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.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. **As escalas do clima.** Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro, n.23, 1993. pg. 288 – 294.

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.

SANTAMOURIS, M., ASIMAKOPOULOS, D. **Desing Source on Passive Solar Architecture Energy Conservation in Buildings.** Athens: CIENE, 1996

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.

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, 2009.

SPIRN A. W. **O Jardim de Granito – A Natureza no Desenho da Cidade.** São Paulo. Edusp, 1995.

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.

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.

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.

7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ABREU, L. V. **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.

AKBARI, H et al. **Cooling Our Communities: A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing,** U. S. Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division. 1992, EScholarship.

ALCOFORADO M. J., NUNES M. F. e GARCÍA R. – **A percepção da relação clima-saúde pública em Lisboa, no século XIX, através da obra de Marino Miguel Franzini.** Revista Portuguesa de Saúde Pública, 17(2), 1999: p. 31-40.

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

BARBIRATO, G. M. (1998) - **Aplicação de modelo de balanço de energia para análise de ambiente térmico urbano em Maceió-AL.** Tese (Doutorado). São Carlos, SP, 173p. Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC, Universidade de São Paulo.

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

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.

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

BIUDES, M. S. **Estimativa de Transpiração em Plantas de Mangabeira**. 2006. 93p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2006.

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.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá – **Organização Geopolítica de Cuiabá**. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2007.

FRANCO, F. M. **Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá - MT**. 2013. 124p. Tese (doutorado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2013.

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

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.

GOMES, M. A S; AMORIM, M. C. C. T. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de casos nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)**. Caminhos de Geografia, Revista on line, Instituto de Geografia da UFU, 2003.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade de Cuiabá**, Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel>, Acesso em 14/11/2014.

INMET no Distrito Federal. In: **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Climatologia**. 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal>, Acesso em 16/12/2013.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1997, Salvador. Anais. Salvador: FAUUFBA/LACAM-ANTAC, 1997.

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

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.

MACIEL, C. R. **Análise da relação entre características do ambiente urbano e o comportamento de variáveis microclimáticas: estudo de caso em Cuiabá-MT**. 2011. 127 p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2011.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S., (orgs.); colaboradora MAITELLI, G. T. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. pg.238-287.

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

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. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Cuiabá, 2007. 107f. Tese (Doutorado em Física Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2011.

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.

OLIVEIRA, P. M. P. – **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. Vol. 1 - Brasília, Ed. UNB, 1989.

PERES, A. R. A.; BREY, G. M. W.; MAGALHÃES, N. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A. **A influência da vegetação e diferentes tipos de revestimentos do solo sob a ótica das condições ambientais e dos microclimas em praças na cidade de Cuiabá-MT**. Tópico 2 Artigo 40. In: XII ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2013, Brasília-DF. Anais, 2013.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças brasileiras**. São Paulo: USP, 2002. 311 p.

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

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. 2012. 87 p. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2012.