

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE**

**ESTUDO BIOCLIMÁTICO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO

**PROF.^a DR.^a MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE
NOGUEIRA**

Cuiabá-MT, Fevereiro/2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE**

**ESTUDO BIOCLIMÁTICO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO

*Dissertação apresentada ao programa de
Pós-graduação em Física e Meio
Ambiente da Universidade Federal de
Mato Grosso , como parte dos requisitos
para a obtenção do título De Mestre
em Física e Meio Ambiente.*

**PROF.^a DR.^a MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE
NOGUEIRA**

Cuiabá-MT, Fevereiro/2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE**

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTUDO BIOCLIMÁTICO NO CAMPUS DA UFMT

AUTOR: ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO

Dissertação defendida e aprovada em 27 de fevereiro de 2007, pela comissão julgadora:

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

Profa. Dra. Léa Cristina Lucas de Souza
Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo – UNESP/Bauru
Examinadora Externa

Prof. Dr. Carlo Ralph De Musis
Universidade de Cuiabá - UNIC
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus fonte de toda sabedoria, à minha amada esposa pela compreensão e apoio para realização deste sonho, e aos meus queridos pais Benedito e Lenir.

AGRADECIMENTOS

- À Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, pela confiança a mim depositada, na orientação preciosa em todas as etapas deste estudo, e principalmente pela ética e companheirismo, mostrando-me a verdadeira função de um educador.
- Ao estimado Prof. Dr. José de Souza Nogueira, pelo constante apoio durante a realização desta Pós-Graduação, e pelo carinho com que conduz as atividades nesta instituição.
- À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso.
- À minha esposa Vanúcia Silva Resende Campos, pela preciosa ajuda na confecção deste trabalho e também nas medições microclimáticas no campus da UFMT.
- Aos meus estimados colegas Carlos Dias e Osvaldo Borges pelo constante apoio e assistência na utilização dos equipamentos para as primeiras medições.
- Aos bolsistas do PIBIC, pela colaboração nas primeiras medições feitas no campus da UFMT.
- Ao amigo e colega Alyson Lino Xavier, pela preciosa colaboração nas medições microclimáticas e nos estudos estatísticos deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Carlo Ralph De Musis, pela preciosa atenção nos estudos de estatística.
- À minha irmã Maria Auxiliadora de Arruda Campos, pelos livros concedidos para os estudos da História da formação da cidade de Cuiabá.
- As pessoas que me auxiliaram nas medições microclimáticas, a amiga Ângela, o amigo José Erivam Júnior, meu irmão Benedito Filho e meu amigo Danilo Cardoso.
- A Sra. Soilse, pela preciosa atenção na secretaria da Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente.
- Aos colegas do curso que sempre se mostraram prontos para colaborar nas dúvidas durante este trabalho. E à Universidade Federal de Mato Grosso, pelo cumprimento do papel de colaborar com o desenvolvimento da sociedade mato-grossense.
- A Profa. .Ms. Luciane Durante, pelo empréstimo de livros e pela atenção.
- A CAPES, pela bolsa de estudos 2006/2007.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE QUADROS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. JUSTIFICATIVA.....	4
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. CLIMA.....	9
2.1.1. Ordem de Grandeza no Estudo do Clima.....	11
2.2. O CLIMA URBANO.....	15
2.3. VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	18
2.3.1. Temperatura.....	18
2.3.2. Umidade Atmosférica.....	20
2.3.3. Ventos.....	22
2.4. TRANSPIRAÇÃO.....	23
2.4.1. Evapotranspiração potencial e real.....	24
2.5. ESPALHAMENTO E ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR.....	25
2.6. BALANÇO DE ENERGIA RADIANTE DE ONDAS CURTAS.....	27
2.7. BALANÇO DE ENERGIA RADIANTE DE ONDAS LONGAS.....	29
2.8. BALANÇO DE RADIAÇÃO GLOBAL DURANTE O DIA	30

2.9. BALANÇO DE RADIAÇÃO GLOBAL DURANTE A NOITE.....	31
2.10. BALANÇO DE ENERGIA E O CLIMA URBANO.....	32
2.11. A DENSIDADE CONSTRUÍDA E O CLIMA URBANO...	37
2.12. A VEGETAÇÃO URBANA COMO AGENTE AMENIZADOR DO CLIMA URBANO.....	41
2.13. ILHAS DE CALOR.....	46
2.14.O MÉTODO DO TRANSECTO MÓVEL E A CLIMATOLOGIA URBANA	49
2.15. O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE CUIABÁ.....	51
2.15.1. Aspectos Históricos e Conformação Urbana.....	51
2.15.2. Aspectos Urbanísticos da Cuiabá Atual.....	54
2.16. O CLIMA DE CUIABÁ	58
2.17. BREVE HISTÓRICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO.....	60
2.18. CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO DA UFMT.....	61
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
3.1. O ESTUDO MACROCLIMÁTICO.....	64
3.1.1. A Análise Macroclimática.....	66
3.2. O ESTUDO MICROCLIMÁTICO.....	67
3.2.1.. A Análise Microclimática.....	68
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	72
4.1. INDÍCIOS DA ILHA DE CALOR NA CIDADE DE CUIABÁ.....	72
4.1.1. Temperaturas Máximas nas estações meteorológicas.....	72
4.1.2.Temperaturas Mínimas nas estações meteorológicas.....	76
4.1.3. Temperaturas Médias nas estações meteorológicas.....	80
4.1.4. Umidade Relativa nas estações meteorológicas.....	84

4.1.5. Precipitações Médias Mensais nas estações meteorológicas.....	85
4.2. INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA URBANA NO MICROCLIMA DO CAMPUS DA UFMT.....	88
4.2.1. Apresentação dos pontos do transecto no campus da UFMT.....	88
4.2.2. Análise das Características da conformação dos Pontos Estudados...	88
4.2.3. Estudo Microclimático na Estação Seca.....	96
4.2.3.1. Período da Manhã: Seca.....	96
4.2.3.1.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação seca no período da Manhã.....	98
4.2.3.1.2. Umidade Máxima e Mínima na estação seca no período da manhã....	99
4.2.3.1.3. Umidade e Temperatura Média na estação seca no período da Manhã.....	100
4.2.3.1.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período da manhã na estação seca.....	102
4.2.3.2. Período Noturno: Seca.....	102
4.2.3.2.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação seca no período noturno	104
4.2.3.2.2. Umidade Máxima e Mínima na estação seca no período noturno.....	105
4.2.3.2.3. Umidade e Temperatura média na estação seca no período noturno..	106
4.2.3.2.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período noturno na estação seca.....	108
4.2.4. Estudo Microclimático na Estação Úmida	109
4.2.4.1. Período da Manhã: Estação Úmida.....	109
4.2.4.1.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação úmida no período da manhã.....	110
4.2.4.1.2. Umidade Máxima e Mínima na estação úmida no período da manhã	111
4.2.4.1.3. Temperatura e Umidade média na estação úmida no período da manhã.....	113
4.2.4.1.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período da manhã na estação úmida.....	114
4.2.4.2. Período Noturno: Estação Úmida.....	116
4.2.4.2.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação úmida no período noturno.....	117
4.2.4.2.2. Umidade Máxima e Mínima na estação úmida no período noturno...	118

4.2.4.2.3. Temperatura e Umidade Média na estação úmida no período noturno.....	120
4.2.4.2.4. Temperatura e Umidade Média para os quatro dias no período noturno na estação úmida.....	121

4.3. COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTAÇÕES SECA E ÚMIDA ANALISADAS.....	122
---	------------

4.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS E O COMPORTAMENTO TÉRMICO EM CADA MICROCLIMA.....	123
--	------------

4.4.1. Comparação entre os Microclimas na Estação Úmida.....	124
--	-----

4.4.2. Comparação entre os Microclimas na Estação Seca.....	126
---	-----

5. SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	129
---	------------

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133
-------------------------------------	------------

7. RECOMENDAÇÕES PARA UM PROJETO BIOCLIMÁTICO DO CAMPUS DA UFMT.....	135
---	------------

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	136
---	------------

9. BIBLIOGRAFIAS.....	137
------------------------------	------------

9.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS.....	137
---------------------------------	-----

9.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	142
-------------------------------------	-----

APÊNDICES:

APÊNDICE I. Dados da análise microclimática obtidos no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso

APÊNDICE II. Comparação entre os dias de medições microclimáticas na estação seca e úmida no campus da UFMT

APÊNDICE III. Dados estatísticos do teste T pareado para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio

APÊNDICE IV. Análise das temperaturas máximas e mínimas absoluta dos meses da série analisada para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio

APÊNDICE V. Dados coletados para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema das escalas climáticas e camadas verticais encontradas em áreas urbanas.....	14
FIGURA 2 - Valores mensais máximos de albedo sobre Manaus.....	28
FIGURA 3 - Esquema do balanço de radiação global durante o dia.....	31
FIGURA 4 - Esquema do balanço de radiação global durante a noite.....	31
FIGURA 5 - Balanço de energia na superfície do solo durante o dia.....	35
FIGURA 6 - Balanço de energia na superfície do solo durante a noite.....	37
FIGURA 7 - Temperaturas e Umidade do ar após o pôr-do-sol em áreas urbanas e rurais.....	48
FIGURA 8 - Vista de Cuiabá. Autor não identificado (Século XVIII).....	52
FIGURA 9 - Vista aérea da Vila Real 1786.....	54
FIGURA 10 - Localização da cidade de Cuiabá.....	55
FIGURA 11 - Vista da atual conformação do espaço urbano de Cuiabá.....	57
FIGURA 12 - Vista das Estações Meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio do Leverger.....	65
FIGURA 13 - Localização dos pontos de medições no campus da UFMT.....	68
FIGURA 14 - Termo-higro-anemômetro com sensor de temperatura.....	69
FIGURA 15 - Termo-higro-anemômetro com sensor de velocidade do vento.....	70
FIGURA 16 - Gráfico das temperaturas máximas mensais para Cuiabá e Santo Antônio.....	73
FIGURA 17 - Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Cuiabá.....	75
FIGURA 18 - Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio.....	76
FIGURA 19 - Gráfico das temperaturas mínimas mensais para Cuiabá e Santo Antônio.....	78
FIGURA 20 - Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Cuiabá.....	79
FIGURA 21 - Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Santo Antônio.....	80

FIGURA 22 – Gráfico das temperaturas médias mensais Compensada para Cuiabá e Santo Antônio.....	82
FIGURA 23 - Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Cuiabá.....	83
FIGURA 24 - Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Santo Antônio.....	83
FIGURA 25 – Gráfico das umidades médias mensais para Cuiabá e Santo Antônio.....	85
FIGURA 26 – Gráfico das precipitações médias mensais para Cuiabá e Santo Antônio.....	87
FIGURA 27 - Foto dos dezesseis pontos medidos no campus da UFMT.....	88
FIGURA 28 – Características do ponto 1	89
FIGURA 29 – Características do ponto 2.....	89
FIGURA 30 – Características do ponto 3	90
FIGURA 31 – Características do ponto 4	90
FIGURA 32 – Características do ponto 5	91
FIGURA 33 – Características do ponto 6	91
FIGURA 34 – Características do ponto 7	92
FIGURA 35 – Características do ponto 8	92
FIGURA 36 – Características do ponto 9	93
FIGURA 37 – Características do ponto 10	93
FIGURA 38 – Características do ponto 11	94
FIGURA 39 – Características do ponto 12	94
FIGURA 40 – Características do ponto 13	95
FIGURA 41 – Características do ponto 14	95
FIGURA 42 – Características do ponto 15	96
FIGURA 43 – Características do ponto 16	96
FIGURA 44 - Gráfico da temperatura máxima e mínima na estação seca feita no período da manhã.....	98
FIGURA 45 - Gráficos da umidade máxima e mínima do ar na estação seca no período da manhã.....	99
FIGURA 46 - Gráfico da temperatura e umidade média do ar na estação seca no período da manhã.....	101

FIGURA 47 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período da manhã.....	102
FIGURA 48 - Gráfico da temperatura máxima e mínima para a estação seca feita no período noturno.....	104
FIGURA 49 - Gráfico da umidade máxima e mínima para a estação seca feita no período noturno.....	106
FIGURA 50 - Gráfico da umidade e temperatura média para a estação seca feita no período noturno.....	107
FIGURA 51 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno.....	108
FIGURA 52 – Gráficos das temperaturas máxima e mínima na estação úmida obtidas no período da manhã.....	111
FIGURA 53 – Gráficos da umidade máxima e mínima do ar na estação úmida no período da manhã.....	112
FIGURA 54 – Gráficos da temperatura e umidade média na estação úmida medidos no período da manhã.....	113
FIGURA 55 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno.....	112
FIGURA 56 - Gráficos das temperaturas máxima e mínima na estação úmida obtidas no período noturno.....	118
FIGURA 57 - Gráficos das umidades máximas e mínima na estação úmida obtidas no período noturno.....	119
FIGURA 58 - Gráficos das temperaturas e umidades médias na estação úmida obtidas no período noturno.....	120
FIGURA 59 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno.....	121
FIGURA 60 – Gráfico das temperaturas médias para os dias de medições na estação seca e úmida.....	122
FIGURA 61 - Dendograma da similaridade entre os pontos conforme o comportamento térmico para a estação úmida.....	124
FIGURA 62 - Dendograma da similaridade entre os pontos conforme o comportamento térmico para a estação seca.....	127

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Categorias Taxonômicas da Organização Geográfica do Clima e Suas Articulações com o Clima Urbano.....	12
QUADRO 2 – Quadro Sintético dos Resultados da Medições Microclimáticas...	131

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Albedo e Emitância de variadas superfícies.....	40
TABELA 2 – Temperatura máxima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio.....	73
TABELA 3 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas máximas.....	74
TABELA 4 – Temperatura mínima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio.....	77
TABELA 5 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas mínimas.....	79
TABELA 6 - Temperatura média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio.....	81
TABELA 7 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas médias.....	82
TABELA 8 - Umidade Média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio	84
TABELA 9 – Precipitação média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio.....	86
TABELA 10 - Temperaturas no período da manhã medidas na estação seca.....	97
TABELA 11 - Umidades no período da manhã medidas na estação seca.....	97
TABELA 12 - Valores de temperatura do ar para o período noturno na estação seca.....	103
TABELA 13 – Valores de umidade relativa do ar para o período noturno na estação seca.....	103
TABELA 14 – Valores das temperaturas para os pontos na estação úmida no período da manhã.....	109
TABELA 15 – Valores das umidades relativas do ar para os pontos na estação úmida no período da manhã.....	110
TABELA 16 - Valores das Temperaturas do ar no período noturno na estação úmida.....	116
TABELA 17 - Valores das umidades relativas do ar no período noturno na estação úmida.....	117

RESUMO

CAMPOS NETO, A.de A. – Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso. 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. 138 f. Cuiabá, MT.

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma análise bioclimática no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, localizado na cidade de Cuiabá, que apresenta um clima tropical úmido e um elevado rigor climático. A metodologia utilizada foi desenvolvida primeiramente através de um estudo macroclimático com os dados das estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio, caracterizando uma área urbana e rural respectivamente. Essa análise apresentou indícios da presença de *ilha de calor*, com as temperaturas mínimas superiores na área urbana, comprovada pela diferença significativa no comportamento térmico, utilizando um estudo estatístico feito através de uma análise de variância com dados pareados. Com a análise macroclimática justificando o estudo proposto, foi feita a análise microclimática no campus da UFMT escolhendo dezesseis pontos de medições com diferentes características de conformação. Esse estudo foi desenvolvido na estação seca e úmida nos períodos da manhã e noturno, concluindo-se que pontos com presença de áreas verdes e superfícies de água, apresentam permanência da umidade relativa do ar nos microclimas e grande influência na amenização do calor, chegando a obter uma amplitude térmica de 2,6°C para o período da manhã e 3,8°C no período noturno ambos encontrados na estação úmida, já que a estação seca caracterizou-se por ser atípica. Com essas comprovações realizou-se uma análise de Cluster para desenvolver um dendograma que mostrou uma grande similaridade entre o comportamento térmico dos pontos com área verde em seu entorno, mesmo sendo compostas por espécies variadas como gramas e espécies lenhosas, constituindo-se informações importantes para um planejamento urbano nas cidades e no projeto de crescimento do campus da UFMT.

Palavras-Chave: *ilha de calor*; análise macroclimática; análise microclimática; rigor climático.

ABSTRACT

CAMPOS NETO, A.de A. - **The bioclimatic Study in the Federal University of Mato Grosso campus.** 2007. Dissertation (Master's in Physics and Environment), Department of Physics, Institute of Accurate Sciences and the Land, Federal University of Mato Grosso. 135 f. Cuiabá, MT.

The main objective of this work was to carry through a bioclimatic analysis in the Federal University of Mato Grosso campus, located in Cuiabá city, that presents a humid tropical climate and a high climatic severity. The used methodology was developed first through a macroclimatic study with the data of the meteorological stations of Cuiabá and Saint Antonio, having characterized an urban and agricultural area respectively. This analysis presented indications of the presence of *heat island*, with the superior minimum temperatures in the urban area, assured by the significant difference in the thermal behavior, using a statistical study through an analysis of variance with similar data. With the macroclimatic analysis justifying the considered study, the microclimatic analysis in the campus of UFMT choosing sixteen sites of measurements with different characteristics of conformation. This study was developed in the dry and humid season in the morning and night periods, concluding that points with presence of green areas and water surfaces, present permanence of the relative air humidity in microclimates and great influence in the heat smoothness, getting a thermal amplitude of 2,6°C for the period of the morning and 3,8°C in the nocturnal period both being found in the humid season, since the dry season was characterized for being atypical. With these evidences a Cluster analyses was accomplished to develop a dendogram that showed a great similarity among the thermal behavior of the points with green area in its surround, even being composed by a variety of species grass and woody, consisting important data for an urban planning in the cities and the project of growth of UFMT campus.

Key-Words: heat island; macroclimatic analysis; microclimatic analysis; climatic severity

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A climatologia urbana atualmente constitui-se como um dos focos de estudos mais divulgados em todo o mundo. Isso porque o questionamento sobre a influência das ações do homem sobre o clima tem se intensificado, principalmente pelos indícios de modificações climáticas como a intensificação do efeito estufa, *ilhas de calor* e o aquecimento global.

TANAKA et al (2005) mostra que a preocupação com a *ilha de calor* se estende ao oriente. Segundo o autor, em 20 séculos o aumento da temperatura média das seis grandes cidades japonesas foi de 2 a 3°C, demonstrando uma necessidade imediata para diminuir essa tendência.

SZYMANOWSKI (2003) constatou uma formação de multi-células de *ilha de calor* em Wroclaw, cidade do sudoeste polonês. Esse fato, segundo o autor, está relacionado diretamente com o acréscimo da temperatura, acompanhando o crescimento da cidade.

Segundo CHENG et al (2003), a cidade de Hong Kong, considerada como uma das cidades de maior densidade demográfica no mundo possui um enorme agrupamento de edifícios que consomem 50% da energia utilizada na cidade e, aproximadamente 15% desse valor é utilizado para reduzir a temperatura dos ambientes, já que a cidade enfrenta uma intensificação do seu clima úmido e quente.

Um dos maiores problemas evidenciados nas grandes cidades são as ações rigorosas do clima, que por ser um sistema complexo, envolve grande número de variáveis, as quais muitas vezes não obedecem ao pensamento cartesiano, dificultando as previsões da ação do clima sobre os habitantes das cidades, ocorrendo grandes enchentes, ondas de calor ou de frio, sem que a população esteja preparada.

Para ARAÚJO (2004), o grande desafio das grandes cidades é o crescimento e desenvolvimento urbano que proporcione geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes.

As grandes cidades procuram, atualmente, investir em uma condição ambiental adequada aos seus habitantes, isso porque está acontecendo o chamado “êxodo urbano”, com o deslocamento da população urbana para cidades menores, fugindo da violência e dos rigores climáticos dos grandes centros urbanos.

O equilíbrio entre o crescimento econômico e a proteção ambiental é um desafio para todas as grandes cidades do mundo, e estas cada vez mais estão investindo para evitar que a população se desloque para cidades menores com condições mais salubres de vida. Este fator é bem notório na cidade de Cuiabá, que apesar de ser a capital do estado de Mato Grosso, constituindo-se em um dos pólos mais importantes do agro negócio do Brasil, muitos imigrantes não se adaptam ao rigor térmico da cidade e passam a deslocar-se para as cidades do interior ou retornam ao seu lugar de origem.

A vida nas cidades é intrinsecamente movida pelo clima urbano. O regime das chuvas, a radiação solar direta e difusa, a movimentação e a umidade relativa do ar, são fatores que podem interferir no cotidiano das cidades. Portanto, a conformação urbana é moldada pela ação do homem e esta passa a interferir na qualidade de vida, quando gera um ambiente insalubre e sem condições para que o homem desenvolva suas atividades sem agravos à sua saúde.

O crescimento horizontal das cidades é evidenciado com o surgimento de grandes assentamentos irregulares, gerando sérias modificações na conformação urbana como a eliminação das áreas verdes de espécies nativas, que compunham o entorno da cidade e introduzindo novos materiais como o concreto, pavimentos flexíveis, vidro e outros. Esses materiais terão um saldo de radiação solar acumulado superior aos de áreas verdes. Esse fato resulta em temperaturas superiores nas áreas de grande densidade construídas em relação às áreas verdes, evidenciado, principalmente no período noturno, sem a presença da radiação de onda curta, e com pouca estratificação do ar.

Além da expansão horizontal promovida pelos bairros, muitas vezes irregulares, outro problema evidenciado nas grandes cidades é a verticalização das

regiões centrais. Essa verticalização impede a dissipação do calor acumulado nos pavimentos, além de influenciar na ventilação da região.

Muitos projetos de urbanização das cidades não estão fundamentados na climatologia da cidade, sem qualquer estudo relacionado com a importância das áreas verdes e superfícies de água, e principalmente sem levar em conta o clima local.

FONTES & MATTOS (1997) afirmam que geralmente a expansão urbana irregular é evidenciada em áreas sensíveis à ocupação urbana e, para que se faça um planejamento adequado nessas regiões, são necessárias primeiramente pesquisas climatológicas, que além de constituírem importantes fontes de grandes informações para um planejamento urbano, evitam fracassos funcionais, estruturais e contribuem para a racionalização de energia.

Um dos erros mais comuns é se pensar um conforto térmico e racionalização energética, enfocando apenas o interior das edificações sem estudar o seu entorno.

PIETROBON (1999) afirma que o edifício é um produto humano que exerce e também recebe influência das adjacências, ele não é apenas uma construção em si.

Em ambientes internos, GIVONI & KRÜGER (2003) demonstram que até mesmo o comportamento dos ocupantes das edificações, é um fato que interfere nas temperaturas máximas do ar e deve ser estudado.

LABAKI & BUENO-BARTHOLOMEI (2001) enfatizam que uma das funções dos espaços construídos é atender ao bem estar do ser humano, de modo que ele possa desenvolver suas atividades com conforto em todos os aspectos sensoriais e, a melhoria das condições térmicas e luminosas no ambiente construído deveria ser uma preocupação constante, tanto por parte dos projetistas quanto dos usuários das edificações.

Não se encontram facilmente em Cuiabá aplicações concretas de elementos que podem servir de auxílios ao conforto térmico das edificações em relação à umidade, temperatura, ventilação e iluminação.

Regiões como a Depressão Cuiabana deveriam ser objeto de estudos freqüente, no que se diz respeito a climatologia urbana, visto que essa região possui uma grande deficiência de ventilação por possuir em seu entorno regiões mais elevadas como serras e chapadas. O que se vive hoje na cidade de Cuiabá é uma expansão urbana descontrolada, atrelada apenas em interesses políticos e capitalistas

sem nenhuma visão em relação ao desenvolvimento e o rigor climático vivido pela cidade.

1.2. JUSTIFICATIVA

Para OKE (2004), o estudo do tempo e do clima urbano possui uma perspectiva sem igual. Segundo o autor, existe atualmente um grande interesse nas modificações do clima urbano causado pelo homem, principalmente em regiões que apresentam rigores climáticos.

Devido ao fato da cidade de Cuiabá possuir um rigor climático constante quase o ano todo e tendo em vista que o seu traçado não prioriza elementos que possam atenuar essa situação, faz-se necessário uma intensificação em estudos bioclimáticos que possam apontar sugestões acessíveis e eficientes para um desenvolvimento consciente e preocupado com o conforto térmico das atuais e futuras gerações da cidade.

Estudos bioclimáticos inseridos em regiões com grandes problemas ambientais são de grande importância para qualquer planejamento urbano, pois podem servir de parâmetros para as mais variadas regiões, onde são encontrados os mais diversos tipos de microclima.

MASSA (1999), afirma que os benefícios das estratégias bioclimáticas podem atingir todas as situações encontradas no clima das cidades. No inverno estão relacionados com a maximização da insolação, ao acesso da radiação solar nos espaços públicos, a proteção dos pedestres contra os ventos frios e a minimização do consumo de energia através dos aquecedores. Em períodos de verão os benefícios estão relacionados com a maximização da ventilação natural na escala urbana e das edificações, a proteção da radiação solar nos espaços públicos abertos e nas edificações, o resfriamento através da evaporação na escala urbana, e a minimização do consumo de energia no condicionamento do ar.

O objeto deste estudo é o Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, localizado na cidade de Cuiabá-MT que caracteriza-se como uma região de clima tropical, com altas temperaturas praticamente o ano todo.

Segundo DUARTE & SERRA (2003), o fato de Cuiabá ser uma zona urbana situada em uma depressão geográfica, faz com que a frequência e a velocidade média

dos ventos sejam extremamente baixas, minimizando o efeito das trocas térmicas por convecção e ressaltando ainda mais a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar, o que acaba gerando condições praticamente ideais para experimentos com medições microclimáticas.

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma análise bioclimática no campus da Universidade Federal de Mato Grosso. Para atingir o objetivo geral será necessário definir os seguintes objetivos específicos tais como:

- verificar indícios de *ilha de calor* para a cidade de Cuiabá no transcorrer deste estudo;
- analisar as diferentes conformações escolhidas no campus da Universidade Federal de Mato Grosso para um estudo microclimático;
- verificar a influência da morfologia no microclima através de dados microclimáticos de cada ponto;
- agrupar os comportamentos semelhantes entre os pontos analisados por meio de uma análise de cluster;
- encontrar parâmetros que possam ser utilizados como agentes de amenização do calor no campus da UFMT e em microclimas inseridos na cidade de Cuiabá.

As características encontradas em um campus são as mais variadas, podendo ser encontrados solos nu, pavimentos flexíveis, calçamento, vegetações de diversas espécies, superfícies de água e edificações. Essa diversidade serve como parâmetros que podem auxiliar o crescimento do campus e também ser estendidos para microclimas encontrados na cidade de Cuiabá, nos seus bairros, no seu centro comercial e nas suas futuras projeções, com o intuito de torná-la uma cidade com grandes oportunidades, e num ambiente salubre.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para atingir o objetivo do presente trabalho, qual seja, o estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, foram estruturados quatro itens da dissertação além da introdução. A estrutura foi organizada da seguinte forma:

1) Revisão bibliográfica

Na revisão bibliográfica são abordados a fundamentação teórica em relação ao clima, variáveis climáticas, evapotranspiração, espalhamento e absorção da radiação solar nas áreas urbanas e rurais, balanço de energia, a vegetação urbana como agente amenizador do clima urbano e *ilhas de calor* e a utilização do método do transecto móvel para estudos microclimáticos.

Será apresentado ainda, o processo de urbanização de Cuiabá, abordando seus aspectos históricos e sua conformação urbana, bem como os aspectos urbanísticos da Cuiabá atual. Esse tópico foi utilizado para se entender as origens da formação da cidade de Cuiabá, a sua formação atual e o direcionamento que o crescimento urbano promove atualmente.

Serão apresentadas também as características do clima de Cuiabá, e um breve histórico do planejamento do campus da Universidade Federal de Mato Grosso, mostrando também características do seu ambiente construído atualmente.

Forma-se, com isso, um referencial teórico para se desenvolver um estudo em escala macro e microclimática na cidade de Cuiabá.

2) Materiais e Métodos

Através do item materiais e métodos, apresentar-se-á, primeiramente, o local do estudo macroclimático, apontando as características de cada área escolhida para se coletar os dados meteorológicos.

Após o estudo das áreas dos macroclimas analisados será apresentado o método de análise utilizado, bem como as experiências outrora realizadas por autores que fundamentem a escolha do método escolhido.

Será apresentada também a área do estudo microclimático mostrando a escolha dos pontos analisados e sua localização dentro do campus da UFMT.

Com a apresentação da área do estudo microclimático passar-se-á então a demonstração do método utilizado, o tansector, a fim de encontrar as variáveis microclimáticas em cada ponto.

3) Apresentação e análise dos dados

A apresentação e análise dos dados inicia-se pelos indícios da *ilha de calor* na cidade de Cuiabá, que é um estudo macroclimático feito entre duas estações

meteorológicas, caracterizadas como área urbana e rural, podendo assim justificar o estudo e fundamentar a metodologia escolhida para a análise microclimática.

Após a apresentação e análise dos dados macroclimáticos será feita uma verificação da influência da morfologia urbana no microclima do campus da Universidade Federal de Mato Grosso, através das análises dos resultados das medições da temperatura e umidade relativa do ar no período diurno e noturno nas estações seca e úmida.

Com a análise dos resultados obtidos pelo transecto passar-se-á à análise estatística dos pontos para verificação de similaridades no comportamento térmico de cada microclima, podendo assim agrupá-los conforme os resultados das medições.

4) Síntese dos Resultados Obtidos

Na Síntese dos Resultados obtidos será apresentada de forma mais sucinta a análise dos dados encontrados no estudo macro e microclimático, bem como o resultado dos estudos de estatística.

5) Considerações Finais

Aqui, será feita uma conclusão final do estudo macroclimático e os indícios da *ilha de calor* na cidade de Cuiabá.

Serão elaboradas, também, as considerações finais para o comportamento dos pontos localizados no campus da UFMT em relação à temperatura e umidade relativa do ar das diferentes conformações encontradas, como área verde, pavimento flexível, edificações, calçamento e outros.

Será realizada também uma análise do agrupamento dos pontos conforme o comportamento térmico na estação seca e úmida.

6) Recomendações para um projeto Bioclimático

Com os resultados obtidos no estudo bioclimático chegar-se-á a algumas recomendações propostas para possíveis intervenções a serem aplicadas em microclimas semelhantes aos pesquisados na cidade de Cuiabá, podendo assim promover maior bem estar em relação ao rigor térmico vivido pelos habitantes dessa cidade e evitar a aceleração do êxodo urbano constatado atualmente.

7) Sugestões para trabalhos futuros

Através da experiência adquirida neste estudo bioclimático serão, ao final, elaboradas sugestões para trabalhos futuros na área da climatologia urbana.

8) Bibliografia

A bibliografia será dividida em referências bibliográficas citadas e consultadas na dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CLIMA

Compreender os fenômenos da natureza sempre causou muito fascínio na humanidade. Observar as épocas das chuvas para o planejamento de uma colheita, entender o comportamento do mar ou dos ventos sempre foi objeto de estudo do homem, desde as mais antigas civilizações.

As variações do comportamento da natureza foram estudadas pelos mais diversos povos até os dias de hoje. Esse fato pode ser observado em documentos históricos como, por exemplo, a Bíblia, no Velho Testamento (Gêneses) ou como na primeira carta climatográfica feita por Hipócrates no ano de 400 a.C. denominada “Ar, Água e Locais”, demonstrando o grande interesse pelo estudo dos fenômenos da natureza pelos gregos precursores dos estudos da física, (AYOADE, 2002).

O conceito de clima pode envolver diversos aspectos como: variação temporal, espaço, características atmosféricas, frequência ou ocorrências esporádicas de algum evento da natureza, o que torna o estudo sistemático e complexo.

Esse aspecto pode ser observado no estudo feito por AYOADE (2002), onde o autor define o clima como sendo as características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período, incluindo considerações dos desvios em relações às médias, condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo, mostrando a complexidade do estudo do clima que envolve conceitos multidisciplinares.

O conceito de clima algumas vezes é trabalhado por alguns autores envolvendo as localizações no globo terrestre e variações climáticas. Isso pode ser observado no estudo feito por CONTI (1998), que enfoca a definição de clima na palavra *clima*, de origem grega que significa “inclinação”. Essa inclinação, conforme o autor é entendida na Astronomia como sendo o ângulo formado pelo eixo de

rotação da Terra com seu plano de translação (também chamado plano de eclíptica), onde seu valor é de $23^{\circ}27'33''$, que em latitude, corresponde à posição dos trópicos. Esse entendimento expõe a idéia das diferenças climáticas vividas nos hemisférios Sul, que em dezembro é muito iluminado e aquecido, o que não se verifica no hemisfério Norte.

Muitas vezes o conceito de clima pode ser confundido com o conceito de tempo. Isso foi muito bem explicitado por VIANELLO & ALVES (2000) no estudo feito sobre a aplicação da meteorologia que procuram fazer a diferenciação entre clima e tempo, enfocando que o tempo meteorológico é algo que varia muito sobre a face da Terra, podendo variar de lugar para lugar e também de tempo para tempo, no mesmo lugar. Enfatizam ainda que o tempo meteorológico pode ser considerado como a soma total das condições atmosféricas de um dado local, num determinado tempo cronológico. Já o clima é caracterizado pelos autores como sendo uma generalização ou a integração das condições do tempo para certo período, em uma determinada área, mostrando uma condição abstrata para o clima, enquanto que o tempo possui uma experiência diária instantânea.

Para MASCARÓ (1996), o clima pode ser definido como a feição característica e permanente do tempo num lugar, em meio a suas infinitas variações.

O estudo do clima, que compreende tanto a formação resultante de diversos fatores espaciais e geomorfológicos quais sejam: movimento de rotação e translação, energia solar, latitude, altitude, ventos, distribuição das terras e das águas, vegetação, etc., quanto sua caracterização definida pelos seus elementos: temperatura do ar, umidade do ar, movimentos das massas de ar e precipitações, torna-se, pois, importante para a compreensão do sistema atmosférico, (MAITELLI, 1994).

Um ramo de grande importância do estudo do clima, atualmente, é a climatologia, que aplica todos os conceitos estudados no clima em benefício do homem.

Segundo VIANELLO & ALVES (2003), a climatologia interessa-se particularmente pelas aplicações práticas do estudo científico do clima. Utiliza-se da Meteorologia, e seus resultados são largamente usados, pela arquitetura, agronomia, na medicina etc. Para os autores o intuito da Climatologia é descobrir, explicar e explorar o comportamento normal dos fenômenos atmosféricos, visando a benefício do homem, tendo em mente que as irregularidades dos fenômenos são as regras

gerais e não as exceções.

2.1.1. Ordem de Grandeza no Estudo do Clima

Para realizar um estudo envolvendo variáveis climáticas é necessário que se tenha o domínio da escala a ser estudada, evitando assim, que se tenham interpretações equivocadas das interferências de aspectos locais ou globais no clima.

A preocupação em relação à ordem de grandeza no estudo do clima é de grande importância para que se tenha uma metodologia bem delimitada em relação a escala estudada na climatologia. Preocupar-se com: “O que está contido dentro de que, Quais são os elementos que compõe o conjunto estudado e em que níveis escalares os elementos podem ser posicionados”, são pontos de destaque no estudo do clima urbano feito por MONTEIRO & MENDONÇA (2003).

Segundo MONTEIRO & MENDONÇA (2003), o fundamental é a terminologia usada (como opção) para as subdivisões do clima local. Nesse estudo os autores apresentam as seguintes principais divisões para se fazer um estudo de climatologia.

- a) *Mesoclima*, que tem um sentido de subdivisão - uma parte (não obrigatoriamente metade, mas forçosamente fração) - da unidade básica que é o clima local. Os mesoclimas poderiam ser identificados nos compartimentos básicos da morfologia, em termos de várzea, espigão central, colinas periféricas, vertentes serranas, etc;
- b) *Topoclima*, espaço climático inferior ao mesoclima. Pode-se inseri-lo no estudo de uma Cidade Universitária;
- c) *Microclima*, a última unidade, constituindo-se como o menor espaço climático é geralmente o espaço observado em áreas menores, pela percepção humana, como por exemplo, em uma caminhada de alguns metros.

A diferenciação das escalas em um estudo bioclimático é de grande importância para se delimitar a análise do espaço climático.

Para poder diferenciar as escalas estudadas, os espaços climáticos e as estratégias de abordagens nos estudo do clima urbano, MONTEIRO & MENDONÇA (2003), propõe a utilização do quadro 1 abaixo, mostrando as organizações geográficas do clima e suas articulações com o clima urbano.

QUADRO 1 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano.

Unidades de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
				Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de análise
(milhões de Km)	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitude Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
(milhões de Km)	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes transectos
(centenas de Km)	1:1.000.000 1:5.000.000	Sub-Regional (fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento sistemático
(dezenas de Km)	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geológica Ação antrópica	Análise espacial
(centenas de Km)	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (Episódios)	Urbanismo	Especiais
Dezenas de metros	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro/ subúrbio de cidade	(Detalhe)	Arquitetura	
Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: MONTEIRO & MENDONÇA (2003).

Afirmam MONTEIRO & MENDONÇA (2003) que tanto em climatologia quanto em Geomorfologia, as unidades espaciais de análise acham-se submetidas a uma gama variada de designações. Escalas de observação e representação assim tão numerosas chegam a ser inibidoras. Por razões óbvias as unidades espaciais do clima estão muito ligadas às unidades geomorfológicas.

Para os autores supra mencionados, o clima, centralizado na percepção humana, através de expressão ecológica, se posiciona no espaço concreto

tridimensional da superfície terrestre através daquilo que lhe constitui o arcabouço – as formas do terreno.

Segundo MASCARÓ (1996), a informação climática deve ser considerada em três níveis: *macroclima*, *mesoclima* e *microclima*.

Os dados *macroclimáticos* são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. Os dados *mesoclimáticos*, nem sempre de fácil obtenção, informam as modificações do *macroclima* provocadas pela topografia local como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno como, por exemplo, salitreiras. No *microclima* são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, bem como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios.

MASCARÓ (1996) afirma também que o caráter do microclima evidencia-se quando fatores climáticos locais acentuam ou atenuam os fatores de origem externa, quando o fenômeno climático micro interfere de forma decisiva no contexto macroclimático. Para a autora, variáveis climáticas possuem também as suas dimensões em relação ao clima. Um exemplo é a brisa proveniente de uma massa de água próxima, que é um fenômeno tipicamente microclimático desde que resulte do movimento do ar dentro de um recinto de dimensões excepcionalmente amplas. Já o vento, quando sopra com relativa intensidade, conseguindo penetrar até o último canto do espaço exterior, pode quebrar os efeitos microclimáticos do recinto. Outro exemplo é a chuva, que da mesma forma que a brisa local, seria um fenômeno tipicamente mesoclimático, consequência das condições higrotérmicas locais, a partir de certa altura.

Para OKE (2004), o sucesso nas medições climáticas passa por um rigoroso entendimento de concepção de escala do clima.

Segundo OKE (2004), existem três escalas que devem ser observadas em áreas urbanas como:

a) Microescala – considerada como típica escala do microclima urbano, são caracterizadas pelos elementos individualmente analisados como: edifícios, árvores, estradas, ruas, quintais, jardins, etc., com uma proporção menor que um para centenas de metros.

b) Escala Local – esta escala inclui efeitos climáticos de caráter da paisagem, tal como a topografia, excluindo os efeitos microclimáticos. Essa escala abrange a proporção de um para vários quilômetros.

c) Mesoescala - está relacionada com a influência da cidade no tempo e no clima da escala de toda a área urbana, abrange tipicamente dezena de quilômetros de extensão. Uma única estação meteorológica não pode representar esta escala.

A divisão das escalas no estudo do clima e as variadas conformações verticais urbanas podem ser vistas na figura de número 1 abaixo.

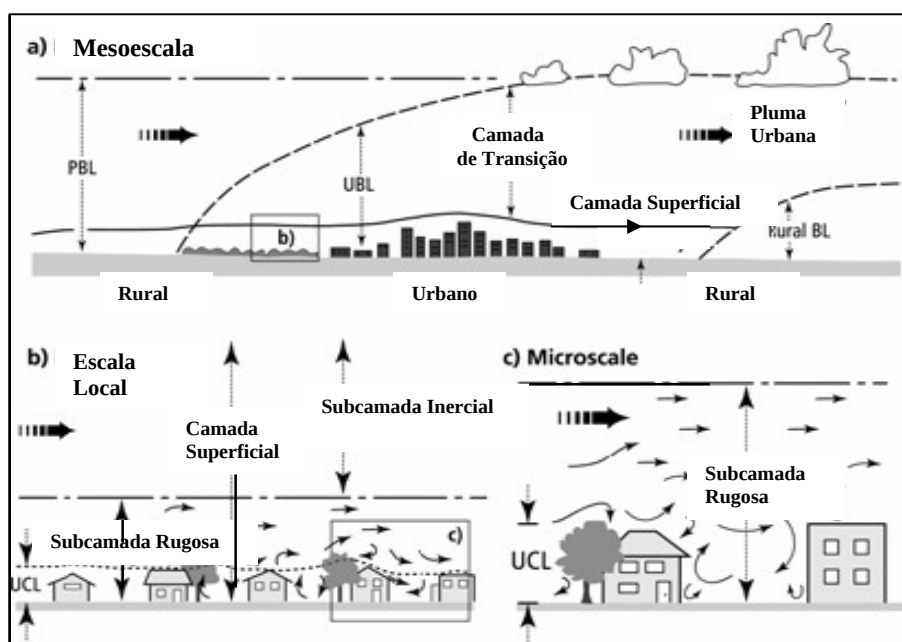


FIGURA 1 - Esquema das escalas climáticas e camadas verticais encontradas em áreas urbanas. PBL *planetary boundary layer*, (Camada limite planetária), UBL – *urban boundary layer* (Camada limite urbana), UCL – Urban canopy layer (camada de proteção urbana).

Fonte: OKE (2004) modificado de OKE (1997).

SOUZA (1996) mostra em seu estudo que as diferentes abordagens em diferentes escalas no estudo do clima podem ter as suas aplicações diretas. Um exemplo é a relação das propriedades meteorológicas com a escala regional (macroclima), já as modificações provocadas pela orografia (meso-escala) estão relacionadas com as diferenças climáticas causadas por pequenas mudanças de altitudes. A escala das edificações (micro-escala) relaciona-se diretamente com as decisões sobre a forma e a orientação das estruturas urbanas e suas interferências no microclima do entorno.

Para DUARTE (1997), cada cidade é composta por um mosaico de microclimas diferentes; os mesmos fenômenos que caracterizam o mesoclima urbano existem em miniatura por toda a cidade, como pequenas ilhas de calor, bolsões de poluição atmosférica e diferenças locais no comportamento dos ventos. As características do clima urbano, suas causas e efeitos, são bem conhecidas, mas este conhecimento raramente é aplicado.

2.2. O CLIMA URBANO

Cada vez mais o mundo globalizado afirma o acúmulo da população nas regiões metropolitanas. A população urbana continua crescendo e mostrando uma tendência da criação de um mundo urbano.

Em vista desse crescimento, o estudo do clima urbano torna-se objeto de estudo freqüente em todas as áreas envolvidas em pesquisas nas cidades.

Conceituar o clima urbano muitas vezes envolve as alterações ambientais feitas pelo homem e os reflexos do clima local incidindo na sociedade.

Essa proposta pode ser vista no estudo feito por MENDONÇA & DUBREUIL (2005), onde o clima urbano coloca em evidência as alterações do ambiente precedente, decorrentes das atividades humanas, sendo ele o resultado da interação entre a sociedade e a natureza na cidade.

SOUZA & MATTOS (1997), descrevem o clima urbano, diferenciando-o do ambiente rural, onde o espaço urbano, resultado da ocupação antrópica do meio, possui inter-relações de fenômenos que muitas vezes é causado pela própria urbanização, constituindo assim uma situação climática específica denominada clima urbano.

Muitas vezes o clima urbano pode ser analisado de uma forma mais ampla, envolvendo as variáveis climáticas e as modificações feitas pelo homem no ambiente. Essa análise é bem abordada por MAITELLI (1994), enfatizando que no processo de urbanização a poluição do ar afeta a transferência de radiação e acrescenta núcleos de condensação no ar, aumentando a precipitação. A densidade e a geometria das edificações criam uma superfície rugosa que influencia na circulação do ar e no transporte de calor e vapor de água. Os materiais de construção e o asfaltamento das ruas aumentam o estoque de calor, a impermeabilização do solo e

aumenta a possibilidade de enchentes. Esses fatores, associados a outros, contribuem para a formação de um microclima local, denominado clima urbano.

Para COSTA (2006), a construção de ambientes urbanizados ocorre diariamente pela ação humana da substituição do ecossistema natural por estruturas artificiais, com a retirada da vegetação nativa, alteração do relevo, impermeabilização dos solos por meio da pavimentação, e criação de estruturas complexas verticais e/ou horizontais. Segundo a autora, esse processo contínuo ocasiona impactos ambientais em vários níveis, deteriorando principalmente a qualidade do ar e do clima, o que é de grande interesse, pois, representa uma diminuição na qualidade de vida da população. A principal evidência deste processo, está na elevação da temperatura do ar, que vem sendo estudada pela climatologia urbana e atraído a atenção da sociedade que vive hoje em ambientes urbanizados sendo, portanto, agentes ativos e passivos do processo.

A visão mais ampla e complexa do clima urbano pode ser vista na obra de MONTEIRO & MENDONÇA (2003), a qual enfatiza o clima urbano como um sistema dinâmico e adaptativo, revelando a essência de um fenômeno de complexidade por demais saliente.

Por causa da abrangência do climático e do urbano, a noção de espaço necessariamente incluirá o espaço concreto e tridimensional onde age a atmosfera e os espaços relativos, necessários à compreensão do fenômeno urbano. Esta relação é também importante tanto geográfica quanto teoricamente, pois que o sistema se projeta tanto em escala ascendente para um número inferior de integrações em sistemas superiores, quanto se fraciona, também infinitamente, em sistemas menores. A cidade tanto se integra em níveis superiores como se divide em setores, bairros, ruas, casas, ambientes internos etc. (MONTEIRO & MENDONÇA 2003)

A complexidade dos estudos climáticos é bem evidenciada no estudo de VIANELLO & ALVES (2000) apontando que a principal dificuldade surge quando se tenta considerar as interações ocorridas na natureza, desde que essas interações criem muitos mecanismos de realimentação, que agem amplificando ou amortecendo pequenas perturbações iniciais. Em consequência, o sistema climático é altamente não-linear e, conseqüentemente, um sistema não interativo que representa um verdadeiro desafio à uma completa descrição quantitativa. Essa importância de se estudar o clima urbano como um sistema complexo de causas e efeitos, vem sendo

observado em pesquisas anteriores, com a preocupação de que o clima urbano criado nas cidades não demonstre insalubridade no convívio da sociedade. Essa preocupação já foi demonstrada em situações anteriores como no estudo feito por MORGAN et al (1977), onde ao se estudar os microclimas em áreas urbanas é apresentada a importância do estudo das mais diversas informações do clima urbano para o planejamento de uma cidade, no controle da poluição do ar, no balanço de energia e outros.

A percepção das atividades do clima urbano são diferenciadas quando se pretende chegar a um resultado que possa refletir seus impactos.

Segundo MONTEIRO & MENDONÇA (2003), a poluição do ar, *ilha de calor*, inundações no espaço urbano, dentre outras formas, assumem destaques nos climas urbanos, refletindo, com isso, peculiaridades do clima da cidade, e o agrupamento ordenado dessas produções é sugerido como devendo ser feito através de canais de percepção humana com as seguintes propostas:

- a) Conforto térmico – Englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente.
- b) Qualidade do ar – Enfoca a poluição do ar como um dos males no clima urbano. Ao associar com a poluição do solo e da água constitui-se nos grandes problemas da atualidade.
- c) Meteoros de Impacto – Onde estão agrupadas todas as formas meteóricas, hídricas (chuva, neve, nevoeiro), mecânicas (tornados) e elétrica (tempestades), que assumindo eventualmente manifestações de intensidade são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação.

Um clima urbano ideal dependerá do espaço em que está inserida a sociedade. Regiões de climas com rigores térmicos causados pelo calor e regiões muito frias possuem objetivos claramente diferentes para se gerar conforto aos seus habitantes.

2.3. VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

2.3.1. Temperatura

A temperatura é um dos principais agentes causadores de modificações do clima local. As precipitações e o vento são grandes exemplos da influência que a temperatura pode exercer em um clima.

“A temperatura pode ser definida em termos de movimento de moléculas, de modo que quanto mais rápido o deslocamento mais elevado será a temperatura. Mais comumente, ela é definida em termos relativos tomando-se por base o grau de calor que um corpo possui”, (AYOADE, 2002).

Autores como VIALELLO & ALVES (2003) introduzem o conceito de calor como sendo uma forma de energia que pode ser transferida de um para outro sistema, independentemente do transporte de massa e da execução do trabalho.

O estudo da temperatura possui diversos objetivos, desde os elementos analisados como o ar, o solo, as construções, até a percepção para os habitantes de uma cidade.

A temperatura do ar é muito discutida, pois as interações que ocorrem desta com o meio e vice-versa, são estudos muito complexos e influentes no conforto térmico de uma cidade.

Para AYOADE (2002), a temperatura do ar em uma localidade pode variar com o decorrer do tempo conforme o local analisado. Em seu estudo, afirma ainda que a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas podem influenciar na temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela.

Para AYOADE (2002), o relevo tem um efeito atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar normalmente diminui com a altitude crescente, a uma taxa média de 0,6°C por 100 metros. Em área de topografia e inclinação variadas, o aspecto e o grau de exposição das localidades são fatores importantes que influenciam a temperatura. Quer nos trópicos secos ou nos úmidos, a alta elevação topográfica abaixa a temperatura e proporciona alívio ao calor opressivo reinante nas baixadas tropicais.

Outro aspecto importante é o estudo do calor no solo que atinge uma complexidade, devida principalmente ao fato de que as conformações da superfície estão se modificando constantemente.

Para OMETTO (1981), uma superfície do solo pode absorver maior ou menor quantidade de energia radiante. Essa absorção limita-se aos primeiros milímetros de sua superfície, tornando-se, portanto, tanto mais energética quanto maior a energia absorvida. Da radiação líquida disponível à superfície do solo, uma parcela sofre o processo de condução molecular, transferindo parte daquela energia da superfície para camadas mais profundas.

MOTA (1989) faz referência à transferência de calor nas plantas. Segundo o autor as plantas necessitam de regular suas temperaturas para chegarem a uma eficiência fisiológica. Essa tentativa de regular a temperatura é feita através dos mecanismos de radiação, transpiração e convecção.

A radiação é o processo mais importante na transferência de calor nas plantas. Ela pode existir na forma de radiação solar, que é absorvida pelas plantas de maneira diferente para cada comprimento de onda do espectro e radiação termal que é a energia emitida por qualquer objeto mais quente que o zero absoluto, MOTA (1989).

As plantas absorvem aproximadamente 90 % de energia no espectro solar entre as frequências ultravioleta e visível. Esse fato não acontece para as frequências infravermelhas, principalmente durante o período no qual a radiação solar é mais intensa chegando ao seu nível mais baixo de absorção, MOTA (1989).

As plantas morreriam de calor se a maior parte da energia que chega a elas não fosse transmitida. A maior parte dessa energia é dissipada pela reirradiação. A refrigeração pela transpiração e a transferência pela convecção removem o resto.

Portanto, as plantas desenvolvem um importante papel nas grandes cidades em relação à absorção e à dissipação do calor.

Para MASCARÓ (1996), as temperaturas superficiais da Terra estão amplamente relacionadas com a localização da área de estudo (latitude). Pela radiação solar recebida em diferentes latitudes cria-se um efeito especial: as temperaturas máximas da superfície da terra não se registram no Equador, como era de se esperar, mas sim nos trópicos. Para isso contribuem uma série de fatores. A migração aparente do sol no zênite é relativamente rápida durante sua passagem pelo Equador, mas sua velocidade diminui à medida que se aproxima dos trópicos. Entre os 6° N e 6° S, os raios do sol permanecem quase verticais durante apenas 30 dias dos equinócios, não havendo tempo para armazenar calor na superfície e originar altas temperaturas. Ao contrário, entre os 17,5° N e os 23,5° S de latitude, os raios de sol

caem verticalmente 86 dias consecutivos no período de solstício. Este período de maior duração, bem como o fato de que nos trópicos os dias são maiores do que no Equador, é a causa do máximo aquecimento nas regiões mais próximas dos trópicos.

Para TUBELIS & NASCIMENTO (1992), a temperatura do ar apresenta uma variação inversa com o aumento da altitude, pelo fato de ocorrer uma descompressão adiabática à medida que o ar se eleva na atmosfera, que lhe causa um resfriamento de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100m, em termos médios. Dessa maneira, cidades próximas com diferentes altitudes possuem temperaturas diferentes.

Para MASCARÓ (1996), a variação da temperatura máxima urbana também pode se relacionar fortemente com a população da cidade, mas existem dúvidas sobre o que acontece quando varia-se o seu tamanho ou a sua população.

2.3.2. Umidade Atmosférica

A umidade do ar é a água, na fase de vapor, que existe na atmosfera. Suas fontes são as superfícies de água, gelo e neve, a superfície do solo, as superfícies vegetais e animais. A sua concentração é pequena, chegando no máximo a 4% em volume com grande variabilidade, (TUBELIS & NASCIMENTO, 1992).

A quantidade de vapor de água introduzida na atmosfera aumenta com o saldo positivo de radiação, (TUBELIS & NASCIMENTO, 1992).

Numa dada pressão e temperatura, o ar consegue reter o vapor de água até certa concentração limite. Quando o vapor de água ocorre na sua concentração máxima, o ar é dito saturado. Para o mesmo valor de pressão, essa concentração máxima de vapor ou saturação cresce com o aumento de temperatura. Portanto, quanto maior a temperatura, maior é a capacidade do ar em reter vapor de água, (TUBELIS & NASCIMENTO, 1992).

A umidade relativa do ar pode ser definida, segundo TUBELIS & NASCIMENTO (1992), como a relação percentual entre a concentração de vapor de água existente no ar e a concentração de saturação, já AYOADE (2002), classifica a umidade relativa como sendo a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de ar que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando está saturado, podendo ser expressa em forma de porcentagem.

Segundo AYOADE (2002), apesar do vapor de água representar uma pequena parcela na atmosfera, apenas 4% de seu volume, ele é o componente mais importante na determinação do tempo e do clima. Essa importância segundo o autor deve-se aos seguintes fatos:

- a) O vapor d'água é a origem de todas as formas de condensação e de precipitação;
- b) O vapor d'água pode absorver tanto a radiação solar quanto a terrestre e, assim, desempenha o papel de regulador térmico no sistema Terra-atmosfera;
- c) Exerce em particular um grande efeito sobre a temperatura do ar;
- d) O vapor d'água contém calor latente que é importante fonte de energia para a circulação atmosférica e para o desenvolvimento de perturbações atmosféricas. A energia absorvida é liberada enquanto o vapor se condensa;
- e) A quantidade de vapor d'água no ar é importante fator que influencia a taxa de evaporação e de evapotranspiração.
- f) É um importante fator que determina a temperatura sentida pelo homem e, conseqüentemente, o conforto térmico.

Para OMETTO (1981), o vapor d'água tem como característica ser variável em quantidade de acordo com a disponibilidade de água no local e energia do meio, e apesar de ser um elemento variável em tempo e espaço é extremamente importante, tanto no aspecto físico associado as suas características moleculares, como no aspecto fisiológico, decorrente de sua dependência pelos seres vivos.

Como o vapor d'água é oriundo da superfície do solo, a sua concentração máxima é próxima a ele e diminui à medida que se afasta da superfície. Também as suas interações físicas e fisiológicas com o meio, incluindo vegetais e animais, determinam que o vapor d'água seja considerado um elemento muito importante no estudo bioclimatológico, (OMETTO, 1981).

O vapor d'água pode ser considerado segundo OMETTO (1981), como um elemento equalizador de energia do meio, amenizando, devido a isso, as trocas energéticas e, como armazenador de energia e pela condição de estar dissociado no ar atmosférico, possibilita sua movimentação juntamente com o deslocamento do ar.

Segundo BARBOSA et al (2001), a presença de massas d'águas constitui um aspecto relevante no comportamento climático de áreas urbanas. Analisando a influência da Lagoa Mundaú e do Oceano Atlântico na região de restinga da cidade de Maceió-Al, constatou-se diferenças de temperatura do ar de até 2,2°C entre o ponto da margem costeira e o localizado a 1,5km. Sobretudo, foi observada uma tendência de estabilização das temperaturas de todos os pontos observados após o pôr-do-sol, mostrando, possivelmente, uma tendência diferenciada e peculiar do efeito de “*ilha de calor* urbana” em alguns recintos específicos de sistemas climáticos tropicais, de baixa latitude, proximidade costeira e sob influência de brisas marítimas.

Para MASCARÓ (1996), em meios urbanos, a relação entre temperatura e umidade relativa do ar sofre interferência das características do recinto. A quantidade de vapor de água na massa de ar é afetada pela temperatura local do ar. Se as superfícies que formam o recinto urbano armazenam e irradiam muito calor, que é o caso dos centros urbanos, elevam-se a temperatura local, a umidade absoluta e decresce a umidade relativa. O teor de umidade local dependerá, então, da iteração entre a temperatura do ar e a temperatura superficial do meio circundante.

2.3.3. Ventos

Do centro de altas pressões do Atlântico Norte, que tem sua sede nos Açores, divergem os alísios de NE, que tomam a direção E na altura do Equador. Os ventos desse redemoinho boreal atingem a costa setentrional brasileira durante todo o ano. Os alísios boreais são aspirados para o interior. No verão, se estabelece o terceiro centro de ação que condiciona a circulação geral sobre o país: a depressão continental, formada na altura do Chaco paraguaio, tem esta função em consequência do superaquecimento do continente, da maior nitidez atmosférica nessa estação, e do contraste térmico entre aquele centro e o mar, (MASCARÓ, 1996).

Os ventos possuem a propriedade de modificar as condições microclimáticas locais. Existirá uma estratificação do ar fazendo com que os movimentos turbulentos próximos à superfície modifiquem sua configuração.

Para MASCARÓ (1996), as cidades apresentam formas complexas de respostas aos ventos. Os ventos podem mudar a configuração do domo climático de

uma cidade. Com a ocorrência de ventos regionais o domo climático pode mudar sua conformação, alongá-la em forma de pluma, atingindo a região a sotavento da estrutura urbana, conforme se pode ver na figura nº. 1 abaixo.

Para MASCARÓ (1996), a ação do vento é sentida pelas pessoas como força e como velocidade na medida em que aumenta a taxa de troca de calor com o exterior. O conforto térmico para o pedestre também pode ser verificado. Tomando como base a velocidade média em 10 minutos a 2 m do chão, determinou-se que em uma velocidade de 5m/s inicia-se o desconforto para o pedestre e chegando a 20 m/s considera-se perigoso para pessoas frágeis. MASCARÓ (1996), enfatiza ainda que o deslocamento do ar regula a sensação térmica, pois estimula a evapotranspiração e as perdas de calor por convecção.

A ação do vento nas cidades está ligada à rugosidade de cada conformação arquitetônica, podendo interferir em seu fluxo, diferenciando as variadas formas de ocupação do solo urbano.

A rugosidade típica de um terreno pode ser estimada através de medições feitas em campo. Para MASCARÓ (1996), verifica-se que 3% é o valor da dimensão média dos obstáculos na superfície da terra. Em local de mar aberto e deserto o valor da largura da rugosidade pode chegar a 0,001 metros e para centros urbanos 3,00 metros.

O vento também pode ter a função de transporte da poluição do ar que afeta as cidades com grandes números de indústrias e também as cidades vizinhas.

2.4. TRANSPIRAÇÃO

Para AYOADE (2000) a evaporação é um termo utilizado para descrever a perda de água das superfícies aquáticas ou de um solo nu. Já a evapotranspiração é usada para descrever a perda de água das superfícies com vegetação, onde a transpiração é de fundamental importância, ou melhor, a evapotranspiração é simplesmente um processo combinado de evaporação e transpiração.

A evaporação é um fenômeno físico de mudança da fase líquida da água para vapor, presente em condições naturais. Esse fenômeno é de grande importância em

seu aspecto quantitativo, devido ao grande volume de água que deixa seu recipiente original, podendo ser o solo ou uma superfície livre d'água, (OMETO, 1981).

A transpiração é um processo complexo, pois depende das características de cada planta. MOTA (1989) relaciona a transpiração com os estômatos existentes nas folhas das plantas. Segundo o autor, algumas plantas, principalmente os capins, têm aproximadamente igual número de estômatos em cada face da folha. As folhas largas de árvores quase não têm estômatos na face superior. O número de estômatos pode chegar a 20 000 por cm^2 . A abertura e o fechamento desses poros e por consequência a transpiração, são controlados pelas células guardas. Durante o dia as células guardas, em uma folha bem provida de umidade, se intumescem e se separam (abertura dos estômatos). Este movimento expõe o interior úmido da planta à atmosfera exterior mais seca. À noite os estômatos normalmente se fecham.

2.4.1. Evapotranspiração Potencial e Real

Se houver sempre umidade disponível na superfície onde ocorre evaporação (isto é, superfície não limitante), então a evapotranspiração ocorrerá na razão máxima possível para aquele ambiente, originando o conceito de evapotranspiração potencial.

Segundo MOTA (1989), a evapotranspiração de uma superfície parcialmente umedecida é gradativamente afetada pela natureza do solo, por isso é aconselhável primeiramente o caso em que o suprimento de água é ilimitado, a evapotranspiração potencial.

Para OMETO (1981), a evapotranspiração potencial é a quantidade de água máxima possível que a planta pode e deve utilizar. A condição de evapotranspiração potencial estabelece o nível ideal de relacionamento entre planta, solo e atmosfera, para surtir na planta a produção máxima possível.

AYOADE (2002) enfatiza que quase nunca há umidade disponível em quantidade suficiente na superfície, de modo que a evapotranspiração freqüentemente ocorre em taxas menores que as que se verificam caso houvesse sempre água disponível, dando origem à idéia de evapotranspiração real.

A dificuldade de se encontrar a perda real em água de uma superfície vegetada, seja por não possuir o equipamento, seja por falta de condições para a sua manipulação, ou por qualquer outra condição adversa em termos de prática diária,

leva a necessidade do conhecimento da evapotranspiração potencial que relaciona parâmetros meteorológicos que podem ser medidos em postos agrometeorológicos, (OMETO, 1981).

O conhecimento da evapotranspiração é de grande importância para evitar o desperdício das limitadas reservas de águas subterrâneas, e ainda racionalizar gastos de energia elétrica, minimizando custos de produção.

A evapotranspiração está relacionada diretamente com a morfologia das plantas e também com o comportamento das variáveis meteorológicas, como a radiação líquida e o vento.

Em um estudo microclimático a evapotranspiração desempenha um papel muito importante em relação ao desprendimento de umidade para a atmosfera, diferenciando-se das áreas de grandes densidades construídas que terão apenas a componente da evaporação.

2.5. ESPALHAMENTO E ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR

Considerando uma atmosfera “limpa”, sem a presença de nuvens e aerossóis, a radiação solar teria um espalhamento feito pelas moléculas que constituem o ar atmosférico (espalhamento molecular). Esse espalhamento é inversamente proporcional à quarta potência do comprimento de onda, conforme a teoria de Rayleigh. Ou seja, o espalhamento proporcionado pela atmosfera terrestre é tanto maior quanto menor for o comprimento de onda da radiação, (VEANELLO & ALVES, 2000).

Essa teoria, segundo os autores, é válida apenas em situações de atmosfera com partículas menores, de raio $r < 0,1$. Para partículas maiores deve-se levar em conta a teoria de Mie, a qual incrementa que todos os comprimentos de onda são substancialmente espalhados. Em tal situação, o céu se torna menos azul e, eventualmente, pode tornar-se branco quando um número significativo de grandes partículas está presente, como no caso de uma nuvem constituída de partículas de água ou partículas de gelo.

Essa situação demonstra que para se encontrar dias com o menor espalhamento da radiação solar deve-se ter um céu limpo (azul), sem presença de partículas que possam espalhar os raios do sol.

O espalhamento atmosférico da radiação solar é uma função contínua do comprimento de onda, já a absorção, por outro lado, é, em geral, seletiva, sendo o vapor d'água, o ozônio e o gás carbônico, os principais agentes absorvedores. Dentre eles, o ozônio atua, principalmente, na região ultravioleta e os dois outros atuam na faixa infravermelha do espectro. Além desses gases, outros elementos também atuam na absorção da energia solar, como: CH_4 , N_2O , O_2 , poeiras, bruma, fuligem, gotículas, e nuvens e outros, (VEANELLO & ALVES, 2000).

Segundo AYOADE (2002), a atmosfera pode absorver, refletir, difundir e reirradiar a energia solar. Cerca de 18 % da insolação é absorvida diretamente pelo ozônio e pelo vapor d'água. O ozônio absorve toda a radiação ultravioleta abaixo de $0,29\text{ }\mu\text{m}$. A absorção da radiação pelo vapor d'água atinge o nível mais alto entre $0,9\text{ }\mu\text{m}$ e $2,1\text{ }\mu\text{m}$. O CO_2 absorve radiação com comprimentos de onda maiores que $4\text{ }\mu\text{m}$. Em média, aproximadamente 25% da radiação solar que atinge a Terra, é refletida de volta ao espaço pelas nuvens.

A atmosfera é praticamente transparente à radiação solar e praticamente opaca à radiação terrestre. Esse fator desencadeia o efeito denominado EFEITO ESTUFA, em que o comportamento da atmosfera se assemelha ao de um vidro cobrindo uma casa de vegetação, o qual permite a entrada da radiação solar, mas impede a saída da radiação emitida pelas plantas, (VEANELLO & ALVES, 2000).

As nuvens exercem fator importante no efeito estufa, mas também contribuem para refletir intensamente a radiação solar, e absorver, também, intensamente, a radiação emitida pela Terra, impedindo a ocorrência de grande aquecimento diurno, assim como a ocorrência de grande resfriamento noturno, (VEANELLO & ALVES, 2000).

2.6. BALANÇO DE ENERGIA RADIANTE DE ONDAS CURTAS

Parte do fluxo da radiação solar é difundida ao atravessar a atmosfera, devido aos seus constituintes fixos e variáveis. A essa parcela que sofre difusão pela atmosfera dá-se o nome de radiação difusa ou do céu (R_c), e à parcela que alcança diretamente a superfície do solo, de radiação direta (R_d). A radiação solar global (R_G) então pode ser entendida como a soma da radiação difusa com a radiação direta, (OMETO, 1981):

$$R_G = (R_c + R_d) \quad (1)$$

O balanço de energia da radiação global, também denominado Balanço de Radiação de Ondas Curtas (Boc), por estar na parcela do espectro da radiação solar global entre 220 a 4000 nanômetros, representa a parcela de radiação líquida disponível fornecida pela radiação solar, (OMETO, 1981):

$$Boc = (R_d + R_c) - (R_d + R_c) (r) \quad (2)$$

A parcela $(R_d + R_c) (r)$ representa a radiação solar, que é refletida pela superfície, onde (r) representa o albedo da superfície.

Para MOTA (1989), o albedo exprime a refletividade de um material, sendo sinônimo de coeficiente de reflexão, podendo expressar a quantidade de radiação visível refletida.

VIANELLO & ALVES (2000) adotaram a definição do albedo como sendo um coeficiente de reflexão da superfície para a radiação de ondas curtas (radiação solar). O albedo do solo varia com inúmeros fatores: coloração do solo, teor de umidade, tipo de cobertura e outros.

A variação do albedo também depende do período do dia, pois, segundo AYOADE (2002), os raios luminosos verticais produzem albedo menor que os raios oblíquos ou inclinados, com isso, o albedo de uma dada superfície é maior durante o nascer e o pôr-do-sol e baixo por volta do meio dia.

LOPES et al (2005), em seu estudo utilizando os parâmetros físicos albedo e temperatura, na identificação de áreas degradadas, mostra que a redução de áreas

vegetadas aumenta o albedo, que sob circunstâncias específicas, o aumento do albedo reduz a precipitação local, intensificando o processo de desertificação.

Segundo VEISSID (2002), o albedo é a fração da radiação solar incidente que é refletida de volta por um corpo. O albedo do planeta Terra é a fração entre a radiação refletida para o espaço exterior e a radiação solar incidente e, o seu valor, depende das condições de superfície e atmosférica. Os maiores valores são encontrados na situação de céu coberto por nuvens. A variabilidade do clima vem sendo estudada, através dos séculos, basicamente pelas variações do nível de insolação, temperatura, umidade e precipitação de água. Para o autor todos estes elementos estão relacionados diretamente com a variação do albedo.

Usando os dados experimentais de satélite do INPE, VEISSID (2002) concluiu que as imagens geográficas mensais do ano de 2000, mostraram os locais onde aconteceram os maiores desvios padrão do albedo planetário e, provavelmente, teve as maiores perturbações no clima.

O albedo, portanto, está relacionado diretamente com a conformação da superfície terrestre, que pode ser alterada conforme as ações do homem.

Um exemplo é a mudança do albedo na cidade de Manaus, medidos em 1999 e 2000, podendo ser um indício de desmatamento, conforme a figura de número 2.

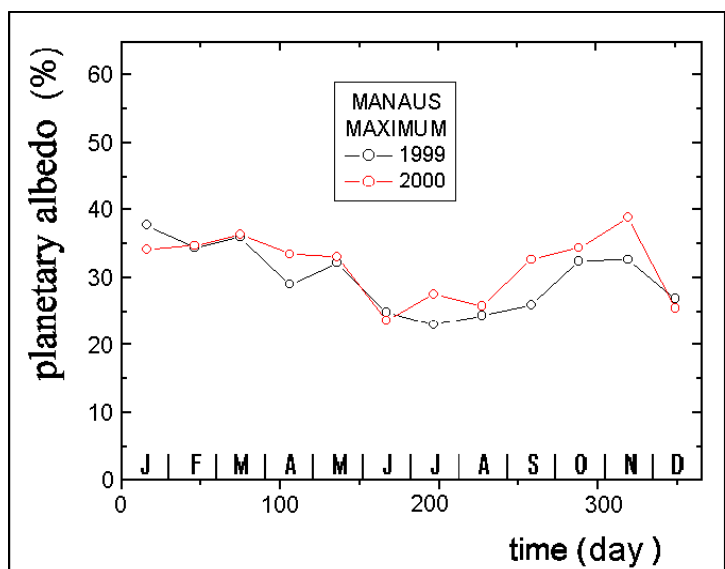


FIGURA 2 - Valores mensais máximos de albedo sobre Manaus

Fonte: VEISSID (2002)

O albedo nas cidades possui grande variedade, pois está relacionado diretamente com a textura dos materiais que compõe a morfologia urbana e também com a geometria urbana.

2.7. BALANÇO DE ENERGIA RADIANTE DE ONDAS LONGAS

Segundo OMETTO (1981), a radiação solar direta e difusa incidirá sobre a superfície do solo aquecendo-a. A superfície aquecida emitirá radiação obedecendo a lei de emissão eletromagnética (Lei de Stefan-Boltzmann: “A emissão radiante de um corpo é proporcional à quarta potência de temperatura absoluta do corpo”).

A emissão radiante da superfície do solo (E_s) se realiza, segundo OMETTO (1981), obedecendo à expressão:

$$E_s = \varepsilon \sigma T_s^4 \quad (3)$$

Onde:

ε = Emissividade (é a relação que existe entre a emissão do corpo considerado

e a do corpo negro) $\varepsilon = \frac{E_c}{E_{cn}}$.

σ = Constante de Stefan-Boltzman = $0,827 \cdot 10^{-10} \text{ cal.cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-4}$

T_s = Temperatura da superfície do solo em graus Kelvin.

AYOADE (2002) caracteriza a variável ε como sendo a emissividade infravermelha, e a capacidade de emissão de um corpo negro é 1,0. Essa capacidade de emissão infravermelha é equivalente à capacidade de absorção infravermelha, isto é: $(1 - r)$, onde r é o albedo infravermelho.

Com isso, fica claro que nas áreas urbanas, a emissão e a absorção infravermelha estão ligadas diretamente aos materiais formadores do espaço urbano (aço, concreto, asfalto, vegetação, madeira, etc.).

Se a superfície urbana for formada por materiais de valores de albedo reduzido, a absorção da energia radiante será maior e consequentemente, a emissão do corpo também atingirá valores maiores.

A radiação de onda longa emitida pela superfície, com o comprimento de onda dentro dos limites de 4.000 e 130.000 nanômetros, é fortemente absorvida pelos aerossóis, CO₂ e principalmente o vapor d'água atmosférico, (OMETO, 1981).

Para VIANELLO & ALVES (2000), o balanço de radiação em uma determinada superfície é a contabilização líquida entre toda a energia radiante recebida e perdida por uma superfície.

O balanço de ondas longas, B_{ol}, pode ser expressado pela diferença entre a radiação atmosférica (ondas longas) que atinge uma superfície, R_a, e a radiação de onda longa emitidas pela mesma superfície, R_s, (VIANELO & ALVES, 2000).

$$B_{ol} = (R_a - R_s) \quad (4)$$

O balanço de energia de ondas longas está relacionado com as propriedades do material em absorver e emitir radiação. Quanto maior for a capacidade do corpo em dissipar essa energia, menor será o saldo de radiação na superfície. Esse é um fator muito importante para as cidades que experimentam altas temperaturas no período noturno, pois o estoque de radiação nesse período nos centros urbanos é maior que nas áreas rurais. E se a malha urbana encontrar dificuldades em dissipar a energia acumulada, a cidade permanecerá com temperaturas mais elevadas por maior tempo.

2.8. BALANÇO DE RADIAÇÃO GLOBAL DURANTE O DIA

Durante o dia uma superfície receberá a radiação direta (R_d), a radiação difusa ou do céu (R_c), bem como a emissão da radiação atmosférica de ondas longas (E_a). Essa mesma superfície refletirá parte da energia recebida através do albedo (R), e também emitirá a energia de onda longa (E_s) absorvida conforme o seu albedo, (OMETO, 1981).

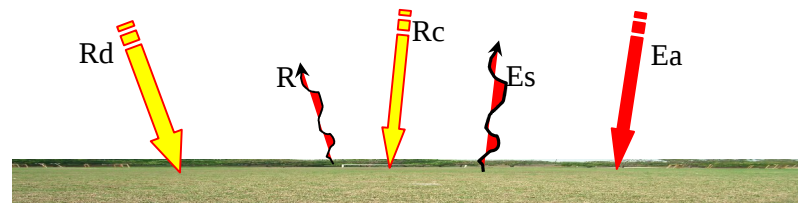


FIGURA 3 - Esquema do balanço de radiação global durante o dia
Fonte: Adaptação do trabalho do OMETO (1981)

Durante o dia a radiação líquida disponível em uma superfície é a diferença entre o balanço de ondas curtas (Boc), consequência da radiação solar que alcança o sistema, com o balanço de ondas longas (Bol). Como durante o dia o balanço de ondas curtas é superior ao de ondas longas, remete-se a um valor de radiação líquida disponível, $RL_{(d)}$, positivo.

$$RL_{(d)} = Boc - Bol \quad (5)$$

Portando, durante o período do dia em que uma superfície está recebendo radiação de ondas curtas, existirá um saldo de radiação líquida disponível nessa mesma superfície.

2.9. BALANÇO DE RADIAÇÃO GLOBAL DURANTE A NOITE

Durante a noite não existirá a parcela de radiação de ondas curtas, direta e difusa, existindo apenas a parcela da emissão da radiação de ondas longas absorvida durante o dia pela superfície (E_s) e a parcela de energia de ondas longas emitida pela atmosfera, (E_a).



FIGURA 4 - Esquema do balanço de radiação global durante a noite
Fonte: Adaptação do trabalho do OMETO (1981)

A radiação líquida existente em uma superfície durante a noite, pode ser expressa pelo balanço de ondas longas, já que não existe a radiação de ondas curtas nesse período:

$$RL_{(n)} = Bol \quad (6)$$

2.10. BALANÇO DE ENERGIA E O CLIMA URBANO

Para SOUZA (1996), o balanço de energia pode ser definido simplificadaamente no resultado do intercâmbio de radiações entre Terra, Sol e o ar, representando a diferença entre as radiações recebidas pela superfície terrestre e aquela devolvida ao espaço, após as interações térmicas entre as superfícies e o ar. Essas interações podem ser complexas a partir do momento em que ocorrem as interferências da ação humana.

A radiação solar é vista por SOUZA (1996) como sendo o componente de valor mais elevado no balanço de energia. Segundo a autora, as superfícies ganham calor por radiação solar durante o dia e perdem por ondas longas, num fluxo variado durante o dia e a noite. Parte dessa radiação é refletida conforme a textura do receptor das ondas curtas (albedo), e outra é absorvida. Da radiação absorvida pela superfície, parte da energia é usada como calor latente na evaporação da água, reduzindo a elevação da sua temperatura e, outra parte, é conduzida as suas camadas mais internas.

Para AYOADE (2000), o balanço de energia é um conceito que é muito utilizado na climatologia para relacionar o fluxo de radiação líquida à transferência de calor latente e calor sensível.

O calor latente de evaporação é definido por OMETO (1981) como sendo o calor utilizado na mudança de fase da água, da forma líquida para a gasosa. Essa mudança carrega consigo, para a atmosfera, a energia intrínseca necessária à evaporação, a qual foi subtraída do solo. Em dias de pouco vento o gradiente de umidade absoluta é bem definido, sendo decrescente com a altura. Em dias de maior agitação do ar a quebra do gradiente ocasionará uma maior homogeneização da umidade absoluta no perfil considerado.

O fluxo do calor latente também sofre modificações com a presença da turbulência do ar, principalmente próximo às camadas adjacentes à superfície, onde está estocada a resultante do balanço de energia diário.

Em cidades como Cuiabá, localizada em uma região de depressão entre os chapadões, a estratificação da umidade e conseqüentemente do calor latente é menor, pois o gradiente da umidade é bem definido pela ausência da movimentação do ar próximo as superfícies.

SOUZA (1996) alerta para as superfícies impermeáveis das cidades que fazem com que o escoamento da água seja acelerado, sem que se possa absorver a radiação solar e transformá-la em calor latente, elevando a temperatura do corpo receptor e do seu entorno.

A importância do calor latente pode ser muito bem notada nas cidades, principalmente naquelas de elevado rigor climático, pois para que a água troque de fase é necessário utilizar a energia estocada na malha urbana.

A mudança do estado sólido ou líquido para o estado gasoso, corresponde a um aumento da energia cinética das moléculas, exigindo por isso, para que ocorra com temperatura constante, o consumo de uma quantidade de energia que, por unidade de massa da substância, é o calor latente de evaporação. Ao mudar o estado no sentido contrário, existirá então uma liberação de uma quantidade de energia, OMETO (1981).

Segundo MOTA (1989), para a mudança da fase de um grama de água líquida a 20° C para forma de vapor são necessárias 585 calorias. Esse fato pode ser visto no estudo feito por MAITELLI (1994) na cidade de Cuiabá, mostrando que o fluxo de calor latente ou evapotranspiração, foram significativos em pesquisa, tendo em média 38% da radiação líquida utilizada no processo de evapotranspiração. Segundo a autora esse fato deve-se provavelmente, à vegetação dos quintais, à irrigação diária dos gramados e às chuvas caídas durante o experimento que influenciaram na participação de energia para o sistema.

O calor sensível também é um elemento muito importante em relação ao fluxo de calor de uma superfície para a atmosfera.

Segundo OMETTO (19981), o calor sensível pode ser definido como sendo o calor utilizado para o aquecimento do ar atmosférico feito pela radiação líquida disponível na superfície. Esse aquecimento é feito através de uma transferência

molecular de energia, ocorrendo em uma camada de espessura extremamente reduzida em contato com a superfície. Imediatamente acima dessa camada laminar, as moléculas do ar atmosférico, mais energéticas, tendem a se movimentarem no sentido vertical, em movimentos de baixa amplitude, provocando o que se chama de pseudo-condução ou difusão turbulenta (movimentos conectivos em pequena escala).

Segundo TUBELIS & NASCIMENTO (1992), quando o balanço de radiação da superfície do solo começa a ser positivo, o ar em contato com o solo começa a ser aquecido por condução. Esse ar aquecido expande-se, e ao elevar-se é substituído por ar de maior densidade. Esta convecção livre se pronuncia com o aumento do balanço positivo de radiação. Por esse processo, o ar vai sendo sucessivamente aquecido, sendo aquele junto do solo, o que aquece mais rápido e intensamente. Através desse processo, o ar como um todo, tem sua temperatura aumentada continuamente.

O calor sensível está ligado diretamente ao conforto dos pedestres nas grandes cidades, principalmente em regiões de temperaturas elevadas com pouca movimentação do ar e, conseqüentemente, sem homogeneização no perfil onde se encontra o pedestre.

OMETO (1981) consegue representar o balanço de energia global, para uma superfície de solo, durante o dia, separando as radiações que chegam e deixam a superfície estudada.

Para o autor as parcelas que chegam à superfície durante o dia são:

- a) Radiação solar em forma de ondas curtas, representada pela radiação direta e difusa, ou do céu ($R_d + R_c$);
- b) Reemissão da atmosfera aquecida pela emissão da superfície (R_a).

As parcelas que deixam a superfície durante o dia são:

- a) Radiação devolvida para o espaço devido ao albedo (A);
- b) Emissão do solo aquecido em forma de onda longa para a atmosfera (R_t);
- c) Energia transferida para a evaporação através do calor latente (E);
- d) Energia transferida da superfície para as camadas mais profundas por condução de calor no solo (C);

e) Energia transferida da superfície para as camadas de ar adjacente a ela, na direção da atmosfera (S), sendo essa energia transferida por difusão turbulenta.

Com isso chega-se a seguinte proposição feita por OMETO (1981):

$$(R_c + R_d + R_a) = (A + R_t + E + S + C) \quad (7)$$

Observa-se que o calor latente e o sensível atuam na parcela dissipativa da equação, ou seja, aquela que retira a energia acumulada em uma superfície. Isso mostra a importância dos estudos de climatologia que envolvem a umidade e a temperatura do ar nas grandes cidades.

Outro aspecto importante está no albedo que também atua na redução da energia estocada na malha urbana. Esse fator pode ser trabalhado pela tecnologia das construções, na escolha de materiais com cores que cheguem a um albedo de maior valor. Entretanto, ambientes que possuem a presença de pedestres, como calçamentos, podem levar a um desconforto pela reflexão de ondas curtas feita por materiais de cores mais claras como o concreto.

A marcha do balanço de energia em uma superfície durante o dia pode ser entendida melhor observando a figura de número 5 abaixo:

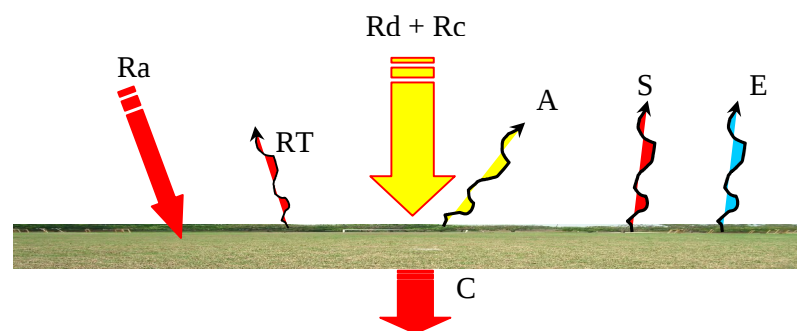


FIGURA 5 - Balanço de energia na superfície do solo durante o dia
Fonte: Adaptação do trabalho do OMETO (1981)

AYOADE (2000) ao apresentar o balanço de energia da Terra faz referência a advecção horizontal total de valores pelas correntes (Δf) e também a energia usada para a fotossíntese.

A quantidade usada para a fotossíntese é muito pequena, (cerca de 5% da radiação líquida) e sobre as superfícies continentais. A advecção horizontal é desprezível por ser muito pequena, podendo então, segundo o autor, negligenciar as duas variáveis no balanço de energia para superfícies continentais.

O balanço de energia em uma superfície durante a noite terá um fluxo negativo, pois nesse período a superfície não receberá a parcela de radiação de ondas curtas (radiação direta e difusa), com isso a superfície perderá a energia que foi estocada durante o período diurno.

Quando o balanço de radiação torna-se negativo, estabelece-se um fluxo de calor por condução do ar para a superfície. Este fluxo passa a resfriar o ar, iniciando pelas camadas adjacentes. Pelo aumento de densidade através do resfriamento, as diversas camadas tendem a se acamar. O processo se intensifica continuamente no correr da noite até a nova inversão no balanço de radiação, quando a temperatura do ar adjacente ao solo é mínima. A temperatura mínima atrasa-se para as camadas mais afastadas da superfície do solo, (TUBELIS & NASCIMENTO, 1992).

Para OMETO (1981), a parcela de energia que deixará a superfície durante a noite pode ser expressa apenas pela emissão de ondas longas da superfície do solo (R_t). Já a parcela que chegará à superfície, será composta pelas seguintes variáveis:

- a) Radiação emitida pela atmosfera aquecida (R_a);
- b) Calor latente de condensação (E), devido a menor temperatura da superfície, em relação ao vapor de água das camadas de ar adjacente ao solo;
- c) Energia transferida por condução da camada de ar adjacente ao solo mais aquecida (S);
- d) Energia transferida através da condução de calor das camadas mais profundas e aquecidas em relação a superfície (C).

A parcela de energia que incide sobre a superfície é menor que a parcela dissipada durante o período noturno, tornado o balanço de energia negativo.

A marcha do balanço de energia em uma superfície durante a noite pode ser entendida melhor observando a figura de número 6 abaixo:

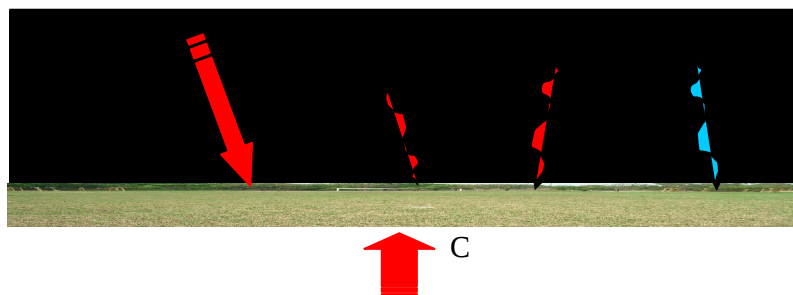


FIGURA 6 - Balanço de energia na superfície do solo durante a noite
Fonte: Adaptação do trabalho do OMETO (1981)

No período noturno, sem a presença da radiação direta, todas as áreas da malha urbana se encontram em iguais condições de recepção de radiação de ondas curtas. Nesse período pôde ser evidenciado a relação da interação das diferentes características morfológicas da área urbana com o microclima gerado, desde que não exista a presença de movimentação de ar que possa fazer uma estratificação, diferenciando os observados.

Para BARBIRATO (1999), as cidades são umas das poucas superfícies que permanecem sem análise satisfatória de balanço de energia, devido ao grande número de fenômenos envolvidos em cada termo da equação do balanço e a dificuldade de sua precisa quantificação.

2.11. A DENSIDADE CONSTRUÍDA E O CLIMA URBANO

DUARTE & SERRA (2003) afirmam que diferentes densidades construídas na cidade afetam os microclimas, e pelo seu efeito cumulativo, determinam a modificação do clima regional pela urbanização, podendo muitas vezes substituir o fator “população” pela “densidade construída” para se estudar os fenômenos climáticos urbanos. Essa substituição deve-se ao fato de que, segundo a autora, a densidade construída possui maior relação causal com o aquecimento urbano.

A densidade construída pode afetar a recepção e dissipação da energia que chega e que sai respectivamente das áreas urbanas.

SOUZA (1996) afirma que a quantidade de radiação solar varia conforme a altura das edificações nas áreas urbanas. Isso se deve ao fato de que quanto mais altas e compactas são as edificações, menor o acesso do entorno à radiação solar.

Além disso, pode haver uma redução do acesso solar provocado pela emissão de poluentes em áreas urbanas.

A geometria urbana afeta diretamente o balanço de energia global nas áreas urbanas. Tanto o balanço de ondas curtas como o de ondas longas podem ser influenciados pela geometria urbana, e com isso existirá também novas conformações do clima urbano.

A influência da conformação urbana no clima urbano é bem evidenciado no estudo feito por SOUZA (1996) que procura relacionar o aumento da temperatura urbana com a geometria das superfícies que compõe o ambiente físico urbano, entretanto, não se pode negar também as tendências políticas, sociais, técnicas ou materiais, refletidas pelo tecido urbano.

Para evidenciar a importância da forma geométrica de uma superfície e de um conjunto de superfícies SOUZA (1996) direciona as atenções para a abóbada celeste.

Segundo a autora, a abóbada celeste é um fator primordial no balanço de energia, pois como o céu apresenta, normalmente, temperaturas mais baixas do que a superfície terrestre, receberá as radiações de ondas longas emitidas pelo solo terrestre, que conseqüentemente perderá calor, diminuindo a sua temperatura. Por isso, a capacidade de resfriamento das superfícies urbanas está relacionada à obstrução do seu horizonte e, conseqüentemente, à sua geometria.

Esse tipo de estudo é de grande importância para fornecer informações para o planejamento urbano, principalmente nos centros urbanos que tendem a verticalizar as edificações pela falta de espaços, podendo assim dificultar a passagem da radiação de ondas longas acumuladas em suas vias, já que essa passagem da energia para a atmosfera estará obstruída pelas edificações.

A relação geométrica entre as superfícies constitui-se em um parâmetro adimensional chamado de “fator de visão, fator configurado ou ainda fator angular” e, pode ser utilizado para relacionar a geometria urbano com o microclima urbano.

Em termos geométricos, qualquer edificação, elemento ou equipamento urbano pertencente ao plano do observador, representa uma obstrução à abóbada celeste e o “fator de visão do céu” é um parâmetro utilizado para determiná-la, SOUZA (1996).

Para a determinação do “fator visão do céu” poderão ser usados processos analíticos (matemáticos), por fotografia, por processamento de imagens, por

diagramas ou por gráficos. Para a utilização dos processos analíticos, diagramas e de gráficos, é necessária uma base de dados angulares relativos às edificações existentes no entorno urbano, sendo esta, uma das problemáticas mais constantes neste tipo de pesquisa. No caso de fotografias e processamento de imagens, as dificuldades estão na aquisição dos equipamentos sofisticados, devendo-se contar com uma câmara, com possibilidade de nela ser acoplada uma lente tipo “olho de peixe”, além de, no caso do processamento de imagem, serem necessários recursos computacionais apropriados.

O fator de visão do céu (FVC) (sky view factor – SVF) tem grande relevância nas pesquisas de climatologias americanas e européias, tornando-se como um dos condicionantes principais na constituição de microclimas da camada intra-urbana. No entanto, em grande parte das cidades brasileiras (em especial nas de pequeno e médio porte), o FVC é, em geral, elevado e assim essa variável tem sua importância reduzida em detrimento, por exemplo, da proporção de vegetação presente na área, (FARIA & MENDES, 2004).

Além da influência do fator geométrico do solo urbano, as propriedades dos materiais que os compões também são de grande importância no que se diz respeito a absorção, reflexão e dissipação da energia radiante incidente na malha urbana.

A cidade tem sua massa edificada construída por materiais com diferentes propriedades radioativas, que influenciam – junto com a vegetação e as superfícies pavimentadas ou não – na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para sua atmosfera, expressas, principalmente, pelo albedo, pela absortância e pela emitância. A refletância de radiação de onda curta pela edificação depende tanto do albedo das superfícies refletivas, como da sua geometria urbana, sendo um dos principais efeitos da morfologia dos conjuntos arquitetônicos, a redução do albedo das superfícies verticais em relação ao das horizontais, produzindo albedos urbanos médios de 15%, menos que os da área rural, exceto os da florestas, (MASCARÓ, 1996).

TABELA 1- Albedo e Emitância de variadas superfícies

SUPERFÍCIE	α Albedo (radiação solar) (%)	ϵ Emitância (onda larga) (%)
1 - RUAS asfalto	5 - 20	95
2 - PAREDES concreto	10 - 35	71 - 90
tijolo	20 - 40	90 - 92
pedra	20 - 35	85 - 95
madeira	40	90
3 - COBERTURAS betumen e cascalho	8 - 18	92
telhas	10 - 35	90
ardósia	10	90
chapa metálica	10-16	13 - 28
4 - JANELAS vidro comum		
- altura do sol - 40°	8	87 - 94
- altura do sol + 40°	9 - 52	87 - 92
5 - PINTURAS brancas, claras	50 - 90	85 - 95
vermelha, marrom, verde	20 - 35	85 - 95
preto	2 - 15	90 - 98
6 - ÁREAS URBANAS variação	10 - 27	85 - 95
média	15	-
7 - OUTRAS terra preta úmida	8 - 9	-
terra preta seca	12 - 25	-
areia seca	18 - 30	-
erva seca	32	-
deserto	24 - 28	-
campos verdes	3 - 15	-
bosques escuros	5	-
pinha	20 - 29	-
tijolos (segundo sua cor)	23 - 48	90 - 92

Fonte: MASCARÓ, 1996.

Os diversos tipos de materiais utilizados para a pavimentação das superfícies urbanas possuem grande influência no acúmulo de energia radiante nas cidades. Essa absorção dependerá das características do material utilizado na pavimentação, como condutividade térmica e cor (albedo), conforme tabela 1.

A influência do tratamento superficial dos pavimentos nos microclimas urbanos foi estudada por DUARTE (2002) na cidade de Cuiabá, que apresentou uma série de medições de temperatura superficial sobre diferentes tipos de pavimentos ao sol e à sombra. A autora chegou à conclusão de que sob a incidência de radiação solar direta o asfalto chegou aos 47° C no horário mais crítico, e o pavimento de concreto, um pouco mais claro, chegou aos 45° C às 15h. Sob as mesmas condições de exposição, as superfícies naturais em terra e grama úmida a pesquisa constatou uma temperatura de aproximadamente 32° C.

A morfologia da superfície urbana interfere diretamente no escoamento superficial das precipitações, podendo causar sérios problemas para a população de alguns bairros com deficiência na coleta de águas pluviais, além de diminuir a dissipação do calor pela evaporação da água acumulada na malha urbana.

Conforme PRUSKI et al (2003), com o aumento da intensidade, a duração e a área de abrangência da precipitação, (a principal forma de entrada de água no ciclo hidrológico) o escoamento superficial tende a crescer.

A cobertura e os tipos de uso do solo, além de seus efeitos sobre as condições de infiltração da água no solo, exercem importante influência na interceptação da água advinda da precipitação. O escoamento diminui à medida que aumentam as áreas com cobertura vegetal (de maior rugosidade), e quanto maiores forem as áreas pavimentadas, maior e mais impactante será o escoamento superficial, (PRUSKI et al 2003).

Todo ciclo hidrológico da cidade está ligado ao escoamento superficial e quanto mais mudanças ocorrerem nas áreas urbanas, maiores serão as modificações no comportamento das precipitações e de todo o clima urbano.

DUARTE (2002) afirma a importância de um planejamento urbano adequado no que se diz respeito a especificação de pavimentos em espaços urbanos que podem melhorar ou agravar as condições microclimáticas desconfortáveis nas cidades.

2.12. A VEGETAÇÃO URBANA COMO AGENTE AMENIZADOR DO CLIMA URBANO

Segundo GOMES & SOARES (2003), até o século XIX, a vegetação nas cidades brasileiras não era considerada tão relevante, visto que a cidade aparecia como uma expressão oposta ao rural, valorizando o espaço urbano construído e afastando a imagem rural que compreendia os elementos da natureza. Para o autor esse fato estava ligado à situação de que os espaços urbanos não eram tão ocupados, nem apresentavam a maioria dos problemas que se fazem no presente.

As primeiras áreas destinadas ao verde, como as praças, surgem ainda no século XVIII e alcançam números mais expressivos no decorrer do século XIX. No Brasil, por volta de 1850, existiam cidades que se destacavam pela quantidade expressiva do verde no seu interior, como é o caso de Teresina PI e Aracaju SE

(primeira cidade planejada do país). Essas cidades nordestinas eram cobertas principalmente por um verde nativo e ainda sem um planejamento específico, (GOMES & SOARES 2003).

Com o enriquecimento de algumas cidades, com as plantações de café, especialmente no estado de São Paulo, deu-se início no século XX ao surgimento de grandes números de jardins nas cidades. Assim como nas antigas cidades européias, os primeiros jardins públicos brasileiros instalaram-se nas bordas das cidades e em terras em condições topográficas que desfavoreciam o arruamento ou as construções, refletindo com isso na falta de um planejamento adequado para as áreas verdes, (GOMES & SOARES 2003).

Vale salientar que mesmo atualmente, o planejamento urbano não coloca em primeiro plano as áreas verdes, isso devido ao fato de que o interesse comercial se sobrepõe às necessidades ambientais da cidade. DUARTE (1997), afirma que o traçado urbano prioriza as edificações, e as áreas verdes ficam restritas a locais de dimensões reduzidas e formas irregulares, justamente as sobras dos espaços construídos, o que faz com que a distribuição das áreas verdes nem sempre estejam de acordo com as necessidades da população que necessita de lazer e conforto térmico.

Para DUARTE (1997), muitas são as funções da vegetação em espaços urbanos; principalmente em casos de cidades como Cuiabá, de clima rigoroso, com altas temperaturas ao longo de todo o ano, a amenidade climática se constitui como um dos principais benefícios que a vegetação urbana pode promover para a cidade.

“Um recurso eficiente contra o calor é o uso da vegetação, a qual, além de oferecer sombreamento, permite a passagem da brisa local e absorve de maneira eficaz a radiação de onda longa sobre suas folhas refrescadas pela evaporação. A arborização substitui com vantagem, qualquer sistema de sombreamento, sendo recomendado seu uso em microclimas secos (próprios da cidade seca e compacta), já que nos microclimas úmidos aumentam a temperatura úmida do recinto e a necessidade de ventilação dos ambientes. Os parques urbanos produzem diferença de temperatura local, fator diretamente relacionado com o seu tamanho.” (MASCARÓ, 1996)

Para MASCARÓ (1996), a vegetação interfere na radiação solar, vento e umidade do ar. Em grupos arbóreos a temperatura do ar pode chegar a ser 3° C a

4° C menor que em áreas expostas à radiação solar, variando conforme a estratificação do ar e o porte da vegetação, que se for formada por espécies de copas em alturas diferentes a absorção da radiação solar será ampliada e o conforto térmico gerado será maior. Esse controle da radiação solar, e o aumento da umidade do ar reduzem a diferença térmica sob a vegetação.

Através de um estudo microclimáticas de dois espaços públicos na Cidade de Bauru –SP, FONTES & DELBIN (2001), revela que medidas simples, como a utilização do potencial da vegetação, em agrupamentos arbóreos, pode contribuir para mitigar condições adversas climáticas, como a forte incidência da radiação solar, além de criar espaços públicos mais agradáveis ao convívio do Homem promovendo também uma intensificação dos seus usos, seja para o lazer ativo e ou contemplativo.

PIETROBON (1999) ressalta a importância da vegetação no controle da radiação direta; nas barreiras, a perda de calor noturno por radiação (regiões frias); na redução da evaporação e temperatura do solo coberto; proteção contra o vento; auxilia no ciclo hidrológico através da precipitação e umidade; aumento da infiltração e diminuição do escoamento superficial; reduz a poluição sonora; define formalmente a composição arquitetônica, além de algumas espécies produzirem frutos comestíveis.

A vegetação também pode ter um papel muito importante em relação a desestruturação do solo urbano. MASCARÓ (1996) afirma que a incidência da precipitação sobre o solo é minimizada em áreas arborizadas, além de alterar a concentração da umidade atmosférica nessas áreas e nas superfícies adjacentes. Esse fato segundo a autora, está relacionado a maior evapotranspiração das áreas verdes urbanas.

A vegetação terá papel fundamental na absorção das radiações de ondas curtas do sol, o que pode amenizar muito o rigor climático de uma determinada região.

Esse fato é bem elucidado por MASCARÓ (1996), ao afirmar que a vegetação tem a propriedade de transformar a radiação solar de onda curta do sol que incide nas folhas e é parcialmente transmitida como radiação difusa, devido ao fato de que a folha não é opaca a essa radiação solar.

Para a autora, as folhas também refletem a radiação solar (radiação difusa) principalmente em espécies que possuem folhas brilhantes.

Segundo MASCARÓ (1996), a radiação que a planta absorve é parte transformada em calor físico e parte em energia química. O albedo da superfície foliar chega a cerca de 30% da superfície total. Apenas 20% do fluxo incidente sobre a cobertura vegetal atinge o solo e cerca de 46% da radiação solar transmitida sobre a vegetação é difusa.

Para MASCARÓ (1996), a influência da vegetação nas características climáticas do ambiente construído dependerá das características de cada espécie, pois cada uma terá obstrução (bloqueio de radiação), e a filtragem (interceptação parcial da radiação).

Para mostrar as diferentes eficiências na qualidade térmica de sombreamento MARTINS (2001) avaliou o comportamento da sombra ao longo do dia, das seguintes espécies: *Pera glabrata* Baill. (Sapateiro), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba), *Platycyamus regnellii* Benth. (Pau pereira), *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico) e *Enterolobium contortisiliquum* Morong (Orelha de Preto) chegando à conclusão de que a melhor qualidade térmica de sombreamento ao longo do ano, com uma redução na carga térmica radiante foi a *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico), e com uma resposta menos favorável a espécie *Pera glabrata* Baill.(Sapateiro).

BUENO-BARTHOLOMEI *et al* (1997), desenvolveram um estudo comparativo entre espécies de vegetação lenhosa, relacionando à qualidade térmica de sombreamento em área urbana . Nesse estudo foram analisadas as espécies: Cássia Carnaval (*Senna spectabilis* var. *exelsa*), Chuva-de-ouro (*Cássia fistulada*) e Escova-de-garrafa, chegando a conclusão de que as espécies Cássia Carnaval e Chuva-de-ouro, com copas mais densas e folhas mais largas, tiveram melhores condições de conforto térmico.

DUARTE (1997) ressalta a importância das comunidades de planta nativas. Segundo a autora uma boa escolha das espécies seria selecionar árvores cujo ambiente nativo seja rigoroso, similar ao ambiente agressivo de uma cidade.

Segundo ALMEIDA JÚNIOR *et al.* (2005), o sombreamento é uma das funções mais importantes da arborização no meio ambiente, principalmente em locais de clima tropical (durante o ano todo) e subtropical (na estação quente).

A influência climática da vegetação na melhoria do conforto ambiental para habitações em Cuiabá foi estudada por ALMEIDA JÚNIOR *et al* (2005), chegando à conclusão de que a área sombreada por árvore, apresenta redução de temperatura comparando-se à área não arborizada. Constatou-se ainda que o Oiti é uma espécie arbórea apropriada para o clima da cidade de Cuiabá.

DUARTE (1997) enfatiza a importância dos parques urbanos na cidade de Cuiabá, onde acontece um êxodo urbano para a Chapada dos Guimarães em busca de lazer com conforto térmico. Por isso, segundo a autora, os parques urbanos como o Morro da Luz, o Horto florestal e o Mãe Bonifácia podem funcionar como verdadeiras ilhas de amenização climática.

Um dos principais entraves para a consolidação de uma área verde nas cidades são as agressões causadas pelo clima urbano na vegetação.

Para DUARTE (1997), muitas vezes a vegetação é exposta a condições desfavoráveis: muita ou pouca água, temperatura muito elevadas ou muito baixas, atmosfera, água e solo contaminados; pragas e doenças. Além disso, a autora enfatiza que as calçadas não oferecem condições ideais para o desenvolvimento de uma planta, sem espaço adequado e sem nutrientes e água necessários.

A implantação de uma área verde urbana implica também em se ter um mantenedor de todo o processo, pois as leis existem para constituírem as áreas verdes, mas os recursos para a sua manutenção, são muitas vezes esquecidos antes de sua implantação.

Para DUARTE (1997), na implantação de uma área verde urbana deve-se ter alguns requisitos básicos como:

- a) Existir um horto que produza e bem as mudas necessárias;
- b) Plantios de mudas nas margens dos rios e córregos, nos quintais remanescentes para criação de jardins internos às quadras (especificamente para Cuiabá) e nas avenidas e seus canteiros;
- c) Plantio de árvores de copas altas e largas, por proporcionar sombra e permitir a ventilação ao nível do corpo;
- d) Utilização de espécies variadas para se ter sombra durante o ano todo, uma vez que a queda das folhas acontece em períodos diferentes em função da espécie;

e) Levantamento das áreas públicas ainda desocupadas, e com a viabilidade para a criação de áreas verdes, possibilitando não somente conforto ambiental aos habitantes da cidade, como também, evitando invasões de terras urbanas.

FONTES & GASPARINI JÚNIOR (2003), ao realizarem um estudo microclimático na cidade de Bauru – SP, utilizando como metodologia a APO (Avaliação Pós-Ocupacional), constataram que, a arborização através de artifícios como o sombreamento, cria microclimas diferenciados, influenciando ativamente na quantidade de uso dessas áreas.

Segundo GOMES & SOARES (2003), medidas como a arborização de vias públicas, praças, vazios urbanos destinados à área verde, encosta e fundos de vale, principalmente com espécies nativas, podem contribuir significativamente na amenização do clima urbano melhorando a qualidade de vida humana. Entretanto, a preocupação com a preservação do verde nos espaços públicos, deve ser uma constante para todos os cidadãos, poder público e profissionais da área, no sentido de se melhorar a qualidade de vida ambiental urbana com um padrão mínimo de vida humana.

2.13. ILHAS DE CALOR

Para SOUZA (1996), a *ilha de calor* configura-se como um fenômeno decorrente do balanço de energia no espaço urbano, caracterizando-se através do acúmulo de calor nas superfícies e conseqüentemente elevando a temperatura do ar.

Os diversos estudos existentes apontam segundo SOUZA (1996), que o maior desenvolvimento das *ilhas de calor*, verifica-se em noites claras e calmas (condições anticiclônicas), de 2 a 5 horas após o pôr-do-sol, quando o resfriamento das áreas periféricas e rurais é maior do que aquele ocorrido em áreas urbanas. Para condições de céu nublado e chuva e para o período diurno, a ilha é mais fraca. Após atingir o seu máximo, a intensidade da ilha decai, sendo eliminada quando ocorre a temperatura máxima, no dia seguinte.

Muitos fatores podem ser importantes no estudo da *ilha de calor*. Para MASCARÓ (1996), a forma e a posição da edificação são mais importantes que a distância percorrida pelo vento sobre a cidade ou do que a população que a ocupa, na determinação da ilha térmica urbana.

O crescimento da densidade demográfica urbana relaciona-se diretamente com a urbanização e consequentemente com o aumento da *ilha de calor*. Esse fato pôde ser constatado por MAITELLI (1994) na cidade de Cuiabá, com elevação de 0,073°C da temperatura média mínima por ano no período de 22 anos (1970 – 1992), período em que a cidade teve um elevado crescimento demográfico.

Esse estudo revelou ainda que a taxa de calor estocado foram significativas e o comportamento dos componentes do balanço de energia explicam aspectos da *ilha de calor* e do regime de umidade na cidade.

MAITELLI et al (1994) analisaram as variações de temperatura e umidade do ar na cidade de Cuiabá, na estação seca, através de transecto móvel, utilizando sensores acoplados a um automóvel. Nesse estudo chegou-se a diferenças térmicas de 2,5°C no período noturno.

Segundo MAITELLI (1994), a máxima intensidade da *ilha de calor* da cidade ocorre, em geral, em condições de céu claro e com vento calmo. A intensidade diminui e torna-se mínima sob condições de instabilidade do ar. A estocagem de energia é aumentada devido aos componentes do tecido urbano, o que contribui para manter o ar aquecido por mais tempo, enquanto que a remoção da vegetação e a redução de superfícies líquidas diminuem as taxas de evapotranspiração. Além disso, a poluição do ar e a introdução de calor pelas atividades da população contribuem para elevar a temperatura local, fazendo com que muitas cidades tenham diferenças superiores a 10°C entre áreas centrais e arredores.

O comportamento da *ilha de calor* é variável, conforme o perfil urbano. A intensidade da *ilha de calor*, isto é, o excesso de temperatura urbana, pode ser máxima sobre a superfície e quase nula a 300m de altura.

Utilizando a diferença entre as temperaturas do distrito comercial e da área suburbana de Cuiabá, MAITELLI (1994) constatou uma *ilha de calor* com valores médios de 3,8°C no horário das 20 horas na estação seca, com intensidade máxima de 5°C no período noturno e sob condições de tempo estável, céu limpo e com calmaria.

MAITELLI (1994) em seu estudo na cidade de Cuiabá durante o período diurno constatou que em média 22% da radiação líquida era estocada no tecido urbano e a sua liberação no período noturno constituía importante suporte da *ilha de calor*.

Durante o período diurno, as áreas rurais atingem as temperaturas máximas superiores aos encontrados nas áreas urbanas. Isso se deve ao fato de que a poluição e as grandes edificações dificultam a passagem da radiação direta do sol, diminuindo o saldo de radiação disponível no solo das cidades. Já no período noturno com a ausência da radiação direta a malha urbana formada por materiais com grande capacidade de armazenar calor começam a dissipar toda a energia acumulada com o balanço de energia positivo durante o dia, o que não acontece na área rural que recebeu grande quantidade de energia, mas seu acúmulo, foi inferior ao da cidade, por ser formada por vegetação e também pela estratificação feita pela ventilação de maior ocorrência, MASCARÓ (1996).

Com isso, as máximas temperaturas no período noturno nas cidades são superiores às encontradas nas áreas rurais e a umidade relativa do ar da área rural é superior ao das cidades, devido ao aumento da capacidade de absorção do vapor de água nas altas temperaturas da cidade e também pela evaporação do solo mais permeável e da transpiração das plantas, o que chamamos de evapotranspiração.

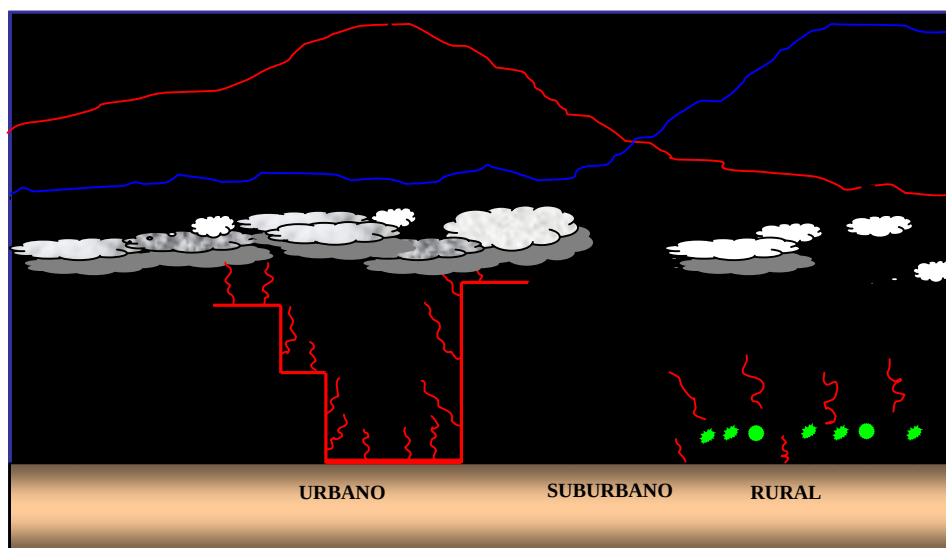


FIGURA 7 - Temperaturas e Umidade do ar após o pôr-do-sol em áreas urbanas e rurais.

SANCHES *et al* (2005), aplicando uma metodologia baseada em tansecto móvel no centro histórico de Cuiabá, em quatro dias seguidos do mês de dezembro de 2003 (estação chuvosa) e no mês de junho de 2004 (estação seca), em três horários diferentes, encontrou as menores temperaturas nas proximidades das áreas

verdes e das praças arborizadas dessa região, e maiores temperaturas, com taxas de umidade relativa baixas próximo de grandes avenidas e áreas pavimentadas, bem como de calçadas (sem nenhum tipo de cobertura vegetal).

Essa diferença térmica, segundo o autor, chegou a 2,3°C pela manhã, 4,9°C no período vespertino e 2°C no período noturno.

O estudo da *ilha de calor* se estende por toda a Terra. A preocupação com o aumento da temperatura do ar das cidades é constante nas pesquisas em diversos tipos de clima urbano.

SZYMANOWSKI (2003) estudou a estrutura espacial da *ilha de calor* em Wrocław, cidade do sudoeste polonês, com 640.000 habitantes distribuídos em 296 Km², com 31,4% de áreas construídas, 36,6% de áreas verdes urbanas, 28,9% de áreas de agricultura e 3,1% de superfície de água. Segundo o autor a configuração da *ilha de calor* na cidade é formada durante a noite com condições de pouco vento e poucas nuvens. Além disso, ocorreu a caracterização de multi-células de ilhas de calor, correspondendo diretamente com a arquitetura (layout) da cidade, com acréscimo de temperatura acompanhando o aumento das áreas construídas.

2.14. O MÉTODO DO TRANSECTO MÓVEL E A CLIMATOLOGIA URBANA

O método do transecto móvel é bastante realizado no estudo da climatologia urbana para verificar diferenças de variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e outros). Geralmente esse método é feito com o auxílio de automóveis e aparelhos portáteis, realizando medições pontuais e percorrendo assim uma extensa área urbana, possibilitando ainda uma correlação com as diferentes densidades construídas inseridas nos microclimas.

Através do método do transecto móvel pode-se realizar diversas verificações e correlações entre microclimas e também verificar precisões de estudos de *ilha de calor* com o auxílio de satélites.

SOUSA & BATISTA (2005), utilizaram o método do transecto na confecção de perfis térmicos para verificar a influência da resolução espacial na determinação das ilhas urbanas de calor em São Paulo, por meio de sensores ASTER e MODIS,

chegando à conclusão de que a resolução espacial é um fator de extrema importância na determinação das ilhas calor urbanas.

Um dos grandes benefícios de se utilizar o método do transecto móvel no estudo microclimático é a relação das diferentes conformações urbanas e seus microclimas nos diferentes períodos do dia.

FIALHO (2003), utilizando o método do transecto como experimento microclimático para estudar a relação entre os microclimas e o uso do solo na Ilha do Governador, observou que as áreas de maior gradiente térmico horizontal ao longo do transecto oscilaram nas partes extremas do dia, manhã (8 às 10 horas) e no período do entardecer até o anoitecer (17 às 20 horas).

FONTES & DELBIN (2001), utilizando o método de medidas móveis na cidade de Bauru – SP encontraram diferenças climáticas significativas entre dois espaços públicos, evidenciando temperaturas de até 3°C menor na área verde, em horário de maior aquecimento solar e em condições de tempo estável.

Para MAITELLI (1994), o método dos transecto móvel é de grande utilidade porque permite avaliar o comportamento médio da temperatura e umidade do ar de cada intervalo de percurso e cobrir grande parte da área urbana, garantindo a eficiência das medidas. Entretanto são necessários certos cuidados tais como, a duração do percurso, a velocidade do veículo, a proteção dos sensores contra radiação solar e a posição dos instrumentos no topo do carro, evitando a influência do motor e da estrutura nas mediadas.

Segundo MAITELLI (1994), é importante ter os cuidados para a seleção de locais com uso de solo diferenciado para as medidas fixas e para a elaboração do roteiro para as medidas móveis, bem como a calibração e ajuste dos instrumentos e a sua exposição adequada, constituem-se em regras fundamentais para garantir a qualidade das observações.

Segundo MONTEIRO & MENDONÇA (2003), as cidades de países não desenvolvidos, principalmente as de áreas tropicais, notadamente as de pequeno e médio porte ainda necessitam de maiores estudos que resultem em metodologias específicas como o Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976).

MONTEIRO & MENDONÇA (2003) com o intuito de evitar erros de metodologias inerentes a escalas, tempo de medições e outros fatores presentes em

transectos, propõe uma breve síntese metodológica para o estudo do clima urbano de cidades de porte médio e pequeno.

Para os autores um roteiro metodológico aplicado em estudos de casos do clima urbano de cidades de porte médio e pequeno deve ter passos importantes como: definição da área de estudo (toda uma cidade ou parte dela); definição dos pontos e periodicidade para o levantamento de dados (preparando para os transectos); levantamento dos dados de campo em campanhas realizadas em diferentes momentos do dia (de hora em hora ou momentos alternados) e do ano (estações do ano) e por último a formulação de sugestões visando equacionar os problemas relacionados com as configurações do clima urbano estudado.

2.15. O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE CUIABÁ

2.15.1. Aspectos Históricos e Conformação Urbana

Para se compreender o processo de urbanização de Cuiabá faz-se necessário um estudo que envolve desde sua fundação, como parte de um Brasil colonial mais distante, até o grande crescimento que a cidade vive hoje.

O processo de colonização da cidade nos mostra a tendência da formação de grandes áreas construídas sem um planejamento urbano eficiente para o porte da cidade.

Estudos históricos mostram uma Cuiabá sendo formada em meio à população ameríndia e uma vegetação de cerrado densa, com córregos e alguns morros.

Cuiabá teve sua organização espacial voltada para a construção da igreja-Matriz onde toda a vivência urbana foi se atrelando desde sua fundação, dando início a precária conformação urbana dos dias atuais, o que é peculiar em uma cidade antiga e sem um planejamento para suportar as modificações espaciais que refletem no conforto dos habitantes, gerando problemas para o transporte coletivo, verificando-se inclusive, a ausência de áreas verdes como agentes amenizadores do rigor climático.

As origens das características urbanas da cidade de Cuiabá são explicitadas no estudo de ROSA & JESUS (2003), onde marcos importantes para a formação do

espaço urbano da atual cidade de Cuiabá como, quando no ano de 1722 Miguel Sutil descobriu ouro no córrego da Prainha, hoje coberto por uma pavimentação e locado no centro da cidade, e em seguida a edificação da igreja-Matriz considerada fundante pelos autores e marco para a urbanização como retrata a figura 8 abaixo, dando destaque ao aglomerado formado em torno da Matriz.

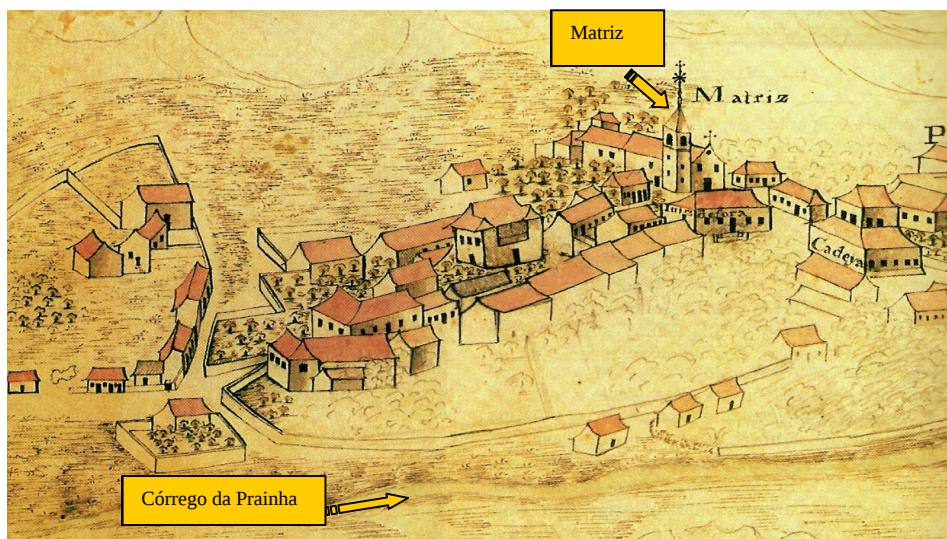


FIGURA 8 - Vista de Cuiabá. Autor não identificado (Século XVIII).

Fonte: SIQUEIRA (2002) Acervo da casa da Insula, Portugal.

A instalação da Vila Real do Senhor Bom Jesus de Cuiabá, segundo SIQUEIRA (2002), somente veio acontecer em 1727 através de uma manobra feita pelo governador da Capitania de São Paulo para estender os domínios da coroa portuguesa nessa região de extração de ouro.

Todo o planejamento urbano da Vila Real do Bom Jesus de Cuiabá era caracterizado pelas decisões da coroa portuguesa, portanto muitos aspectos do urbano vivido nos dias atuais são heranças da colonização lusitana no país.

Um exemplo mostrado no trabalho de ROSA & JESUS (2003), são as ruas e quadras próximas ao córrego da prainha acompanhando seu arco, recurso usado desde o Renascimento para “formosear” as vilas.

Toda dificuldade encontrada para se adequar a cidade de Cuiabá, para hoje se tornar um espaço urbano salubre, pode ser explicada pelo seu processo de urbanização no período colonial. A falta de áreas verdes, as edificações justapostas com terrenos sem áreas para infiltração das chuvas, ruas de caixa insuficiente para o grande tráfego de veículos, gerando poluição sonora, são problemas gerados desde

sua conformação urbana arcaica, motivada por um planejamento deficitário mostrado na primeira vereança da Vila Real que assim ordenava:

““ (...) não consentindo os Oficiais da Câmara que se façam daqui por diante casas separadas e desviadas para os matos como se acham algumas, porque além de fazerem a vila disforme, ficam nelas os moradores mais expostos a insultos (...). (...) e melhor é que em pouco terreno esteja a vila bem unida e formada, do que em largo, com tantos despovoados.” (...) obrigava as edificações a serem contíguas, parede a parede, o que resultava numa quadra compacta, onde não havia a possibilidade sequer de pátios ou corredores laterais. Delimitada pelos quatro planos de fachadas contíguas, a quadra deveria comportar-se como um volume único, separando o público do privado.” (PEREIRA*¹ apud ROSA; JESUS 2003).

Todo este estudo histórico mostra um delineamento urbano para a cidade de Cuiabá com as seguintes características peculiares:

- a) A igreja-Matriz como marco central da cidade, polarizando eixos de ligações com outros espaços significativos;
- b) As casas e ruas em espaços confinados na região central da cidade;
- c) A região da prainha como elemento delineador das vivências urbanas;
- d) A caracterização de dois núcleos distintos até hoje: o “Porto”, às margens do rio Cuiabá pelo qual se fazia comunicação com São Paulo e a “Vila”, no alto da Prainha.

Segundo ROSA & JESUS (2003), a Vila Real tinha um espaço cuja área já correspondia à quase exatamente à do centro histórico da atual cidade de Cuiabá, como pode ser observado na figura 9 datada de 1786.

¹ PEREIRA, M. R. de M. **Rígores e métodos da cidade brasileira entre os séculos XVI e XIX.** Humanas, Curitiba, nº2, 1993 apud ROSA, C. A. JESUS, N. M. de, **A terra da Conquista: história de Mato Grosso colonial.** Cuiabá: Adriana. 2003. 230p.

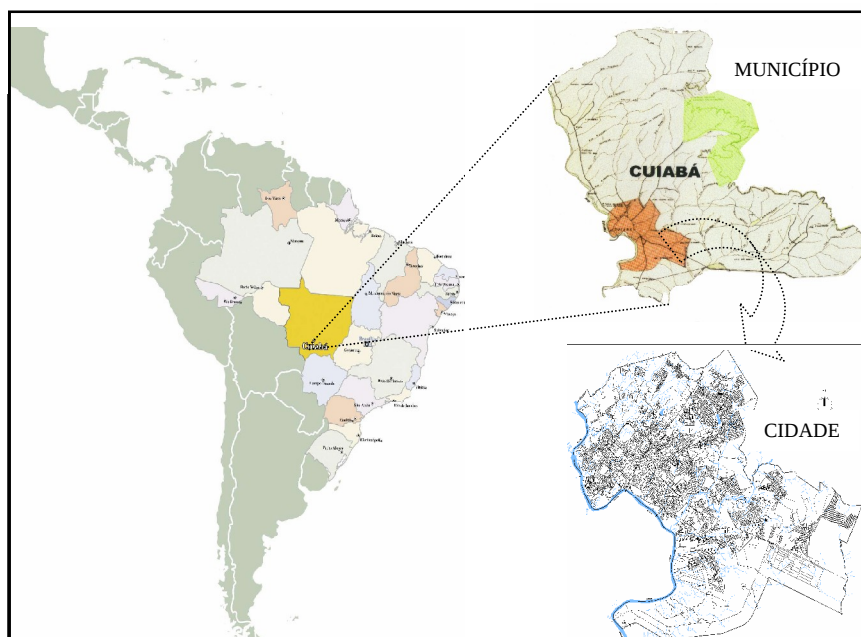


FIGURA 10 - Localização da cidade de Cuiabá

Fonte: IPDU (Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano) de Cuiabá, 2006.

Como uma das últimas áreas de fronteira agrícola no país e, portanto, como uma das poucas alternativas para a migração de pessoas ligadas ao campo, o estado de Mato Grosso até meados dos anos 80 cumpriu um papel importante no processo de redistribuição espacial da população brasileira. Contudo, sua trajetória nessa condição foi uma das mais curtas dos estados do Centro-Oeste em função de uma rápida e intensa transformação produtiva e do processo de concentração fundiária, (CUNHA & ALMEIDA 2002).

As poucas possibilidades da manutenção do estado com uma área de atração migratória, embora no nível interno, muitas áreas ainda figuram como grandes alternativas para a absorção do grande contingente de pessoas ligadas à terra. Hoje em dia, regiões do noroeste do estado, por exemplo, são aquelas que mais crescem em termos demográficos, e boa parte deste crescimento se deve a novos núcleos rurais que surgem. Por outro lado, é muito claro perceber que boa parte do crescimento demográfico estadual se dá devido ao potencial de centros urbanos como a capital Cuiabá, ou Rondonópolis e Sinop, (CUNHA & ALMEIDA 2002).

Cuiabá constitui-se hoje como um dos pólos nacionais para o desenvolvimento do agro negócio. Capital do estado de Mato Grosso tem grande participação em todas as transações econômicas do interior do estado bem como nas

oriundas de outras regiões da federação.

Segundo ANDRADE E SERRA (1998), a função de capital estadual ocupada pela cidade de Cuiabá reforça o seu dinamismo demográfico, demonstrando o peso do Estado na dinâmica econômica das cidades capitais. O crescimento vivido é referente a política de incentivos às exportações para fazer frente aos compromissos com a dívida externa brasileira, implicando no aumento da produção de soja, pelo avanço tecnológico melhorando o aproveitamento do cerrado e pela ampliação dos investimentos em infra-estrutura ferroviária e rodoviária.

Em Cuiabá encontram-se amostras de desenho urbano acompanhando cada período de sua história, gerando uma grande variedade de padrões de ocupação. É um exemplo de cidade do período colonial que foi se modernizando e se adaptando às suas novas funções, diferentemente de outras antigas capitais de estado como Ouro Preto e Goiás Velho, que foram substituídas por novas capitais planejadas – Belo Horizonte e Goiânia respectivamente, (DUARTE & SERRA, 2003)

A área urbana é drenada pelo rio Cuiabá e seus afluentes, dos quais destacam-se o rio Coxipó e inúmeros córregos tais como: córrego da Prainha, Ribeirão da Ponte, Manoel Pinto, Moinho, Barbados, Gambá e São Gonçalo, (MAITELLI, 1994).

Conforme o senso feito pelo IBGE em 2005, no quesito abastecimento de água e esgotamento sanitário, Cuiabá tem 91,4% dos domicílios ligados à rede geral e apenas 5,7% com poços ou nascentes.

Quanto ao lixo, o senso mostra que 92,1% dos domicílios realizam a coleta, e apenas 7,9% dão outro destino aos dejetos que produzem.

Segundo MAITELLI (1994), o crescimento urbano de Cuiabá iniciou seu ritmo acelerado à partir de 1960, quando o número de habitantes passou de aproximadamente, 56 mil para 100 mil habitantes em 1970 e para 425 mil habitantes em 1990.

O processo de expansão urbana resultou na conurbação de Cuiabá com a cidade vizinha de Várzea Grande, formando o Aglomerado Urbano Cuiabá – Várzea Grande, (MARQUES *et al* 2005).

A cidade de Cuiabá apresenta, conforme o senso do IBGE de 2005, aproximadamente 533.800 habitantes, já a cidade vizinha de Várzea Grande conta com uma população de 248.728 habitantes formando juntas uma aglomeração urbana de aproximadamente 782.528 habitantes.

As cidades de Cuiabá e Várzea Grande formam uma malha urbana separada apenas pelo rio Cuiabá conforme a figura de número 11 abaixo.



FIGURA 11 - Vista da atual conformação do espaço urbano de Cuiabá.

Fonte: Google Earth 2006

O centro urbano de Cuiabá onde já foi detectado a presença de *ilha de calor* por MAITELLI (1994), está localizado no pólo da igreja Matriz, onde estão localizados seus calçadões e um variado comércio. Essa região passa por um crescimento vertical, principalmente com edifícios com mais de 30 pavimentos.

Atualmente a expansão urbana de Cuiabá está formando novos pólos de crescimento. As construções de grandes edifícios em sua região central estão crescentes, entretanto ocorre um novo aquecimento de pólos urbanos como na região sul. Esse novo crescimento atual pode ser atribuído à área onde esta localizada a Universidade Federal de Mato Grosso, com a presença de uma área comercial crescente e também na região do Centro Político Administrativo (CPA) com a criação de mais um Shopping e novos residenciais e ainda na região leste com a criação de edifícios e residenciais nas proximidades do parque Mãe Bonifácia.

Além do aquecimento dos pólos urbanos da cidade ocorre também uma crescente horizontalidade da cidade, com o surgimento de novos bairros oriundos de invasões, principalmente em direção a cidade de Chapada dos Guimarães.

Esse crescimento sem planejamento pode prejudicar aspectos básicos para a

população como o fornecimento de transporte coletivo, o aumento das distâncias entre os bairros, deficiência no fornecimento de água e energia bem como a coleta de lixo e o tratamento de esgoto.

O aumento da malha urbana também pode criar centros de ilhas de calor na cidade com o aumento de áreas com altas densidades construídas e retirada de vegetações nativas sem reposição do verde necessário para a amenização do rigor climático da cidade.

2.16. O CLIMA DE CUIABÁ

O município de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso possui uma extensão territorial de 2.730 km².

Para MARQUES *et al* (2005), a cidade de Cuiabá possui duas estações bem distintas, sendo uma úmida e uma seca. Durante a estação seca (maio a setembro) são provocados vários danos na cobertura vegetal, e devido à localização da cidade na região tropical, próximo à linha do Equador possui apenas alguns dias de frios no inverno, devido à chegada de frentes frias oriundas das regiões meridionais. O restante da estação é quente e seca, e possui pluviosidade média anual de aproximadamente 1500 mm.

Segundo MAITELLI (1994), a depressão cuiabana, que é parte integrante da depressão do rio Paraguai, compreende uma área rebaixada situada entre o Planalto dos Guimarães e a Província Serrana. Estreita-se para o norte até a altura do paralelo 15°, quando se expande para leste, acompanhando o vale do rio Manso. Limita-se ao sul com o Pantanal Mato-grossense, a oeste, noroeste e norte com a Província Serrana. A partir da margem esquerda dos rios Cuiabá e Manso seu limite se encontra nas encostas do relevo escarpado do Planalto dos Guimarães.

O município de Cuiabá, dentro da depressão cuiabana, tem altitude média de 250 metros e nas suas partes norte e leste atinge 450 metros.

O clima da cidade é do tipo Aw de Koppen, isto é, Tropical Semi Úmido, com 4 a 5 meses secos e uma chuvosa (primavera-verão).

DUARTE & SERRA (2003) afirmam que o fato de Cuiabá ser uma zona urbana situada em uma depressão geográfica faz com que a frequência e a velocidade

média dos ventos seja extremamente baixa, minimizando o efeito das trocas térmicas por convecção e ressaltando ainda mais a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar, o que acaba gerando condições praticamente ideais para experimentos com medições microclimáticas.

Estudos pioneiros como o de MAITELLI (1994), mostram a existência da influência do uso do solo urbano na ocorrência de ilhas de calor na cidade de Cuiabá.

Para a autora a cidade de Cuiabá está situada à margem esquerda do Rio Cuiabá, afluente do Rio Paraguai, encaixada na Depressão Paraguaia e circundada por chapadões ao norte e oeste e, ao sul, pelo Pantanal Mato-grossense, caracterizando-se pelo clima tropical com influência da continentalidade chegando a ter ocorrência de máximas temperaturas superiores a 40° C.

MAITELLI (1994) afirma que a cidade de Cuiabá possui uma altitude média de 200 metros e é circundada pelos chapadões não possui uma estratificação do ar adequada para amenizar o rigor térmico que a cidade experimenta. Esse fator é também observado em relação à deficiência na dissipação da poluição do ar devido principalmente às queimadas em época de inverno com baixa umidade do ar. Esses materiais particulados são oriundos dos municípios que se utilizam das monoculturas e também devido ao lixo acumulado nos terrenos baldios da cidade.

A autora enfatiza o interesse e a importância das pesquisas feitas na cidade de Cuiabá que apresenta baixa movimentação do ar, constituindo-se como um local adequado para medições de fluxo de calor (latente e sensível) que se dissipam através de uma notória pseudo-condução e posteriormente pelo fluxo turbulento, além das elevadas temperaturas máximas que a cidade experimenta.

Segundo MAITELLI (1994), a estação seca em Cuiabá, é caracterizada pela estabilidade do tempo, vento fraco e moderado e noites claras e de céu limpo.

Estudos feitos recentemente como o de MARQUES et al (2005) mostram a interferência do homem no ambiente urbano na cidade de Cuiabá. Esse estudo constatou a ocorrência de chuvas ácidas, embora levemente ácidas, mas alertam para a necessidade de um monitoramento da situação que pode estar afetando a saúde humana, e também a vegetação, e corpos d'água do entorno.

2.17. BREVE HISTÓRICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

A Universidade Federal de Mato Grosso foi um objeto de desejo do povo Matogrossense por muito tempo.

Segundo DORILEO (1977), o ensino superior em Cuiabá era realizado com muito empenho, a primeira escola superior de Mato Grosso, a Faculdade de Direito de Cuiabá, instalada em 1954, fora fechada; reabrindo-se, porém em 1957, graças ao arrojo e à tenacidade dos jovens cuiabanos.

No dia 10 de junho de 1967 uma pira fora acesa na Praça Alencastro, onde houve uma passeata de estudantes, professores e povo: - a Universidade era solicitada aos brados, (DORILEO, 1977).

Através da lei nº 5.647 de 10 de dezembro de 1970 no governo do Presidente Emílio G. Médice, tendo como Ministro Jarbas G. Passarinho é feita a autorização para o poder executivo instituir a Fundação Universidade Federal de Mato Grosso.

Em seu estatuto no capítulo VI faz a integração inicial a Universidade Federal de Mato Grosso a Faculdade de Direito de Cuiabá e o Instituto de Ciências e Letras de Cuiabá, em todas as suas unidades criadas por lei estadual.

Em 16 de março de 1971, através da Portaria nº BSB 126 do Ministro de Estado da Educação e Cultura Senador Jarbas G. Passarinho, foi nomeado o Reitor pro-tempore, o então Secretário de Educação e Cultura do Estado Gabriel Novis Neves, (DORILEO, 1977).

Segundo NEVES (1979), as Universidades surgidas, nas regiões isoladas físicas, econômicas, social e culturalmente do resto do país, foram criadas pelo Governo Federal, como instrumento polarizante de integração e mudanças, definindo seu status como agente do processo de desenvolvimento.

Para NEVES (1979), as tendências da região se desenham em torno dos seguintes eixos coordenados:

- a) Adentramento de fronteiras de civilização, através da ocupação e integração produtiva de grandes espaços vazios;
- b) Estabelecimento de novas frentes pioneiras agro-pastoris de caráter empresarial;
- c) Fortalecimento de Cuiabá como pólo regional;
- d) Desenvolvimento da rede urbana;

- e) Emergência de novo mercado de trabalho regional;
- f) Implementação de suportes técnicos ao poder decisório, como o estabelecimento de consultoria e assessoria especializada;
- g) Divisão territorial de Mato Grosso, com a criação de dois Estados, constituindo a região norte o território do novo Estado de Mato Grosso e a região sul o Estado de Mato Grosso do Sul.

“Cuidou, esta Universidade, de implantar cursos essenciais ao domínio do conhecimento amazônico. Buscou-se, para os alunos, os melhores dentre os professores disponíveis. Os mestres foram enviados para outros centros de aperfeiçoamento do país, buscando elevar a qualidade do trabalho docente. Mas, a um só tempo, foi-se em busca do mateiro, do colono, do seringueiro, do índio, do garimpeiro, mestres na prática, para participar conosco no trabalho que para eles se realiza.” (NEVES, 1979).

Na cidade que segundo DORILEO (1977), nasceu e vingou por teimosa. Plantada por bandeirantes em meio ao sertão ínvio da Amazônia, vê constituir na UFMT um dos seus maiores esteio da conquista, como pode ser vista na afirmação segura do deputado Garcia Neto que enfatizou: “irá formar a infra-estrutura cultural e técnica dessa frente de penetração da Amazônia”.

2.18. CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO DA UFMT

Conforme NEVES (1979), a localização da UFMT é caracterizada como universidade da Amazônia encontrando-se em um local estratégico para sediar um sistema de trocas de conhecimento que operacionalizaria um dos pontos do pacto amazônico, seja pelo desenho geográfico de seu contorno, seja porque tem já mesmo em seu campus os vestígios da transição floresta/cerrado/pantanal. Pode, assim, segundo o autor oferecer a instituições científico-cultural de países de mesma conformação fisiográfica, motivos comungáveis de trabalho conjunto.

Segundo DORILEO (1977), o planejamento da UFMT foi inicialmente deixado de lado pela necessidade de uma implantação urgente do campus. Para o autor, a ordem em 1972 era de implantar a Universidade com a decisão apenas de fazer a qual denominou de “fazejamento”.

“No chão duro do cerrado coxiponés brotam as pilastras de concreto em expansão física: o primeiro Reitor entrega-se obstinadamente na construção de blocos de ensino, do ginásio de esportes, na aquisição

de equipamentos, na desesperada busca de recursos – vivemos na primeira gestão em meio a canteiro de obras”, (DORILEO, 1977).

Através da única opção de adotar o “fazejamento” do campus a UFMT inicia-se a formar o seu espaço construído.

Os canteiros de obra foram dispostos sem qualquer estudo relacionado com a climatologia urbana. Isso pode ser atribuído à falta de profissionais capacitados para realizar um estudo aprofundado das condições existentes no campus e do futuro impacto ambiental que as novas edificações acarretariam.

A UFMT iniciou suas obras nas proximidades da avenida principal, deixando o que é hoje uma área verde próximo aos seus limites.

Segundo o primeiro manual de Informações Estatísticas da UFMT realizado em 1980, o campus da UFMT contava com apenas 2.890,00 m² de área construída no ano de 1969, passando para 25.396,00 m² em 1977. Atualmente o campus de Cuiabá abriga uma área construída de 83.111,60 m² incluindo pista/campo de futebol e parque aquático, distribuída em 74 ha do campus.

Para PEDROSA (2003), o core de uma cidade universitária, embora tenha características comuns a qualquer core, não pode ser confundido com o de uma cidade, de uma aldeia ou mesmo de um bairro residencial, ou de um grupo de ruas urbanas. Para o autor, o core de uma cidade universitária é centro cívico, é centro artístico, é centro cultural e também deve ser centro socialmente atrativo e recreativo. Um ambiente universitário se distingue também pela homogeneidade social a que se destina: os universitários, alunos e professores.

Um exemplo de construção diferenciada para a universidade é a Biblioteca Central, que para PEDROSA (2003), é a entidade por excelência representativa das atividades puramente intelectuais de um ambiente universitário.

O campus da UFMT conta hoje com alguns pontos de áreas verdes (bosques) que são utilizados pela população do campus e por visitantes.

O zoológico é uma área com grande quantidade de superfície de água e vegetação, caracterizado ainda por grandes áreas de solo nu.

Outra área verde de grande função está localizada desde a Avenida Fernando Corrêa (na entrada do campus) até o campo de futebol. Essa região hoje conta com uma pista de caminhada que percorre todo o percurso da área verde que contém uma

vegetação variada com espécies nativas rasteiras e lenhosas (árvores de diversos tamanhos).

Destacam-se ainda alguns bosques dentro do campus com espécies lenhosas espaçadas. Esses bosques são de espécies nativas que diminuem conforme a criação de novos blocos ou anexos do campus.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso procurou-se entender primeiramente a influência da cidade no clima urbano e também a presença de *ilha de calor* na cidade. Essa etapa de estudo foi caracterizada por uma análise macroclimática.

Com o conhecimento do clima urbano realizou-se um monitoramento pontual do comportamento térmico de variadas morfologias urbanas frente à imposição do clima gerado pela cidade, passando então por uma análise microclimática.

3.1. O ESTUDO MACROCLIMÁTICO

O estudo macroclimático desenvolveu-se com o objetivo de detectar a presença de *ilha de calor* e caracterizar o clima urbano onde estão inseridos os microclimas.

Para a caracterização do clima urbano que exerce influência no clima local e detectar os inícios da presença de *ilha de calor* desenvolveu-se um estudo comparativo de dados climáticos das seguintes estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia):

a) Estação Convencional 83361 - Cuiabá, de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia com lat. 15° 33' S e long. 56° 07' W, tendo ainda uma altitude de 151,34m. Classificada como Climatológica Principal.

b) Estação Convencional 83364 – Padre Remetter, de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia com lat. 15° 47' S e long. 56° 04' W, tendo ainda uma altitude de 140m. Classificada também como Climatológica Principal.

Qualquer análise inicial para o estudo de um clima urbano requer observações tanto da topografia do sítio como dos modelos de morfologia urbana do grande número de combinações que pode existir. Acima de tudo, a ordem de grandeza entre o porte do sítio e o porte da cidade deve ser considerada, (MASCARÓ, 1996).

Para PEZZUTO et all (2003), a acelerada urbanização nos grandes centros pode provocar sérios danos ao meio ambiente. Em relação à qualidade climatológica, a autora afirma que existem diferenças significativas entre dados climáticos do ambiente urbano comparado com o rural, demonstrando que o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana.

A escolha das duas estações do INMET ocorreu devido ao fato de que a estação de Cuiabá de responsabilidade do 9º Distrito de Meteorologia está localizada no aglomerado urbano formado entre as cidades de Várzea Grande e Cuiabá, distante apenas 4 km do centro da cidade de Cuiabá. Já a estação Padre Remetter encontra-se localizada na fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em uma área suburbana da cidade de Santo Antônio do Leverger – Mt, distante aproximadamente 27 km da cidade de Cuiabá, conforme a figura de número 12.

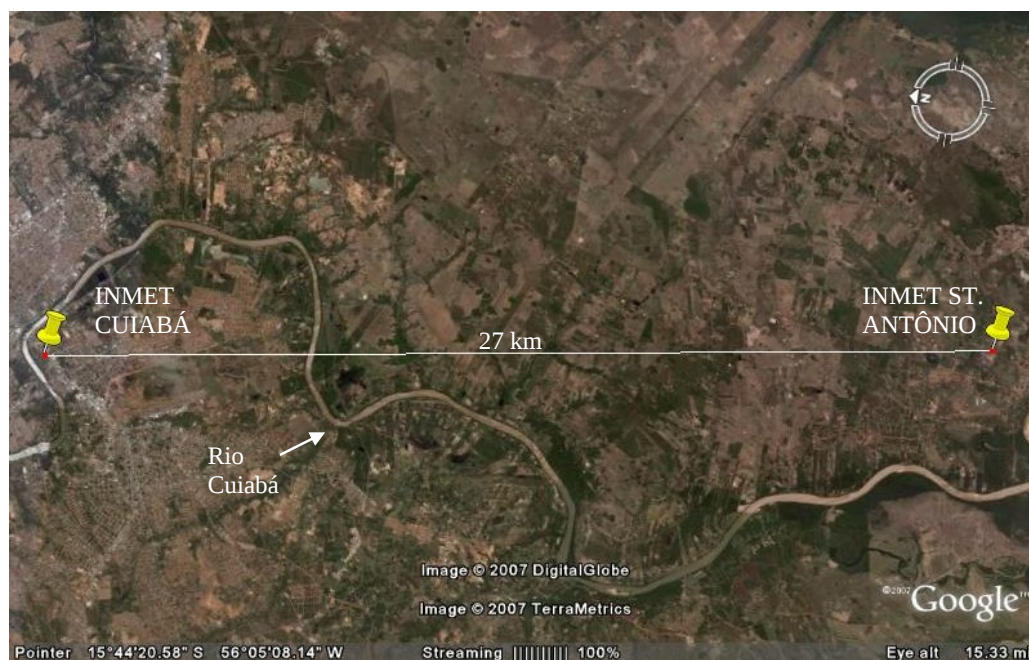


FIGURA 12 - Vista das estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio do Leverger.

Fonte: Google Earth 2006

Essa comparação entre o comportamento térmico entre uma área urbana e rural permite a identificação de indícios de *ilha de calor* na cidade.

A estação de Cuiabá caracteriza-se como o clima urbano e a estação de Santo Antônio representa o clima rural, dois elementos utilizados para avaliar a existência da *ilha de calor*, sem, contudo, abordar a conformação ou extensão da *ilha de calor* na área de estudo.

As duas estações meteorológicas além de caracterizarem os climas urbano e rural, não possuem expressiva diferença de altitude, como é o caso da estação de São Vicente localizada a 800 m de altitude, onde através da descompressão adiabática acontece a redução da temperatura com o aumento da altitude.

Além da altitude outro fator importante na escolha das estações é o fato de que se trata de duas estações de mesma categoria (Climatológica Principal), já que a estação localizada no campus da Universidade Federal de Mato Grosso caracteriza-se por uma categoria inferior e está atuando apenas como estação pluviométrica.

3.1.1. A Análise Macroclimática

Para a análise macroclimática, onde objetiva-se caracterizar o clima urbano e a existência de *ilha de calor* na cidade optou-se pela análise térmica de dois pontos: um caracterizado como área urbana (INMETE de Cuiabá) e outro como área rural (INMET da cidade de Santo Antônio).

A avaliação térmica baseou-se na análise das temperaturas máximas, mínimas e médias das estações entre o ano de 2005 e 2006 nos meses de julho de 2005 a junho de 2006, já que foi a única sequência registrada por completo na estação de Cuiabá.

Analizou-se as seguintes variáveis climáticas dos meses estudados:

- a) Temperatura máxima – média mensal;
- b) Temperatura mínima – média mensal;
- c) Diferença térmica das temperaturas máximas mensais;
- d) Diferença térmica das temperaturas mínimas mensais;
- e) Umidade relativa – média mensal e
- f) Precipitação Mensal – Média.

Com os dados de temperaturas foi realizado um teste T pareado utilizando o software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences – pacote estatístico para as ciências sociais) para verificar as proximidades do comportamento térmico das duas estações meteorológicas e com isso constatar a existência de indícios de *ilha de calor* na cidade de Cuiabá.

3.2. O ESTUDO MICROCLIMÁTICO

O estudo da análise microclimática foi realizado no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, situado na cidade de Cuiabá.

Foram escolhidos 16 pontos de medições de variáveis climáticas conforme a caracterização da morfologia do ambiente.

Procurou-se escolher as mais variadas situações de morfologia urbana como:

- a) Situações de solo nu, pavimentos (flexível e rígido) e solo com cobertura vegetal;
- b) Pontos em áreas com elevada densidade construída e pontos em áreas vegetadas;
- c) Pontos próximos a avenidas de bairros de alta densidade construída;
- d) Pontos próximos a superfícies d'águas.

Todo o cuidado na escolha dos pontos foi proposto para identificar a influência da morfologia urbana na temperatura e umidade relativa do ar.

Os pontos foram dispostos em forma de linhas procurando percorrer todo o campus da Universidade, partindo do ponto localizado na estação meteorológica do campus.

As linhas não obedeceram a uma simetria, pois o importante na demarcação dos pontos estava justamente nas diferentes situações apresentadas, o que não corresponderia com uma seqüência regular na demarcação.

O campus da UFMT encontra-se na região sul da cidade de Cuiabá, distante aproximadamente 3 km do centro histórico, onde já foi detectada a presença de *ilha de calor* por MAITELLI (1994).

Atualmente, o entorno do campus é formado por áreas com diferentes fins e características quanto ao aspecto construtivo.

Em sua porção nordeste, o campus limita-se com a Avenida dos Moinhos, que separa o campus do bairro Jardim Itália. Já em sua porção Sudeste, o campus limita-se com um bairro de grande adensamento, o bairro Boa Esperança. Na porção Sudoeste, encontra-se a Avenida Fernando Corrêa da Costa, que separa a campus da uma grande faixa de área comercial. A noroeste o campus da UFMT limita-se com o bairro Jardim das Américas, onde estão mescladas áreas estritamente residenciais e uma área comercial, com a presença de um Shopping Center e algumas galerias de lojas.



FIGURA 13 - Localização dos pontos de medições no campus da UFMT

Fonte: Google Earth 2006

3.2.1. A Análise Microclimática

Primeiramente análise microclimática ocorreu com o estudo da conformação de cada ponto de medição escolhido.

Analisaram-se a morfologia do solo, a presença de superfícies de água, a presença e o tipo de vegetação encontrada, a proximidade de edificações e a proximidade de vias ou bairros com alta densidade construída.

A análise microclimática foi desenvolvida através do método dos transectos móveis, isso para poder determinar o comportamento térmico dos dezesseis pontos escolhidos conforme a morfologia do campus da UFMT.

Para a análise microclimática realizou-se uma coleta de dados noturnos e diurnos de temperatura e umidade relativa do ar, podendo ser realizado em dias de céu claro e calmaria, onde a expressão da *ilha de calor* pode estar mais evidente, principalmente no período noturno.

A presença de vento pode estratificar o microclima criado em cada ponto e as nuvens durante o dia atuam como barreiras para a radiação direta do sol, podendo fornecer radiações líquidas disponíveis diferentemente cada ponto estudado.

Foram realizados cinco dias de medições na estação da seca, feita no mês de setembro do ano 2006 nos dias 21, 22, 23, 24 e 25 no período da manhã, a partir das 6 h e 30 min e no período noturno após o pôr-do-sol.

Para a estação úmida foram realizadas quatro medições no período da manhã e noturno, seguindo a mesma metodologia para a estação seca. As medições foram feitas nos dias 15, 16, 17 e 18 do mês de novembro onde a situação de céu claro e calmaria se mostrou mais aparente.

Os dados foram coletados com um termo-higro-anemômetro com as seguintes características:

- Modelo THAR-185 de leitura direta da INSTRUTHERM



FIGURA 14 - Termo-higro-anemômetro com sensor de temperatura



FIGURA 15 - Termo-higro-anemômetro com sensor de velocidade do vento

A coleta de dados foi feita utilizando um veículo até os pontos determinados ou até as suas proximidades, visto que muitos pontos não possibilitavam a proximidade do veículo.

Realizaram-se coletas no período diurno, as 6 h e 30 min, com a proteção da radiação direta. Neste período a altura solar modifica-se com o passar do tempo e as diferentes superfícies do campus terão acessos de radiação solar diferenciados

Outro período estudado aconteceu depois do pôr-do-sol, onde segundo SOUZA (1996), a presença da *ilha de calor* pode ser detectada com maior facilidade em dias com céu limpo e de calmaria.

As análises diurnas e noturnas permitem verificar a influência da conformação do ambiente do campus da UFMT em relação à absorção e dissipação do calor promovido pela insolação.

A rota das medições obedeceu às seqüências dos pontos escolhidos, percorrendo assim o campus da UFMT com diferentes características e sem obedecer a uma simetria, já que o objetivo era encontrar conformações de áreas variadas.

As medidas foram feitas a 1,50 m do solo para representar a altura média do pedestre e também distantes do corpo do pesquisador, evitando a influência do calor do corpo ao efetuar as medições.

Procurou-se desenvolver o trajeto em menor espaço de tempo possível, para que no período diurno houvesse menores diferenças de acesso solar entre os pontos e também para que durante o período noturno o tempo de dissipação da energia acumulada na malha urbana não influenciasse nos resultados.

Com os dados de temperatura e umidade do ar para os dezesseis pontos coletados em dias de calmaria e céu limpo além das características da morfologia de

cada ponto passou-se a análise da relação entre as temperaturas e umidades com o aspecto encontrado para cada ponto, podendo assim verificar a influência pontual, ou microclimática dos diferentes pontos e suas diferentes características.

Essa análise serve para demonstrar a importância de áreas verdes ou superfícies de água como agentes amenizadores do rigor climático imposto pelo clima das cidades de porte médio, de região tropical e com grande continentalidade, como é o caso da cidade de Cuiabá.

Após análise das temperaturas e umidades do ar para cada ponto nos períodos da manhã e da noite para cada estação passou-se a utilização de um software específico para o agrupamento dos pontos em relação ao comportamento térmico em cada microclima.

Para a análise do comportamento térmico dos dezesseis pontos analisados, utilizou-se o programa SPSS.

Com o programa SPSS pôde-se realizar uma análise de Cluster utilizando o método da Distância Euclidiana, identificando agrupamentos homogêneos das temperaturas médias através de coeficientes de proximidade ou distância.

Com a análise de Cluster obteve-se um dendograma que representa o agrupamento dos pontos analisados em relação ao comportamento térmico de cada ponto estudado em cada microclima.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para se fazer uma análise Bioclimática deve-se ter conhecimento primeiramente da escala estudada e a influência entre as parcelas maiores do clima sobre as menores.

Para a constatação da *ilha de calor* nas cidades a análise da escala pode ser macroclimática, comparando uma área urbana com uma área rural, observando, contudo, sua localização e aspectos que podem influenciar no macroclima como é o caso da altitude dos pontos estudados.

4.1. INDÍCIOS DA *ILHA DE CALOR* NA CIDADE DE CUIABÁ

Através dos dados meteorológicos já corrigidos em relação à altitude das estações Convencionais de Cuiabá e de Santo Antônio, classificadas como Climatológica Principal, passa-se então para a análise da influência da cidade sobre o clima urbano através da comparação entre as temperaturas médias das duas áreas através de um estudo estatístico, feito pela análise de variância com dados pareados.

4.1.1. Temperaturas Máximas nas Estações Meteorológicas

Com os dados obtidos nas estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio, foi elaborada a tabela número 2 onde se encontram as temperaturas máximas para cada mês analisado com as respectivas amplitudes térmicas.

TABELA 2 – Temperatura máxima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Máxima Mensal Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto. Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	31,6	31,2	0,4
ago/05	35,4	35,6	0,2
set/05	32,7	32,4	0,3
out/05	34,5	34,7	0,2
nov/05	33,5	33,5	0
dez/05	33,3	33,3	0
jan/06	32,5	32,8	0,3
fev/06	32,5	33	0,5
mar/06	32,7	30,8	1,9
abr/06	30,2	31,7	1,5
mai/06	29,5	29,1	0,4
jun/06	32,8	33	0,2
Maior Mx	35,4/agosto	35,6/ago	0,2
Menor Mx	29,5/maio	29,1/maio	0,4
		Maior amplitude	1,9/março
		Menor amplitude	0/nov.dez

Com as médias das temperaturas máximas para os meses analisados chegou-se a um gráfico comparativo das duas estações meteorológicas, conforme a figura 16 em sequência.

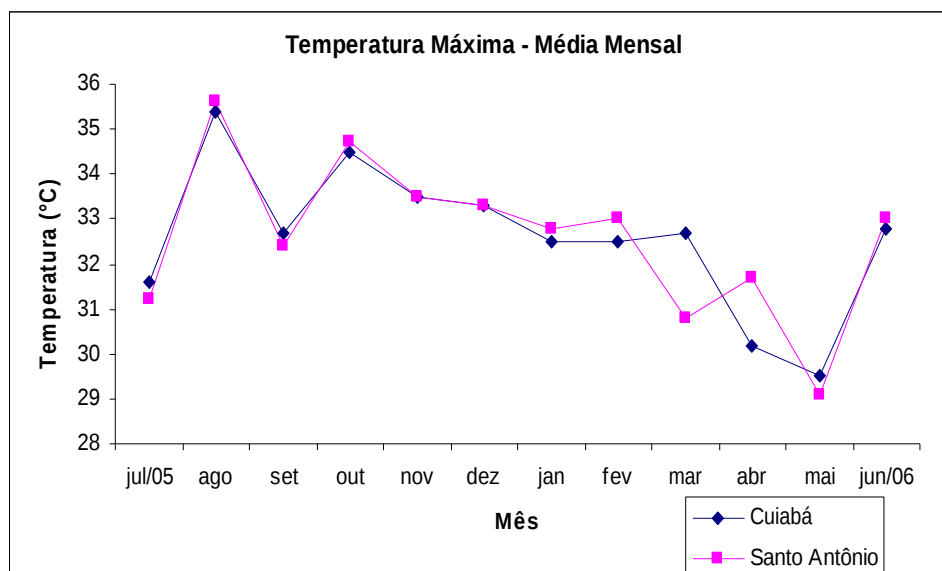


FIGURA 16 – Gráfico das Temperaturas Máximas Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

Através da figura 16 observa-se que a estação de Santo Antônio apresentou 6 meses com temperaturas superiores as encontradas na estação de Cuiabá que obteve apenas 4 meses de temperaturas máximas mais elevadas, podendo constatar as proposições de MASCARÓ (1996) que atribuí as maiores temperaturas máximas encontradas em regiões rurais devido ao céu limpo, diferentemente da situação de poluição encontrada nos grandes centros urbanos, impedindo a passagem da radiação direta do sol. Entretanto, observa-se que as amplitudes térmicas não foram significantes.

A maior diferença térmica encontrada no período estudado foi de 1,9°C caracterizado como sendo um acréscimo da temperatura máxima mensal na estação de Cuiabá no mês de março em relação a estação de Santo Antônio.

Os meses de novembro e dezembro, caracterizados como estação úmida na região, não apresentou diferença térmica em relação a temperatura máxima mensal, mostrando um comportamento semelhante para as duas estações meteorológicas, podendo ser atribuído a algumas características como a proximidade nas altitudes, confirmando a escolha das duas estações para a análise do indício de *ilha de calor* na cidade de Cuiabá.

TABELA 3 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas máximas

Teste de Amostras Emparelhadas								
	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade	P
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença				
				Inferior	Superior			
Pair 1 Cuiabá – St.Ant.	,00833	,78214	,22578	-,48861	,50528	,037	11	,971

O comportamento similar das estações de Cuiabá e Santo Antônio em relação à temperatura máxima mensal pode ser constatado através do teste T pareado. Com um nível de significância de 5% encontrou-se, conforme a tabela 3, um valor de $t = 0,037$, correspondendo a uma probabilidade de 0,97, ou seja, rejeita-se a hipótese inicial de que não existe diferenças significativas entre as temperaturas máximas mensais, já que essa hipótese tem 97,1% de probabilidade de não ser confirmada.

A maior frequência de temperaturas para a estação de Cuiabá ocorreu entre as temperaturas de 32 a 33°C com uma média de 32,6°C e um desvio padrão de 1,62°C no período estudado, conforme a curva normal da figura 17 abaixo.

Através do gráfico da figura 17 observa-se ainda uma simetria em torno da média de 32,6°C com pouco espalhamento mostrando um comportamento equilibrado em torno da média.

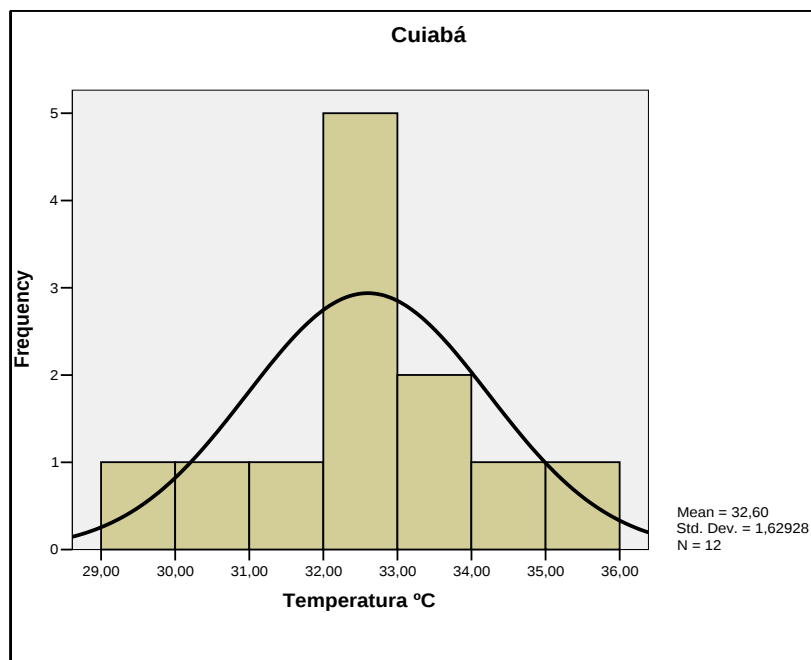


FIGURA 17 - Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Cuiabá

A média das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio foi de 32,59°C e um desvio padrão de 1,74°C, conforme a figura 18 abaixo.

As temperaturas máximas para a estação de Santo Antônio foram mais frequentes no intervalo de 33 a 34°C superior a encontrada para a estação de Cuiabá, confirmando a hipótese das maiores temperaturas máximas nas regiões rurais.

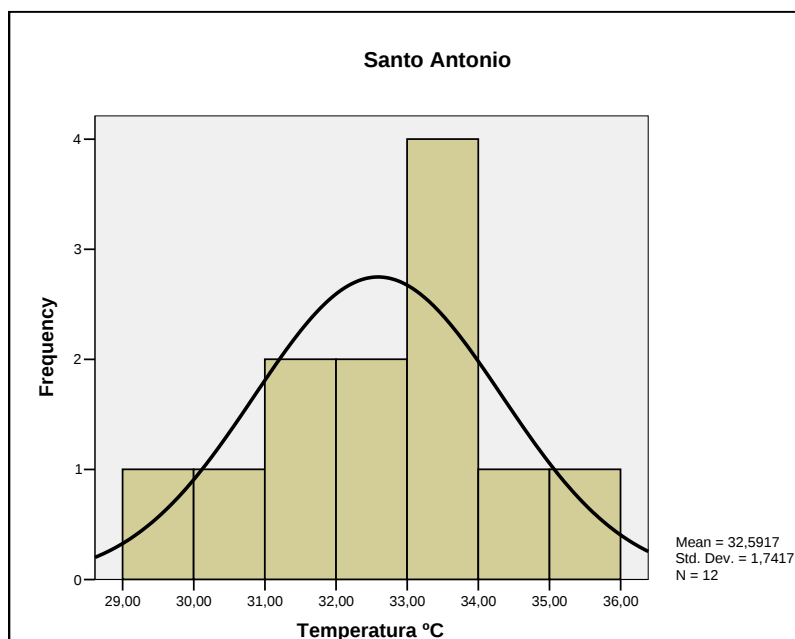


FIGURA 18 - Distribuição da frequência das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio

A distribuição das temperaturas máximas mensais para a estação de Santo Antônio apresentaram também um comportamento de equilíbrio em relação a média de 32,59°C sem grandes dispersões durante o período estudado.

Em geral as temperaturas máximas mensais apresentaram um comportamento de grande similaridade entre as duas estações meteorológicas, observando um equilíbrio em relação as médias e indicando ainda uma frequência de temperaturas máximas maiores para a estação de Santo Antônio com uma média superior a estação de Cuiabá, podendo ser atribuído a maior nitidez do céu na área de Santo Antônio, região de característica rural.

4.1.2. Temperaturas Mínimas nas Estações Meteorológicas

Através dos dados das estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio foram selecionadas as médias das temperaturas mínimas de cada mês do período analisado e suas amplitudes térmicas, conforme a tabela número 4 abaixo.

TABELA 4 – Temperatura mínima mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Mínima Mensal - Jul/2005 a Jun/2006			
Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto.Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	16,8	14,8	2
ago/05	18,6	16,9	1,7
set/05	19,7	19	0,7
out/05	24,1	23,3	0,8
nov/05	24,7	23,4	1,3
dez/05	24,1	23,2	0,9
jan/06	24	23,4	0,6
fev/06	24,1	23,4	0,7
mar/06	24,2	23,7	0,5
abr/06	22,9	22,5	0,4
mai/06	18,1	17	1,1
jun/06	19,3	18	1,3
Maior Mn	24,7/nov	23,7/mar	1
Menor Mn	16,8/jul	14,8/jul	2
		Maior amplitude	2,0 – jul
		Menor amplitude	0,4 – abr

Através do gráfico comparativo da figura 19 observa-se que as médias das temperaturas mínimas de cada mês analisado apresentam um comportamento crescente nos meses de outubro (final da estação seca) ao mês de março (estação úmida) onde a região apresenta maiores temperaturas.

Pelo gráfico observa-se que as médias das temperaturas mínimas de cada mês foram todas maiores na estação de Cuiabá caracterizada como uma área urbana. A estação de Santo Antônio mostrou um comportamento mais ameno em relação a média das temperaturas mínimas dos meses analisados.

Segundo SOUZA (1996) a formação de uma *ilha de calor* pode ser atribuída a ocorrência de maior temperatura mínima na cidade, como o constatado em Cuiabá, indicando a menor capacidade de emissão de ondas longas para o espaço.

A emissão de ondas longas no espaço fica mais caracterizada no período noturno, onde o balanço de energia encontra-se negativo e onde ocorrem as temperaturas mínimas, mostrando, segundo SOUZA (1996) a importância das medições feitas no período noturno.

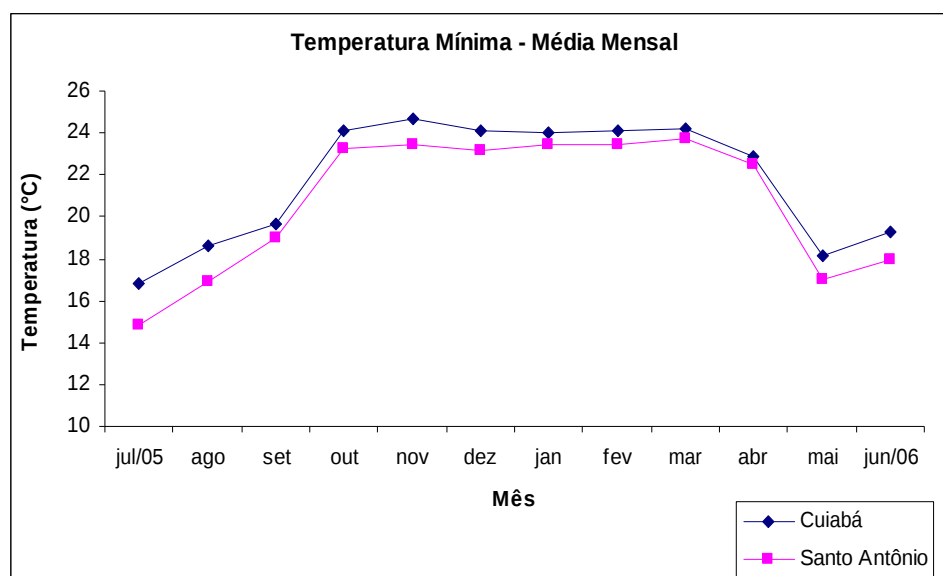


FIGURA 19 - Gráfico das Temperaturas Mínimas Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

A maior diferença térmica foi um acréscimo de 2°C para as temperaturas mínimas na estação de Cuiabá, fato ocorrido no mês de Julho caracterizado como estação seca onde segundo a literatura ocorrem os maiores indícios de *ilha de calor*.

A menor diferença térmica ocorrida foi constatada para o mês de abril com um acréscimo de 0,4°C para a estação de Cuiabá. Essa menor amplitude deve-se ao fato da maior instabilidade do céu nesse mês devido às chuvas, reduzindo os indícios da *ilha de calor* nas cidades.

Através do teste T pareado observou-se que existe diferença significativa entre o comportamento das temperaturas mínimas mensais das duas estações meteorológicas, diferentemente do comportamento encontrado para as temperaturas máximas. O valor encontrado no teste foi de $t=7,018$, correspondendo a uma probabilidade de 0,000, conforme a tabela 5. Esses resultados demonstram que deve-se aceitar a hipótese inicial que afirma a existência de diferença significativa entre o comportamento das temperaturas mínimas, já que, a probabilidade de erro nessa afirmação é nula.

TABELA 5 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas mínimas

Teste de Amostras Emparelhadas

	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade	P
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença				
				Inferior	Superior			
Pair 1 Cuiabá – Sant.	1,00000	,49360	,14249	,68638	1,31362	7,018	11	,000

Através das figuras 20 e 21 observa-se que a média das temperaturas mínimas mensais para a estação de Cuiabá foi de 21,71°C, com um desvio padrão de 2,94 °C, sendo superior à média encontrada para a cidade de Santo Antônio de 20,71°C e um desvio padrão de 3,30°C. A diferença entre as médias chegou a um valor de 0,99°C de acréscimo para a estação de Cuiabá.

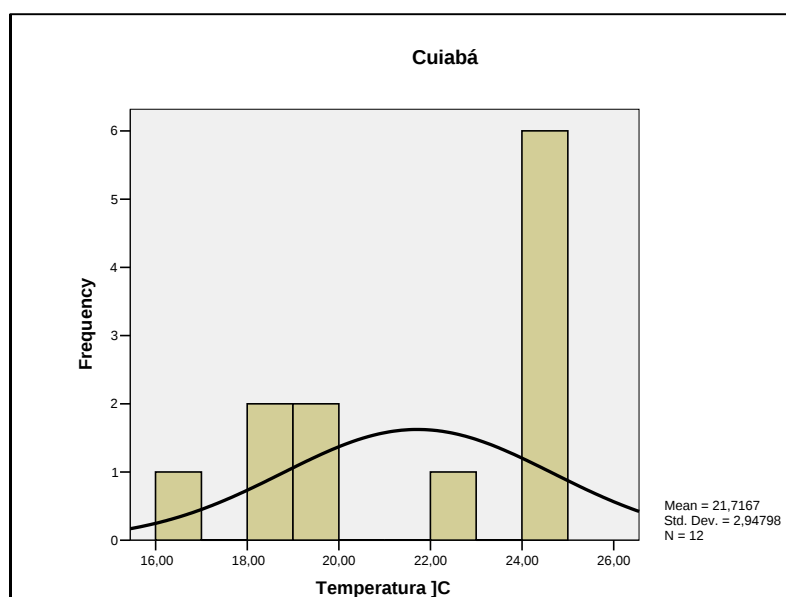


FIGURA 20 - Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Cuiabá

As maiores frequências de temperaturas para a estação de Cuiabá, ficaram entre 24 a 25°C, enquanto que para Santo Antônio foi encontrado para os valores entre 22 a 24°C, mostrando assim uma maior frequência de maiores temperaturas mínimas mensais para Cuiabá, podendo ser atribuída a retenção de energia solar pela área urbana, sendo dissipada no período noturno, constatando o indício de *ilha de*

calor e mostrando a influência da cidade no clima urbano e a importância dos estudos microclimáticos.

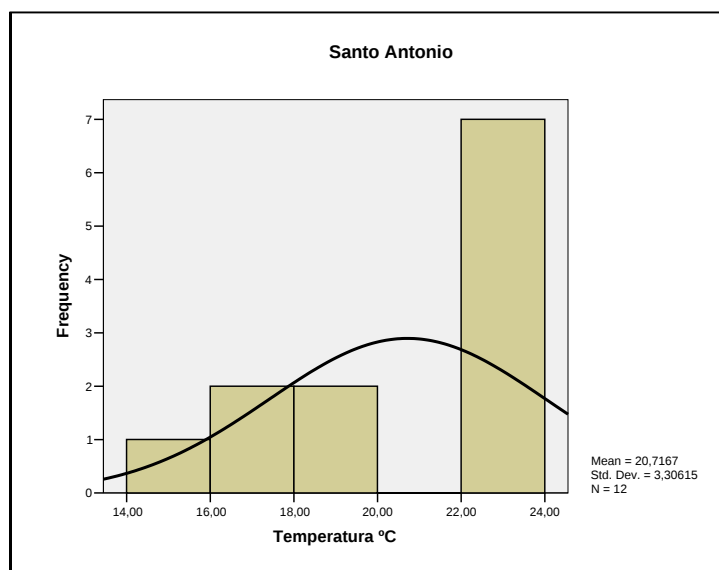


FIGURA 21 - Distribuição da frequência das temperaturas mínimas mensais para a estação de Santo Antônio

Os gráficos que apresentam a frequência das temperaturas mínimas para as duas estações meteorológicas, mostram uma dispersão em torno da média, com desvios padrão superiores aos encontrados nas temperaturas máximas, isso pode ser explicado pela ausência da radiação direta durante o período noturno, onde se encontram as temperaturas mínimas, já que as mudanças de temperatura no período diurno obedecem ao fluxo de radiação solar.

4.1.3. Temperaturas Médias nas Estações Meteorológicas

Com os dados coletados das estações meteorológicas confeccionou-se a tabela de número 6, apresentando dados de temperaturas médias para o período de julho de 2005 a junho de 2006 e suas amplitudes térmicas.

TABELA 6 - Temperatura média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Temperatura Média Compensada - Jul/2005 a Jun/2006 Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto.Antônio (°C)	Amplitude (°C)
jul/05	23,7	21,1	2,6
ago/05	26,4	25,1	1,3
set/05	25,8	24,5	1,3
out/05	28,3	27,7	0,6
nov/05	27,9	27,3	0,6
dez/05	27,7	27,1	0,6
jan/06	27,2	27,1	0,1
fev/06	27	26,9	0,1
mar/06	27	26,1	0,9
abr/06	25,9	26,6	-0,7
mai/06	22,9	22,1	0,8
jun/06	24,8	23,9	0,9
Meses/ano	Cuiabá (°C)	Sto.Antônio (°C)	Amplitude (°C)
Maior Mn	28,3/out.	27,7/out	0,6
Menor Mn	22,9/maio	21,1/jul	1,8
		Maior amplitude	2,6 – jul
		Menor amplitude	0,1 – abr e fev

Observa-se que apenas no mês de abril a temperatura média mensal para Cuiabá superou as encontradas em Santo Antônio.

A maior diferença térmica encontrada foi no mês de julho, onde Cuiabá obteve um acréscimo de 2,6°C em relação a Santo Antônio. Esse mês é caracterizado como período da seca, onde as pesquisas apontam maiores diferenças de temperatura entre uma área urbana e rural.

A menor diferença entre as temperaturas médias mensais ficou para os meses de abril e fevereiro, estação úmida com grande estratificação do ar pela instabilidade trazida pelas precipitações do período.

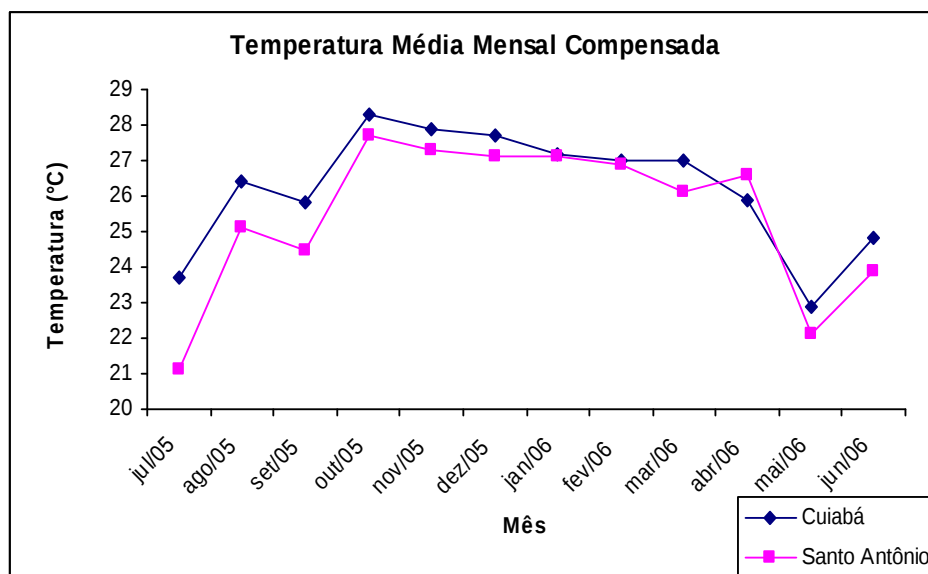


FIGURA 22 – Gráfico das Temperaturas Médias Mensais Compensada para Cuiabá e Santo Antônio

Através do teste T pareado, a um nível de significância de 5%, observou-se que existem diferenças significativas entre o comportamento das temperaturas médias mensais para as duas estações meteorológicas, já que foi encontrado um valor de t igual a 3,272, correspondendo a uma probabilidade de 0,007, ou seja, aceita-se a hipótese inicial de que existe diferença entre os dados, pois, o erro para essa afirmação seria apenas de apenas 0,7%.

TABELA 7 - Dados obtidos no cálculo do teste T pareado para as temperaturas médias

Teste de Amostras Emparelhadas								
	Diferenças Emparelhadas					t	Grau De Liberdade	P
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% Intervalo De Confiança Diferença				
				Inferior	Superior			
Cuiabá - St. Antônio	,75833	,80279	,23175	,24827	1,26840	3,272	11	,007

A média encontrada para a estação de Cuiabá foi de 26,216°C com um desvio padrão de 1,68°C. Para Santo Antônio a média foi inferior, chegando a um valor de 25,458°C com um desvio padrão de 2,16°C, caracterizando uma diferença entre as médias de 0,758°C de acréscimo para a estação de Cuiabá.

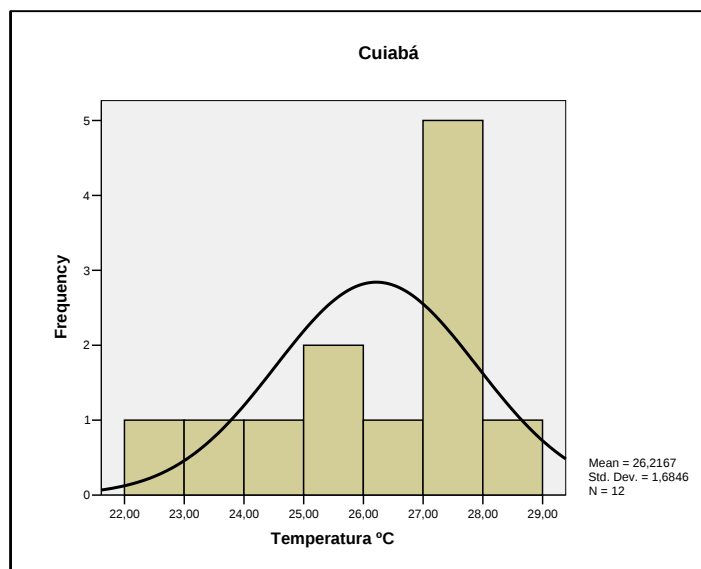


FIGURA 23 - Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Cuiabá

A maior frequência de temperatura para a estação de Cuiabá ficou entre 27 e 28°C semelhante ao encontrado na estação de Santo Antônio, mostrando que as maiores diferença ainda estão para as temperaturas mínimas detectadas no período noturno.

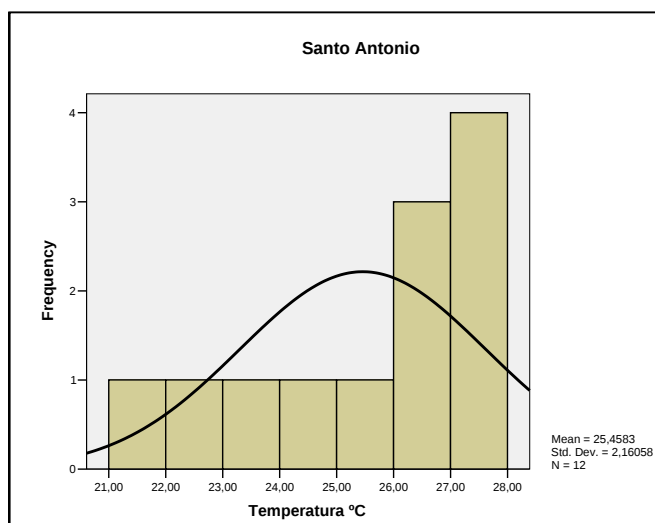


FIGURA 24 - Distribuição da frequência das temperaturas médias mensais para a estação de Santo Antônio

O comportamento das frequências das temperaturas médias mensais para Cuiabá e Santo Antônio apresentaram variações em relação a média, já que essas temperaturas sofrem a influência do desequilíbrio do comportamento das

temperaturas mínimas.

4.1.4. Umidade Relativa nas Estações Meteorológicas

Através dos dados coletados nas estações de Cuiabá e Santo Antônio foi confeccionada a tabela 8 que apresenta a umidade média mensal das duas estações no período estudado e mostra ainda a diferença entre as umidades relativas do ar entre as estações meteorológicas.

TABELA 8 - Umidade Média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Umidade Média Mensal Jul/2005 a jun/2006 Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (%)	Sto. Antônio (%)	Diferença (%)
jul/05	61	63	-2
ago/05	53	49	4
set/05	63	64	-1
out/05	69	70	-1
nov/05	72	77	-5
dez/05	76	79	-3
jan/06	79	83	-4
fev/06	82	84	-2
mar/06	84	85	-1
abr/06	82	84	-2
mai/06	73	79	-6
jun/06	67	75	-8
Maior Umi.	84/mar	85/mar	1,0
Menor Umi.	53/agosto	49/agosto	4,0
		Maior diferença	8,0-junho
		Menor diferença	1,0- set, out e março

Constata-se que a maior umidade relativa do ar encontrada para as duas estações meteorológicas foi detectada no mês de março, estação úmida. A estação de Cuiabá obteve para esse mês uma umidade relativa do ar de 84% e a estação de Santo Antônio ficou com 85% de umidade.

A menor umidade relativa do ar para as duas estações foi encontrada no mês de agosto, período de seca na região. A estação de Santo Antônio obteve 49% de umidade relativa do ar enquanto que Cuiabá obteve uma umidade maior, com 53% também no mês de agosto.

A menor umidade encontrada foi obtida na estação de Santo Antônio, esse fato constituiu-se isoladamente, já que em outros meses da análise as umidades encontradas foram superiores as obtidas na estação de Cuiabá.

A maior diferença entre a umidade relativa do ar mensal foi encontrada no mês de junho, com um acréscimo de 8% de umidade para a estação de Santo Antônio.

O fato da estação de Santo Antônio obter uma seqüência maior de meses com umidades médias maiores está ligado a maior quantidade de área verde que retém a umidade das chuvas, já que tem um coeficiente de escoamento menor que áreas urbanas. Além disso, o efeito da evapotranspiração também contribui para manter o ar adjacente as superfícies com maior umidade.

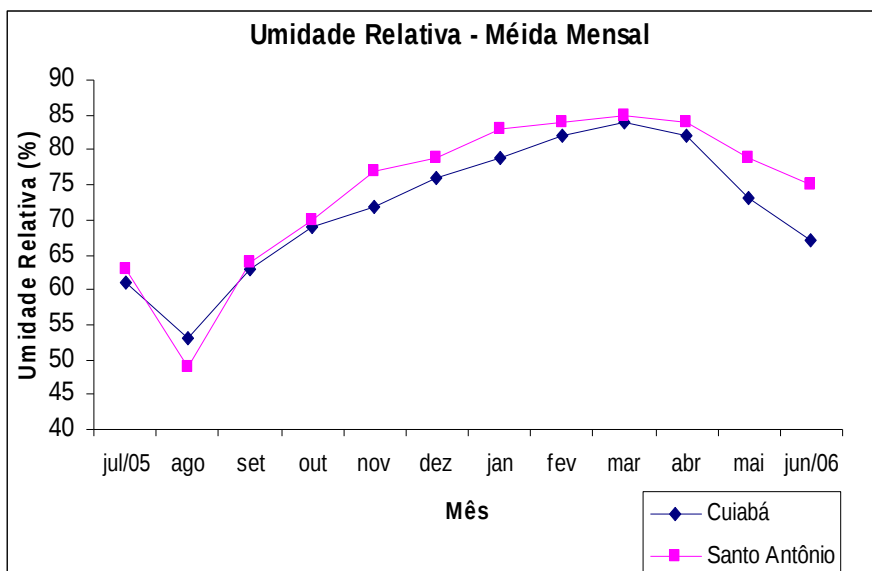


FIGURA 25 – Gráfico das Umidades Médias Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

O gráfico da figura 25 demonstra claramente a queda na umidade relativa do ar no mês de agosto, estação seca, e as maiores umidades encontradas na estação de Santo Antonio, caracterizada como área rural em relação à estação de Cuiabá.

4.1.5. Precipitações Médias Mensais nas Estações Meteorológicas

Através dos dados obtidos nas estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio criou-se a tabela de número 9, onde estão as precipitações médias dos meses analisados, apresentados em forma de altura (milímetros no mês).

TABELA 9 – Precipitação média mensal para as estações de Cuiabá e Santo Antônio

Precipitação Média Mensal Jul/2005 a jun/2006 Estações de Cuiabá e Santo Antônio			
Meses/ano	Cuiabá (mm)	Sto.Antônio (mm)	Diferença (mm)
jul/05	0	0,4	-0,4
ago/05	1	7,1	-6,1
set/05	43,3	73	-29,7
out/05	121,4	134,9	-13,5
nov/05	90,5	99,3	-8,8
dez/05	104,1	164,3	-60,2
jan/06	152,9	182,1	-29,2
fev/06	355,5	177,1	178,4
mar/06	273,1	229,8	43,3
abr/06	154,7	178,5	-23,8
mai/06	12,5	11,6	0,9
jun/06	4,1	0	4,1
Maior Prec.	355,5/fev.	229,8/mar.	125,7
Menor Prec.	0 / ju.l	0 / jun.	0
		Maior diferença	178,4/feve.
		Menor diferença	0,4 / julho

A maior precipitação encontrada para a estação de Cuiabá foi de 355,5mm em fevereiro, estação úmida. Em Santo Antônio obteve-se uma precipitação de 229,8mm no mês de março, estação úmida. A diferença foi de 125,7mm de precipitação mensal acrescida para Cuiabá. Esse fato demonstra que Cuiabá possuiu o maior pico entre as precipitações mensais mostrando que é válida a preocupação de MONTEIRO & MENDONÇA (2003) em relação à intensificação dos sinistros causados pela influência do clima nas cidades.

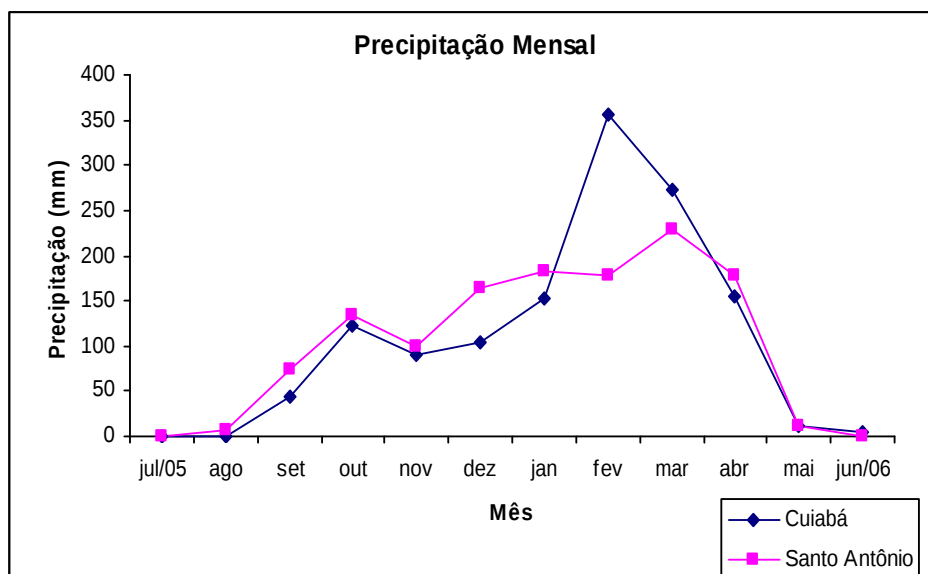


FIGURA 26 – Gráfico das Precipitações Médias Mensais para Cuiabá e Santo Antônio

Através da figura 26 observa-se que as duas estações meteorológicas obtiveram as menores precipitações nos meses de junho, julho, agosto e setembro onde a estação seca se mostra com maior clareza.

Em geral a estação de Santo Antônio apresentou uma sequência de precipitações superiores à estação de Cuiabá. Esse fato pode estar ligado à relação entre as áreas verdes e a precipitação. Essa observação pode indicar também uma maior estabilidade nas precipitações, já que Cuiabá apresentou maiores picos de precipitações entre os meses analisados, o que é um problema nas grandes cidades.

4.2. INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA URBANA NO MICROCLIMA DO CAMPUS DA UFMT

4.2.1. Apresentação dos Pontos do Transecto no Campus da UFMT

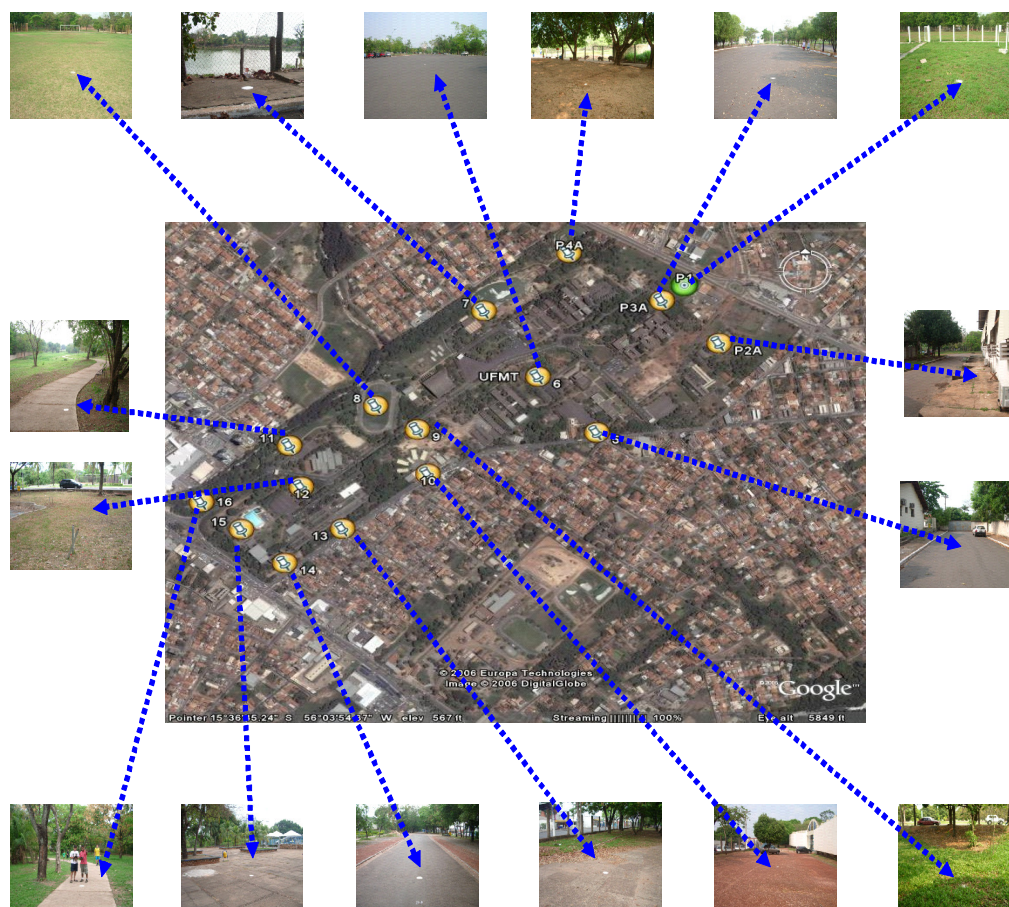


FIGURA 27 - Foto dos dezesseis pontos medidos no campus da UFMT

Os pontos de medições escolhidos com a maior variação possível de conformação urbana, conforme a figura 27, foram dispostos em linhas partindo do ponto 1 na estação meteorológica da UFMT até o ponto 16 localizado no bosque de caminhada, conforme figura acima.

4.2.2. Análise das Características da conformação dos Pontos Estudados

Os pontos foram analisados conforme suas características morfológicas, encontrando-se os seguintes resultados:

Ponto 01

O Ponto de número 1 está localizado na estação meteorológica da UFMT. Nesse ponto o solo é coberto por uma vegetação rasteira (grama), conforme a figura de número 28 abaixo.



FIGURA 28 - Características do Ponto 1

Nesse ponto não existe obstruções do céu, já que não há nenhuma projeção de construções vizinhas ou vegetação sobre o plano horizontal onde está localizado o ponto. Isso implica diretamente na facilidade de dissipação da energia acumulada na superfície.

O primeiro ponto está localizado a aproximadamente 30 metros da Avenida do Moinho de grande fluxo de veículos, que separa o campus da UFMT do bairro Jardim Itália. A ventilação nesse ponto é de fácil acesso, sem obstruções de edificações ou vegetações.

Ponto 02

O ponto 02 caracteriza-se por estar inserido em um pavimento rígido (calçada de concreto), distante apenas 50 cm de uma edificação e 10 metros de outra, separadas por um pavimento flexível do tipo PMF (Pré-misturado a frio), conforme a figura de número 29 abaixo.



FIGURA 29 - Características do Ponto 2

Esse ponto localiza-se entre duas edificações possui pouco acesso de ventilação e de grande obstrução para a dissipação da energia disponível no pavimento rígido para o céu além de impedir a total insolação durante o período diurno.

Ponto 03

O terceiro ponto está localizado em um estacionamento e caracteriza-se por estar inserido em um pavimento flexível do tipo pré-misturado a frio, conforme a figura abaixo.



FIGURA 30 - Características do Ponto 3

O ponto de número 3 possui um canteiro central com uma vegetação de espécies lenhosas.

Nesse ponto a obstrução para a dissipação da energia acumulada na superfície é feita apenas pela vegetação do canteiro central.

Ponto 04

O ponto 04 está localizado no Zoológico do Campus, conforme a figura de número 31 abaixo.



FIGURA 31 - Características do Ponto 4

As características do ponto 04 são opostas aos pontos antecedentes, pois trata-se de uma superfície de solo nu (solo areno-argiloso) com grande obstrução para a dissipação da energia acumulada na superfície, pois está inserido em um local com vegetação de grande porte (espécies lenhosas). Existe ainda a presença de superfície de água (piscina de animais) a 15 metros de distancia.

Ponto 05

O quinto ponto está localizado no centro de uma pista com pavimento flexível do tipo PMF, conforme figura abaixo.



FIGURA 32 - Características do Ponto 5

Esse ponto dista 40 metros da Rua 01 que separa o campus do bairro Boa Esperança.

O ponto 05 está localizado entre duas edificações (7,00 metros de distancia de cada construção) e possui grande obstrução da ventilação. A obstrução contribui para diminuir a insolação durante o dia. Apenas o aspecto de ventilação é dificultado pela vegetação que envolve o ponto estudado.

Ponto 06

O sexto ponto está localizado em um pavimento flexível do tipo pré-misturado a frio, como pode ser visto na figura abaixo.



FIGURA 33 - Características do Ponto 6

Trata-se do estacionamento do Teatro da UFMT. Essa área não possui obstrução para a dissipação do calor acumulado na superfície do pavimento e também para a recepção da insolação durante o dia. Em seu entorno localiza-se uma vegetação rala e nativa do tipo serrado e o Teatro da UFMT.

Ponto 07

O sétimo ponto está localizado em um calçamento de concreto às margens da lagoa do Zoológico, próximo ao Restaurante Universitário, conforme a figura abaixo.



FIGURA 34 - Características do Ponto 7

Trata-se de um ponto sem obstrução da dissipação da energia da superfície e também de total acesso da insolação.

Ponto 08

O oitavo ponto está localizado no campo de futebol da UFMT, precisamente na marca do meio do campo, como pode ser visto na figura abaixo.



FIGURA 35 - Características do Ponto 8

O ponto 8 encontra-se inserido em uma superfície gramada de fácil acesso de insolação e de dissipação do calor acumulado na superfície.

Ponto 09

O ponto de número nove está localizado em um pequeno bosque próximo a avenida principal do campus, como pode ser visto na figura 36 abaixo.



FIGURA 36 - Características do Ponto 9

A superfície do ponto 9 é coberta por vegetações nativas do tipo rasteira. O ponto é encoberto por espécies lenhosas espaçadas, permitindo a passagem da ventilação, com pouca obstrução da insolação e da dissipação do calor acumulado na superfície.

Ponto 10

O décimo ponto localiza-se próximo a Rua 01 que separa o bairro Boa Esperança do campus. A superfície é de solo nu, formada por um material mesclado com argila, areia e pedregulho, conforme a figura 37 abaixo.



FIGURA 37 - Características do Ponto 10

O ponto de número 10 está próximo ao bloco de cultura do campus. Não existe obstrução da passagem da radiação solar e também da dissipação do calor acumulado no solo nu.

Ponto 11

O décimo primeiro ponto localiza-se no bosque utilizado para caminhadas no campus. O ponto está inserido sobre um calçamento que serve para caminhadas, como pode ser visto na figura abaixo.



FIGURA 38 - Características do Ponto 11

Nesse ponto encontram-se espécies de vegetações lenhosas de grande porte, além de uma vegetação nativa rasteira. O ponto possui a total obstrução da radiação direta do sol e também da dissipação do calor acumulado no calçamento.

A ventilação possui acesso restrito, acontecendo com maior facilidade na direção noroeste.

Ponto 12

O décimo segundo ponto está localizado em um pequeno bosque formado por vegetação de espécies lenhosas. Esse ponto está a uma distancia de 20 metros da avenida principal do campus, conforme a figura 39 abaixo.



FIGURA 39 - Características do Ponto 12

Nesse ponto as árvores estão espaçadas em um solo coberto por vegetação rala e nativa, onde acontece a obstrução da insolação e também a dificuldade da dissipação do calor da superfície estudada.

Ponto 13

O décimo terceiro ponto está localizado em um estacionamento, como pode ser visto na figura de número 40 abaixo.



FIGURA 40 - Características do Ponto 13.

Esse ponto encontra-se em um pavimento rígido do tipo concreto e está próximo a Rua 01 do bairro Boa Esperança. Nesse ponto não existem dificuldades para a insolação bem como para a dissipação do calor acumulado no pavimento.

Ponto 14

O décimo quarto ponto está localizado em uma via pavimentada, conforme a figura de número 41 abaixo.



FIGURA 41 - Características do Ponto 14

A via é confeccionada com pavimento flexível (PMF) e encontra-se entre dois canteiros com vegetação de espécies lenhosas.

Ponto 15

O décimo quinto ponto encontra-se nas proximidades do parque aquático do campus. Esse ponto está inserido em um pavimento de concreto com canteiros de árvores isoladas e espaçadas, como pode ser visto na figura abaixo.



FIGURA 42 - Características do Ponto 15

A insolação e a dissipação do calor da superfície são facilitadas, já que não existem obstruções do céu nesse ponto.

Ponto 16

O décimo sexto ponto encontra-se no início da rota de caminhada do campus, nas proximidades da Avenida Fernando Corrêa da Costa. Nesse ponto encontram-se espécies de vegetação rasteiras e nativas, bem como espécies lenhosas de grande e pequeno porte, conforme a figura de número 43 abaixo.



FIGURA 43 - Características do Ponto 16.

Nesse ponto não existem totais condições para a penetração da ventilação, já que o bosque é formado por espécies de tamanhos diferentes, dificultando a penetração da ventilação.

4.2.3. Estudo Microclimático na Estação Seca

4.2.3.1. Período da Manhã: Seca

Através das medidas móveis realizadas com a utilização de um termo-higro-anemômetro no Campus da UFMT percorrendo os dezesseis pontos, foram coletados valores de temperatura e umidade relativa do ar para o período da seca no período da

manhã. Estas medições foram realizadas a partir das 6:30 para verificar o comportamento dos pontos em relação a temperatura e a umidade relativa do ar com o aumento da radiação solar.

Os horários para cada ponto de medições estão disponíveis no apêndice I.

TABELA 10 - Temperaturas no período da manhã medidas na estação seca

Temperaturas no Período da Manhã (° C) - Estação Seca								
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Média	Máximo	Mínimo
1	24,2	23,6	27,2	23,7	21,2	24,0	27,2	21,2
2	23,4	24,3	27,2	24,3	21,4	24,1	27,2	21,4
3	23,6	25,0	27,0	25,3	23,3	24,8	27,0	23,3
4	22,8	24,4	26,6	25,2	22,5	24,3	26,6	22,5
5	23,3	25,5	27,2	25,5	22,3	24,8	27,2	22,3
6	23,4	25,1	28,1	25,5	24,3	25,3	28,1	23,4
7	23,8	25,7	27,6	26,5	24,7	25,7	27,6	23,8
8	24,0	25,2	28,0	24,1	24,0	25,1	28,0	24,0
9	24,3	25,6	28,5	25,2	24,5	25,6	28,5	24,3
10	24,8	25,8	28,6	25,3	25,0	25,9	28,6	24,8
11	24,0	26,3	27,0	24,4	22,6	24,9	27,0	22,6
12	24,2	26,2	28,6	24,4	22,8	25,2	28,6	22,8
13	26,5	26,7	29,7	24,5	25,2	26,5	29,7	24,5
14	26,2	26,3	29,1	26,0	23,0	26,1	29,1	23,0
15	25,2	27,0	30,7	25,0	23,4	26,3	30,7	23,4
16	25,4	26,9	30,5	25,5	25,6	26,8	30,5	25,4
Máximo	26,5	27,0	30,7	26,5	25,6			
Mínimo	22,8	23,6	26,6	23,7	21,2			
Diferença	3,7	3,4	4,1	2,8	4,4			

TABELA 11 - Umidades no período da manhã medidas na estação seca

Umidades no Período da Manhã (%) - Estação Seca								
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Média	Máximo	Mínimo
1	75,6	88,0	72,1	81,5	80,3	79,5	88,0	72,1
2	82,1	83,4	70,8	78,5	76,2	78,2	83,4	70,8
3	83,7	82,5	71,8	75,6	74,8	77,7	83,7	71,8
4	86,3	88,6	73,2	80,8	81,4	82,1	88,6	73,2
5	81,9	81,8	67,7	76,4	72,8	76,1	81,9	67,7
6	80,6	80,3	68,5	77,4	71,6	75,7	80,6	68,5
7	81,0	80,7	68,7	75,9	68,5	75,0	81,0	68,5
8	79,3	82,3	70,0	82,4	72,4	77,3	82,4	70,0
9	77,3	78,8	67,9	79,3	76,0	75,9	79,3	67,9
10	77,5	77,3	66,7	78,3	72,0	74,4	78,3	66,7
11	77,3	77,1	73,4	80,1	73,0	76,2	80,1	73,0
12	76,7	75,8	67,8	81,2	74,7	75,2	81,2	67,8
13	71,0	74,8	66,0	79,2	69,2	72,0	79,2	66,0
14	67,5	74,6	64,8	77,2	70,8	71,0	77,2	64,8
15	67,3	74,3	61,5	80,1	72,0	71,0	80,1	61,5
16	67,9	70,5	61,8	77,3	67,0	68,9	77,3	61,8
Máximo	86,3	88,6	73,4	82,4	81,4			
Mínimo	67,3	70,5	61,5	75,6	67,0			
Diferença	19,0	18,1	11,9	6,8	14,4			

4.2.3.1.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação seca no período da manhã

O gráfico da temperatura máxima e mínima na estação seca feita no período da manhã mostra claramente a evolução da temperatura do ar com o avanço das medições, conforme a figura número 44 abaixo. Esse fato ocorre concomitantemente com o aumento do balanço de energia global nos pontos pela maior incidência da radiação solar ao passar do tempo.

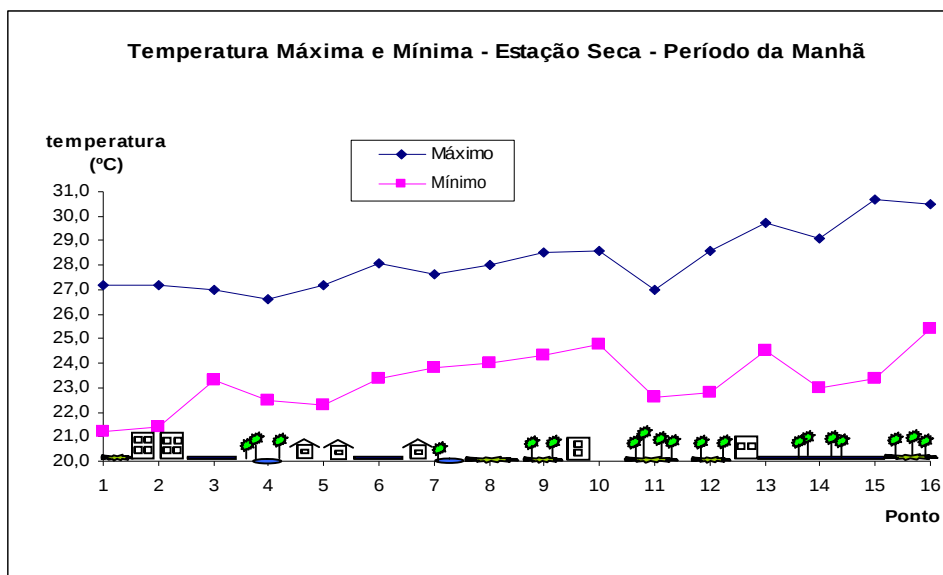


FIGURA 44 - Gráfico da temperatura máxima e mínima na estação seca feita no período da manhã.

A maior temperatura máxima ocorreu no ponto 15, inserido em um pavimento rígido do tipo concreto, com uma temperatura de 30,7°C. Já a menor temperatura máxima encontrada foi no ponto 4 com 26,6 °C, caracterizado por um solo nu, próximo á superfícies d'água e com árvores de pequeno porte em seu entorno.

Observa-se que, mesmo com a progressão da temperatura, devido o crescente acesso solar, ocorreram decréscimo de temperatura máxima nas áreas vegetadas, mostrando a importância das áreas verdes na conformação urbana.

Considerando a sequência dos pontos para se obter uma menor interferência do tempo das medições nas temperaturas, pode-se verificar a influência da morfologia urbana na temperatura máxima no período da manhã através da maior diferença térmica na passagem do ponto 10, com 28,6°C, para o ponto 11 com uma temperatura de 27°C, representando um decréscimo de 1,6°C. Isso deve-se ao fato de

que o ponto 10 representa um ambiente próximo a edificações e sobre um solo nu e o ponto 11 está dentro de um bosque com diferentes espécies de vegetação.

A menor temperatura mínima foi encontrada no ponto 1 com $21,2^{\circ}\text{C}$, podendo ser consequência de estar no início das medições, onde a incidência da radiação solar nesse período é menor que no período do último ponto da medição, o ponto 16, que representa consequentemente a maior temperatura mínima encontrada, com $25,4^{\circ}\text{C}$, para uma diferença de 67 minutos entre a medição do primeiro ponto.

Mesmo com a progressão da intensidade da radiação solar pode-se observar que ocorreu uma maior diferença térmica (analisando na sequência dos pontos) com o decréscimo de $2,2^{\circ}\text{C}$ do ponto 10 (sem vegetação) para o ponto 11 (superfície vegetada). Esse valor representa um maior conforto para regiões que passam por um rigor climático por longo período do ano, como é o caso da cidade de Cuiabá.

4.2.3.1.2. Umidade Máxima e Mínima na estação seca no período da manhã

O gráfico apresentado na figura de número 45 abaixo onde mostra a umidade relativa do ar máxima e mínima no período da manhã indica uma tendência de decréscimo ao passar do tempo das medições, isso representa um reflexo do aumento da temperatura do ar que eleva a capacidade de acúmulo do vapor d'água e diminui os valores medidos da umidade .

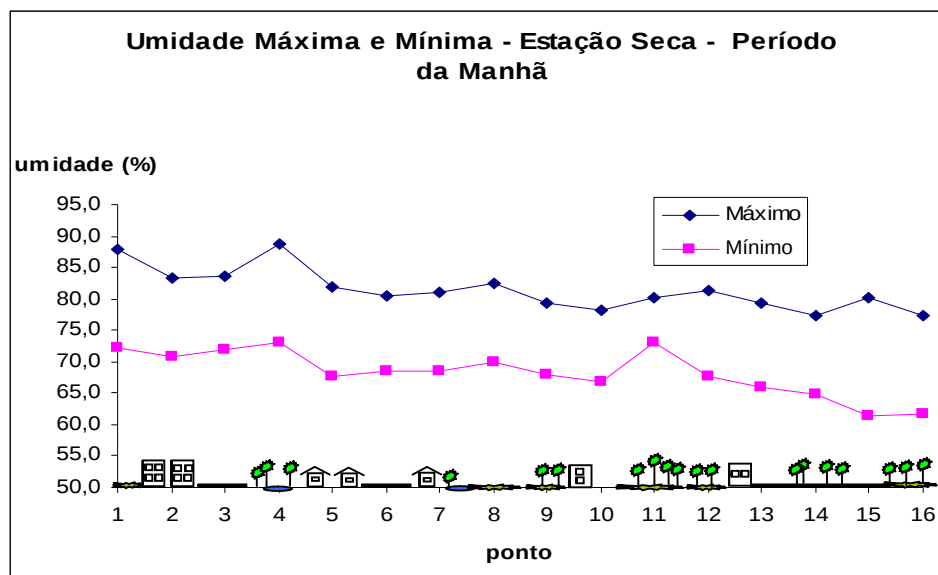


FIGURA 45 - Gráficos da umidade máxima e mínima do ar na estação seca no período da manhã.

Mesmo com o aumento da radiação solar a partir da primeira medição a maior umidade relativa máxima do ar foi encontrada no ponto 4 (zoológico), com 88,6%. Esse fato comprova a eficiência da vegetação e das superfícies d'água como mecanismo para elevar a umidade do ar nas grandes cidades através da evapotranspiração, o que não ocorre em áreas com grande densidade construída, sem vegetação.

A menor umidade máxima encontrada corresponde ao ponto 14 com 77,2%, mostrando pouca diferença entre os pontos com área vegetada e área construída com o aumento da radiação solar ao passar do tempo das medições.

A menor umidade relativa mínima foi encontrada no ponto 15, com 61,5 % de umidade, caracterizada por ser uma região de pavimento rígido do tipo concreto. Esse valor não pode ser considerado como influência da morfologia do terreno, já que ele possui apenas 0,8% de umidade para o próximo ponto com área vegetada e ambos sofrem influência da radiação solar.

Através dos resultados dos últimos pontos chega-se a conclusão de que com a maior incidência da radiação solar as diferenças entre os pontos diminuem, mesmo sendo pontos com características diferentes.

4.2.3.1.3. Umidade e Temperatura Média na estação seca no período da manhã

O gráfico da temperatura e umidade média do ar da figura 46 mostra o acréscimo da temperatura e o decréscimo da umidade relativa do ar com o passar do tempo das medições. Esse comportamento inverso das variáveis climáticas está relacionado com o aumento da radiação solar e consequentemente da temperatura disponibilizando maior volume de ar para ser preenchido pelo vapor d'água.

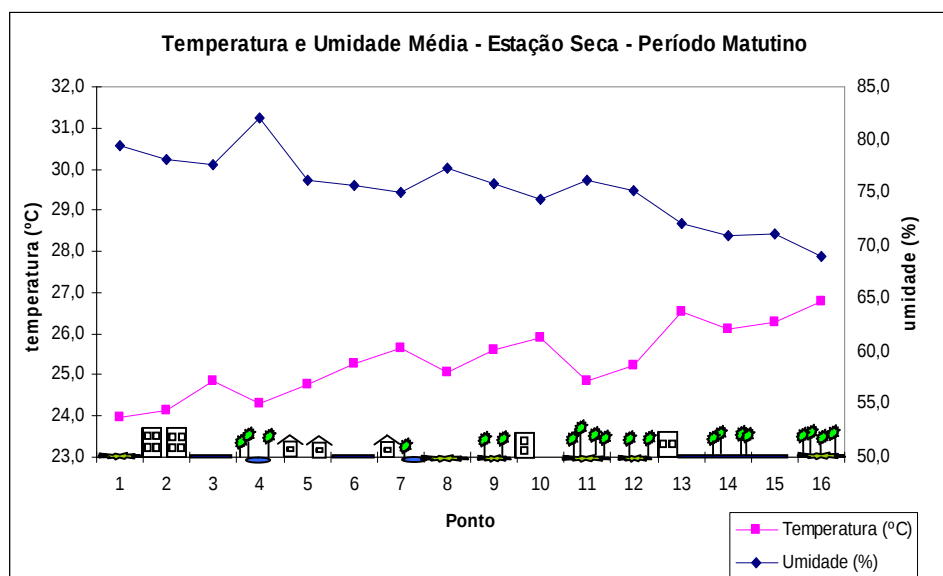


FIGURA 46 - Gráfico da temperatura e umidade média do ar na estação seca no período da manhã

A maior umidade relativa do ar média foi encontrada no ponto 4 (zoológico), apresentando 82,1% de umidade média, com uma diferença de 6% para o ponto 5, constituído de pavimento flexível, com alta impermeabilização e absorção de calor devido ao seu albedo. Essa diferença térmica foi a maior encontrada quando se analisa os pontos em seqüência. Esse fato mostrando que a eficiência da evapotranspiração das áreas vegetadas e com superfície d'água pode ser utilizada nas áreas urbanas para amenizar o rigor climático das cidades.

A menor umidade relativa do ar média foi obtida no ponto 16, com 68,9 %, mostrando novamente que a eficiência das áreas verdes urbanas diminuem com o aumento da radiação solar e do balanço de energia global, podendo ganhar maior eficiência com uma menor radiação solar ou sem a sua presença (período noturno).

Ao analisar o gráfico da temperatura média do ar observa-se que o ponto 1 obteve o menor valor (24°C), e o maior valor foi para o ponto 16 com 26,8°C, representando respectivamente o primeiro e o último ponto de medição, com diferença maiores de tempo e consequentemente de radiação solar.

A maior diferença térmica na seqüência dos pontos foi encontrada analisando os pontos 12 (área vegetada com 25,2°C) e 13 (área de solo nu próximo a áreas construídas, com 26,5°C). A diferença térmica mostrou um acréscimo de 2,3°C da área vegetada (ponto 12) para a área com densidade construída (ponto 13), comprovando a eficiência da vegetação para amenizar o calor nas cidades.

4.2.3.1.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período da manhã na estação seca

As medições das temperaturas e umidade relativa do ar feitas no período da manhã na estação seca corresponderam aos dias 21, 22, 23, 24 e 25 do mês de setembro de 2006.

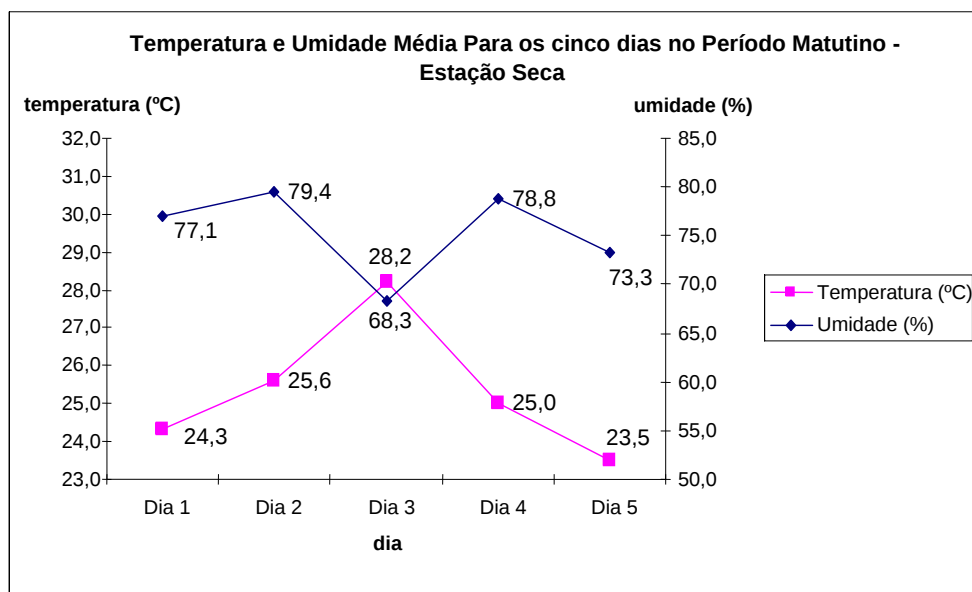


FIGURA 47 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período da manhã

Através do gráfico da figura 47 observa-se que o terceiro dia de medições (23 de setembro) obteve em média as maiores temperaturas do ar e consequentemente as menores umidades relativas do ar.

Vale salientar ainda que as temperaturas mínimas e máximas dos pontos corresponderam respectivamente aos dias de menores e maiores temperaturas do ar.

4.2.3.2. Período Noturno: Seca

As medições de temperatura e umidade relativa do ar feitas no período noturno estão apresentadas conforme os dias de medições mostrando seus valores mínimo, máximo e médio. As medições foram feitas após o pôr-do-sol e o tempo percorrido está apresentado no apêndice I.

TABELA 12 - Valores de temperatura do ar para o período noturno na estação seca

Temperaturas no Período Noturno (°C) - Estação Seca								
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Média	Máximo	Mínimo
1	28,3	30,0	28,1	26,2	31,0	28,7	31,0	26,2
2	28,4	30,2	28,1	26,8	31,6	29,0	31,6	26,8
3	28,3	30,7	28,8	26,9	31,6	29,3	31,6	26,9
4	27,8	29,2	27,9	26,0	30,0	28,2	30,0	26,0
5	28,3	30,2	28,8	26,5	31,2	29,0	31,2	26,5
6	28,3	30,3	29,2	26,1	31,3	29,0	31,3	26,1
7	28,4	30,3	28,2	26,1	30,3	28,7	30,3	26,1
8	27,5	28,7	27,5	25,8	30,2	27,9	30,2	25,8
9	28,0	29,0	25,8	26,1	30,6	27,9	30,6	25,8
10	28,2	29,8	27,9	25,9	30,7	28,5	30,7	25,9
11	27,0	29,4	28,4	26,0	30,6	28,3	30,6	26,0
12	28,5	29,6	28,3	25,9	30,6	28,6	30,6	25,9
13	28,9	30,2	29,5	26,6	30,6	29,2	30,6	26,6
14	28,6	30,2	28,8	27,7	30,6	29,2	30,6	27,7
15	28,4	29,7	28,6	26,5	30,8	28,8	30,8	26,5
16	27,1	28,9	28,8	26,5	30,4	28,3	30,4	26,5
Máximo	28,9	30,7	29,5	27,7	31,6			
Mínimo	27,0	28,7	25,8	25,8	30,0			
Diferença	1,9	2,0	3,7	1,9	1,6			

TABELA 13 - Valores de umidade relativa do ar para o período noturno na estação seca

Umidade no Período Noturno (%) - Estação Seca								
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Média	Máximo	Mínimo
1	64,5	59,4	63,2	74,3	57,3	63,7	74,3	57,3
2	63,8	58,1	60,2	72,3	55,8	62,0	72,3	55,8
3	64,5	58,8	60,0	72,9	55,8	62,4	72,9	55,8
4	66,3	63,9	66,7	75,0	58,5	66,1	75,0	58,5
5	64,0	58,8	61,8	72,5	56,1	62,6	72,5	56,1
6	64,1	57,6	59,4	73,5	56,4	62,2	73,5	56,4
7	63,5	62,5	58,3	76,2	57,0	63,5	76,2	57,0
8	67,9	64,8	64,0	74,1	59,1	66,0	74,1	59,1
9	69,2	61,7	65,1	72,7	59,0	65,5	72,7	59,0
10	65,4	60,5	61,8	72,4	58,3	63,7	72,4	58,3
11	70,0	63,1	62,5	71,8	57,6	65,0	71,8	57,6
12	62,8	58,8	62,0	73,4	58,3	63,1	73,4	58,3
13	62,3	58,2	63,5	72,5	57,0	62,7	72,5	57,0
14	64,9	59,2	60,5	71,4	58,2	62,8	71,4	58,2
15	64,5	59,3	61,9	73,0	58,4	63,4	73,0	58,4
16	70,1	64,2	65,2	73,2	59,8	66,5	73,2	59,8
Máximo	70,1	64,8	66,7	76,2	59,8			
Mínimo	62,3	57,6	58,3	71,4	55,8			
Diferença	7,8	7,2	8,4	4,8	4,0			

4.2.3.2.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação seca no período noturno

Através do gráfico da figura de número 48 pode-se observar que ao contrário do comportamento crescente da temperatura do ar para o período da manhã, no período noturno a tendência é ocorrer um decréscimo da temperatura com o passar do tempo. Esse fato é atribuído à ausência da radiação de ondas curtas emitida pelos raios solares, presentes no período da manhã.

No período noturno o balanço de energia global tende a ficar negativo, já que existirá apenas a parcela de radiação de ondas longas. O calor é dissipado pelas superfícies conforme as propriedades dos materiais que as compõe.

As análises da variação da temperatura conforme a morfologia de cada ponto torna-se mais aproximada, já que todos os pontos encontram-se em situações semelhantes em relação ao balanço de energia, podendo variar conforme o passar do tempo, pois a dissipação da energia absorvida durante o dia pelos materiais é crescente.

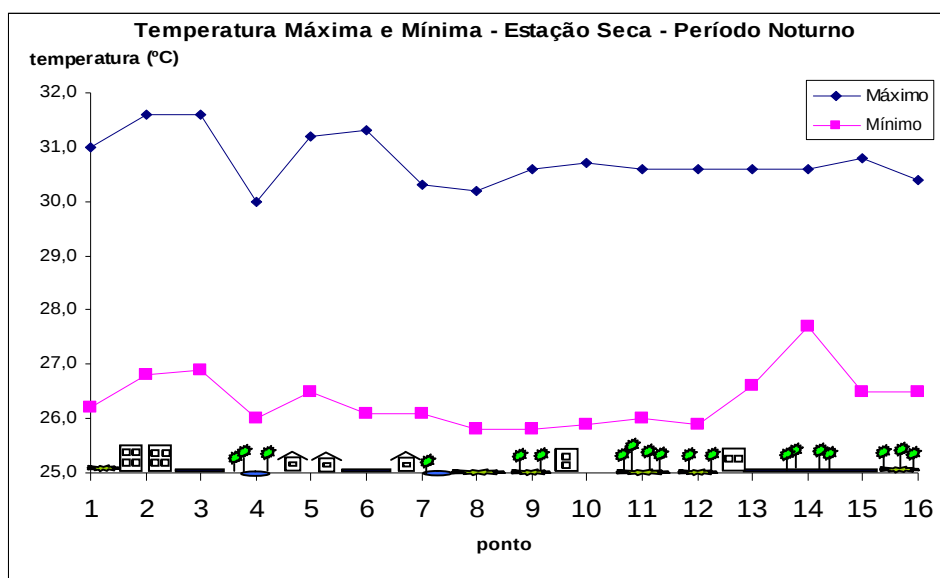


FIGURA 48 - Gráfico da temperatura máxima e mínima para a estação seca feita no período noturno

As maiores temperaturas máximas encontradas foram para os pontos 2 e 3 com 31,6°C. O ponto 2 está localizado entre edificações, que diminuem a abobada celeste do ponto para a dissipação do calor. O ponto 3 localiza-se em um pavimento flexível do tipo pré-misturado a frio, com uma cor escura com possibilidade de maior absorção da radiação solar e menor reflexão.

As maiores temperaturas máximas para os pontos 2 e 3 poderiam ser atribuídas ao início das medições, com maior energia acumulada. Entretanto a menor temperatura máxima foi encontrada no ponto 4, em sequência da medição, com a maior diferença térmica entre os pontos chegando a um decréscimo de $1,6^{\circ}\text{C}$ em relação aos pontos 2 e 3. Esse fato mostra que as características dos pontos influenciam em seus microclimas, já que o ponto 4 possui a presença de vegetações e superfícies d'água em seu entorno.

Observa-se também através do gráfico o comportamento do ponto 8 localizado em um campo gramado. Nesse ponto foi encontrada a segunda menor temperatura máxima, com $30,2^{\circ}\text{C}$, mostrando a eficiência da vegetação na amenização da temperatura, mesmo comparando com pontos medidos em períodos posteriores.

As menores temperaturas do ar no período noturno foram encontradas nos pontos 8 e 9 (áreas com vegetação), chegando a $25,8^{\circ}\text{C}$ contra $27,7^{\circ}\text{C}$ no ponto 14 (estacionamento com pavimento flexível) representando a maior diferença térmica, com $1,9^{\circ}\text{C}$, mesmo com diferença de 20 minutos entre os pontos 9 e 14.

4.2.3.2.2. Umidade Máxima e Mínima na estação seca no período noturno

O comportamento da umidade relativa do ar na estação seca observadas no período noturno mostra o inverso do caminhamento da temperatura. Os valores da umidade relativa do ar tende a crescer ao passar do tempo devido a diminuição da energia dissipada e consequentemente do aquecimento do ar próximo as superfícies estudadas.

A presença da vegetação em áreas urbanas ajuda a reter a umidade e evitar o escoamento superficial descontrolado feito pelos pavimentos. Com o maior acúmulo de água nas superfícies vegetadas e a transpiração das plantas a camada de ar próxima à superfície torna-se mais úmida em relação a superfícies impermeabilizadas.

Esse fato pode ser constatado através do gráfico da figura de número 49, que mostra os pontos 7, 4, 1 e 8 com as maiores umidades no período noturno. O ponto 7 localiza-se próximo a lagoa do zoológico e os demais pontos são compostos por vegetações.

A maior diferença de umidade máxima está entre o ponto 7 (76,2%) e o ponto 14 (71,4%) com 4,8% de decréscimo para o ponto 7 com pavimento flexível.

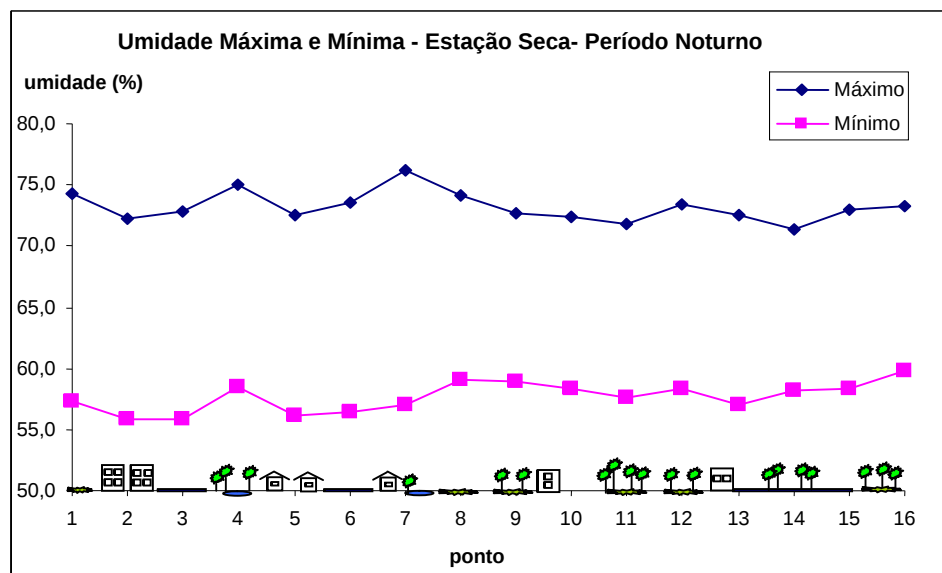


FIGURA 49 - Gráfico da umidade máxima e mínima para a estação seca feita no período noturno

A menor umidade encontrada foi obtida nos pontos 2 e 3 caracterizados entre edificações e pavimento flexível respectivamente. Ambos obtiveram 55,8% de umidade relativa e posteriormente ocorreu um acréscimo de 2,7% para o ponto 4 localizado no zoológico.

A maior diferença de umidade mínima ocorreu entre os pontos 16 com 59,8% e os pontos 2 e 3 com 55,8% de umidade mínima. A diferença chegou a 4,0% de acréscimo de umidade relativa do ar para o ponto 16 localização em um bosque.

4.2.3.2.3. Umidade e Temperatura média na estação seca no período noturno

Analisando os gráficos da figura de número 50 que apresenta a temperatura e a umidade media na estação da seca para o período noturno, constata-se que o comportamento da temperatura é oposto ao da umidade, o que é também constatado pelas revisões de literatura.

Observa-se que as temperaturas noturnas obtiveram quedas em seu valor ao passar de pontos com alta densidade construída para pontos com áreas vegetadas.

Esse fato pode ser observado através das menores temperaturas médias encontradas nos pontos 8 e 9, 4, 11 e 16 respectivamente, onde todos caracterizam-se pela presença de vegetação, mostrando a existência da amenização do calor pelas áreas verdes urbanas, artifício esse que pode ser utilizado nas cidades que experimentam elevadas temperaturas.

A maior diferença térmica nos valores médios da temperatura foi encontrada entre os pontos 3 (pavimento flexível) com 29,3°C, e os pontos 8 e 9 com 27,9°C. A diferença chegou a 1,4°C de decréscimo para os pontos 8 e 9 com presença de vegetação.

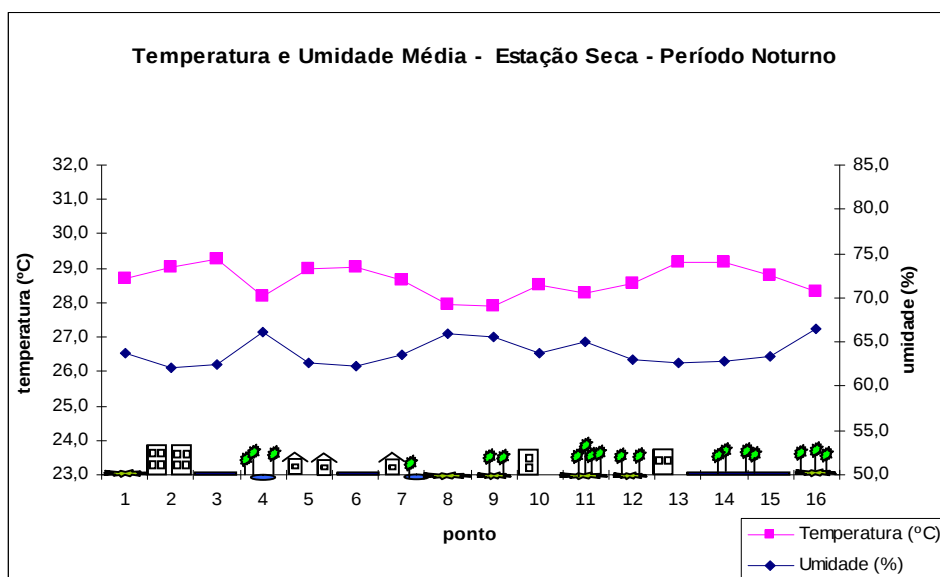


FIGURA 50 - Gráfico da umidade e temperatura média para a estação seca feita no período noturno

As maiores umidades médias do ar encontradas foram obtidas nos pontos 16, 4 e 8 que correspondem a áreas com presença de vegetação. A maior diferença de umidade relativa do ar média foi de 4,5%, acontecendo entre os pontos 16, com 66,5% de umidade, e o ponto 2, com 62%, localizado entre duas edificações sobre um calçamento de concreto próximo a um pavimento flexível, com grande impermeabilização.

4.2.3.2.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período noturno na estação seca

Através do gráfico da figura de número 51 onde estão apresentadas a temperatura e a umidade média do ar para os cinco dias no período noturno, observa-se que ocorre um crescimento da umidade com o decréscimo da temperatura.

A maior variação de temperatura ocorrida nas medições no período noturno na seca correu na passagem do quarto dia (24/setembro), com 26,4°C, para o quinto dia (25 de setembro), com 30,8°C. Essa mudança representou uma diferença térmica de 4,4°C, acrescentado para o quinto dia de medição.

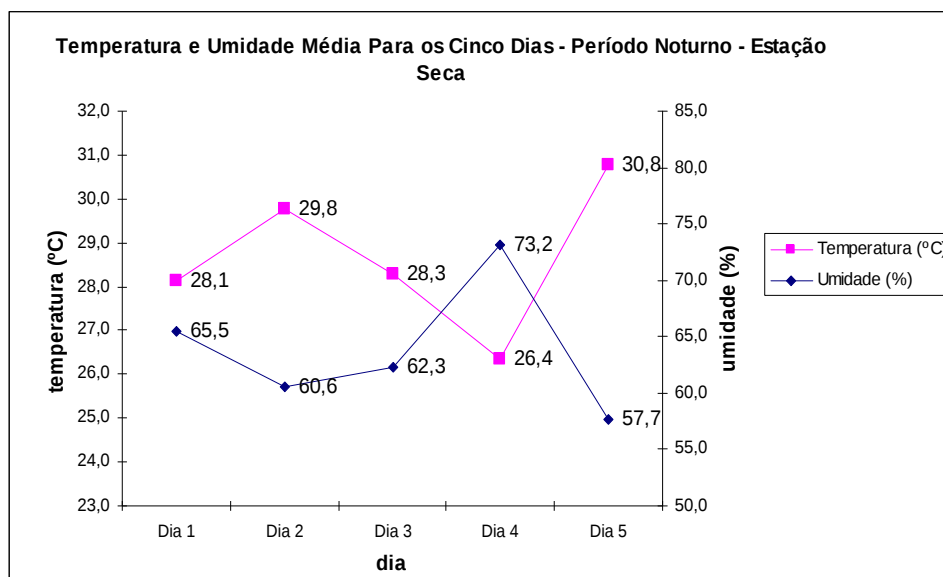


FIGURA 51- Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno

A maior variação da umidade relativa do ar para os cinco dias de medições na estação seca no período noturno teve um comportamento semelhante aos resultados da temperatura, na passagem do dia 4 para o dia 5. A mudança da umidade do dia 4, com 73,2%, para a umidade do dia 5, com 57,7%, correspondeu a uma variação de 15,5% de decréscimo de umidade para o último dia de medição.

4.2.4. Estudo Microclimático na Estação Úmida

4.2.4.1. Período da Manhã: Estação Úmida

Para a análise microclimática no campus da UFMT na estação úmida foram coletadas medidas de umidade relativa e temperatura do ar no período matutino, iniciando-se as 6 h e 30 min onde a influência da insolação ainda é menor nas superfícies.

Estão apresentados abaixo nas tabelas de número 14 e 15 os resultados das temperaturas e umidade relativa do ar no período da manhã na estação úmida. Os horários de medições estão apresentados no apêndice I.

TABELA 14 – Valores das temperaturas para os pontos na estação úmida no período da manhã

Temperaturas no Período da Manhã (°C) - Estação Úmida							
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Média	Máximo	Mínimo
1	27,0	28,6	27,1	28,1	27,7	28,6	27,0
2	27,4	28,8	27,8	29,8	28,5	29,8	27,4
3	27,5	28,7	25,0	29,2	27,6	29,2	25,0
4	26,6	28,1	27,0	28,3	27,5	28,3	26,6
5	28,1	28,7	27,4	29,8	28,5	29,8	27,4
6	28,2	28,4	28,4	29,6	28,7	29,6	28,2
7	27,7	28,4	29,4	29,4	28,7	29,4	27,7
8	28,0	28,6	28,4	29,1	28,5	29,1	28,0
9	28,5	29,6	28,9	30,2	29,3	30,2	28,5
10	28,4	29,4	28,6	32,6	29,8	32,6	28,4
11	28,5	29,3	28,7	31,0	29,4	31,0	28,5
12	28,0	29,1	28,5	31,1	29,2	31,1	28,0
13	29,8	29,1	29,7	31,0	29,9	31,0	29,1
14	28,7	28,5	28,6	30,6	29,1	30,6	28,5
15	28,2	29,3	29,9	30,7	29,5	30,7	28,2
16	29,9	29,8	30,4	31,8	30,5	31,8	29,8
Máximo	29,9	29,8	30,4	32,6			
Mínimo	26,6	28,1	25,0	28,1			
Diferença	3,3	1,7	5,4	4,5			

TABELA 15 – Valores das umidades relativas do ar para os pontos na estação úmida no período da manhã

Umidade no Período da Manhã (%) - Estação Úmida							
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Média	Máximo	Mínimo
1	67,6	66,3	67,9	64,6	66,6	67,9	64,6
2	64,3	66,2	68,1	59,8	64,6	68,1	59,8
3	66,2	63,6	65,3	61,5	64,2	66,2	61,5
4	69,9	70,7	70,3	66,3	69,3	70,7	66,3
5	65,0	65,8	64,9	60,3	64,0	65,8	60,3
6	63,7	63,9	63,4	58,1	62,3	63,9	58,1
7	66,1	64,9	64,8	57,8	63,4	66,1	57,8
8	65,5	67,0	67,0	61,0	65,1	67,0	61,0
9	64,5	60,5	66,5	60,1	62,9	66,5	60,1
10	65,3	63,0	60,8	51,4	60,1	65,3	51,4
11	65,1	64,2	58,6	51,9	60,0	65,1	51,9
12	63,7	63,3	60,2	50,6	59,5	63,7	50,6
13	59,5	60,8	57,4	55,2	58,2	60,8	55,2
14	59,7	61,9	55,5	55,0	58,0	61,9	55,0
15	61,8	63,9	50,5	53,0	57,3	63,9	50,5
16	59,0	60,8	52,9	52,9	56,4	60,8	52,9
Máximo	69,9	70,7	70,3	66,3			
Mínimo	59,0	60,5	50,5	50,6			
Diferença	10,9	10,2	19,8	15,7			

4.2.4.1.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação úmida no período da manhã

O gráfico de número 52 apresenta o comportamento da temperatura máxima e mínima na estação úmida obtida no período da manhã, mostrando o crescimento das temperaturas com as mudanças dos pontos.

Observando o gráfico da temperatura máxima pode-se notar que o maior pico de temperatura máxima ocorreu no ponto 10, com 32,6°C, em solo nu próximo a edificações. A menor temperatura máxima foi encontrada no ponto 4 (zoológico) com 28,3°C.

A maior diferença térmica, analisando na sequência dos pontos para evitar a influência do fator insolação, foi de 2,4°C, ocorrendo entre os pontos 9 (área vegetada) com 30,2°C e o ponto 10 (próximo a construções) com 32,6°C. Essa situação mostra que mesmo no período da manhã as áreas vegetadas podem funcionar como pontos de frescor, já que para um período de tempo próximo ocorreu um acréscimo de 2,6°C de uma área verde (ponto 9) para uma área edificada (ponto 10) e, ainda enfatizando a influência da conformação da área analisada observa-se posteriormente um decréscimo de 1,6°C para uma região de bosque (ponto 11).

Observa-se ainda no gráfico das temperaturas máximas que as regiões com áreas vegetadas tendem a efetuar um decréscimo da temperatura.

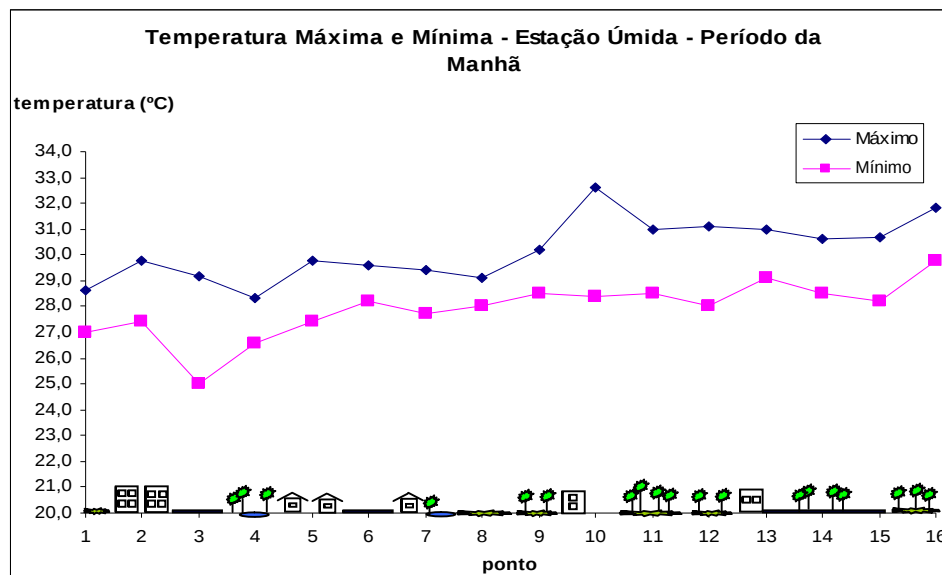


FIGURA 52– Gráficos das temperaturas máxima e mínima na estação úmida obtidas no período da manhã

A temperatura mínima mostra uma maior proximidade dos pontos, tendo um valor menor no ponto 3 (estacionamento pavimentado) que pode ser atribuído ao início das medições onde as superfícies apresentam um baixo saldo de radiação líquida armazenado.

A maior temperatura mínima encontrada foi obtida no ponto 16 com 29,8°C, já que representa o último ponto de medições onde a insolação encontra-se em sua maior intensidade em relação a outros pontos.

4.2.4.1.2. Umidade Máxima e Mínima na estação úmida no período da manhã

O gráfico da umidade máxima e mínima no período da manhã encontrados na figura de número 53 mostra um comportamento inverso da umidade em relação a temperatura do ar, como foi constatado na estação seca.

Ao contrário da temperatura a umidade decresce com as mudanças dos pontos e com acréscimo de tempo e de radiação de ondas curtas.

A maior umidade relativa máxima do ar foi encontrada no ponto 4, onde existe grande quantidade de vegetação e superfícies de água, aumentando a presença

da evapotranspiração nas proximidades das superfícies e na região acima das copas das árvores.

Analisando os pontos em sequência, a maior diferença de umidade máxima encontrada foi entre o ponto 4 (70,7%) no zoológico e o ponto próximo de número 5 entre edificações, com 65,8% de umidade relativa do ar, correspondendo a 4,9% de diferença entre os pontos de área verde e com edificações em seu entorno.

A menor umidade relativa do ar máxima foi encontrada no ponto 16, com 60,8%, que mesmo sendo uma área vegetada teve maiores influência da progressão do acesso solar.

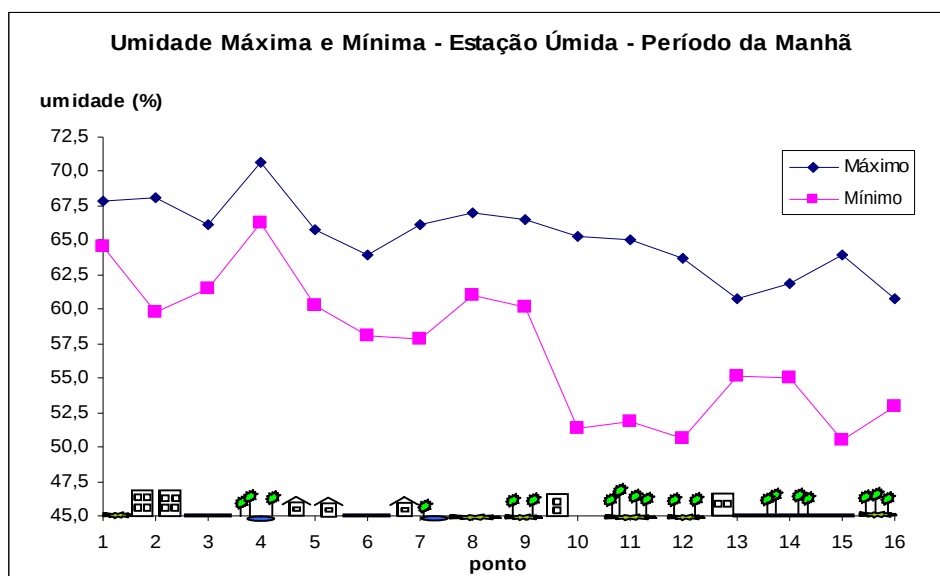


FIGURA 53 – Gráficos da umidade máxima e mínima do ar na estação úmida no período da manhã

Analisando o gráfico da umidade relativa do ar mínima para o período da manhã observa-se que a maior umidade relativa do ar entre as mínimas foi encontrada no ponto 4, com 66,3%, semelhante ao gráfico da umidade relativa do ar máxima. Esse fato comprova a eficiência da conformação desse ponto na questão da permanência da umidade do ar durante o período da manhã.

A menor umidade relativa do ar mínima foi encontrada no ponto 15 (calçamento de concreto), com 50,5% que está entre as últimas medições, mas apresenta menor umidade mínima que o próximo ponto de área vegetada (ponto 16) com 52,9% de umidade mínima.

A maior diferença entre os pontos consecutivos foi encontrada entre os pontos 9 (pequeno bosque), com 60,1%, e o ponto 10 (próximo á edificações) com 51,4%, correspondendo a uma diferença de 8,7% de umidade relativa do ar mínima.

4.2.4.1.3. Temperatura e Umidade média na estação úmida no período da manhã

O gráfico da temperatura tem um comportamento oposto ao gráfico da umidade média na estação úmida no período da manhã. A partir do momento que ocorrem acréscimos na temperatura média nos pontos acontecem decréscimos na umidade relativa média do ar.

A maior temperatura média encontrada foi para o ponto 16 (área vegetada) com 30,5°C. Esse valor é reflexo da maior insolação entre o ponto 16, que é o último ponto das medições.

A menor temperatura encontrada, quando se analisa a seqüência dos pontos, foi para o ponto 4 (zoológico) com 27,5°C, formando a maior diferença térmica com o ponto seguinte, ponto 5 (entre edificações) com 28,5°C chegando a 1°C de diferença.

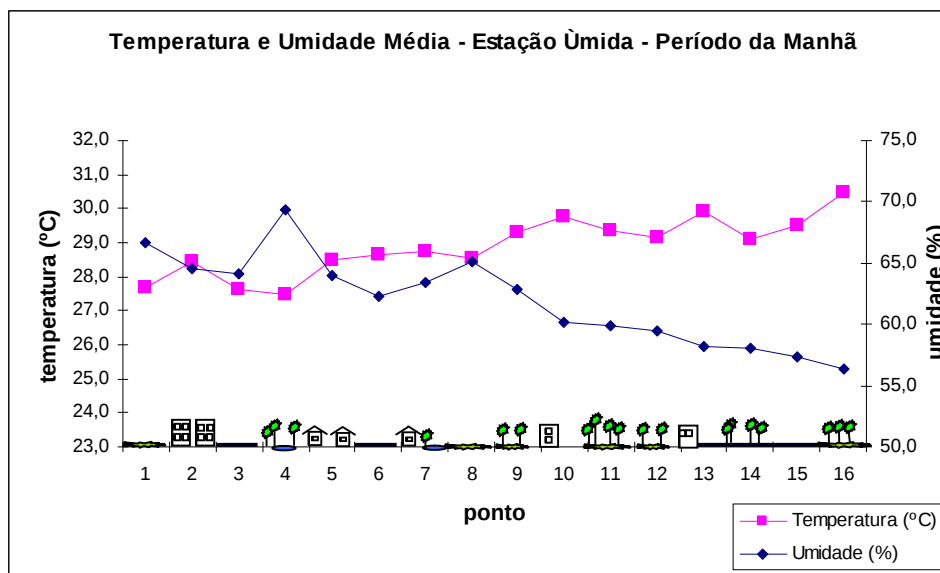


FIGURA 54 - Gráficos da temperatura e umidade média na estação úmida medidos no período da manhã

O gráfico da umidade média do ar (figura 54) mostra que o mesmo ponto 4 (zoológico) que apresentou a menor temperatura média do ar agora apresenta a maior

umidade relativa média do ar. Essa constatação mostra a presença da evapotranspiração como elemento transportador do vapor da água para as camadas de ar nas proximidades da superfície bem como na redução das temperaturas do ar através do calor latente transportado através da pseudo-condução do ar em dias calmos.

A maior diferença entre as umidades quando se analisa os pontos consecutivamente, esta entre o ponto 4 com 69,3% de umidade relativa média do ar e o ponto 5 (entre edificações) com 64% de umidade chegando a um decréscimo de 5,3% para o ponto com vegetação.

Outro ponto de destaque no gráfico é o ponto de número 8 (campo de futebol) que apresenta uma umidade relativa do ar média de 67 % mostrando também a eficiência de grandes áreas gramadas mesmo não tendo espécies lenhosas de grande porte onde possa ser utilizado o sombreamento, o que pode ser utilizado nas praças das grandes cidades como agente amenizador do microclima.

A menor umidade relativa do ar média foi encontrada para ponto de número 16 (bosque de caminhada) com 56,4% de umidade, comprovando também a maior temperatura média já que nesse ponto a tendência da energia acumulada foi maior com o passar do tempo.

4.2.4.1.4. Temperatura e Umidade Média para os cinco dias no período da manhã na estação úmida

Os quatro dias medidos para a estação úmida aconteceram nos dias 15, 16, 17 e 18 de novembro em dias de céu claro e estabilidade do ar.

Os cinco dias medidos do mês de novembro aconteceram em dias de intenso calor na cidade de Cuiabá, com elevadas temperaturas e consequentemente baixas umidades relativas do ar. As medições para os cinco dias caracterizaram uma estação seca úmida com intenso calor e muita estabilidade do ar com céu claro.

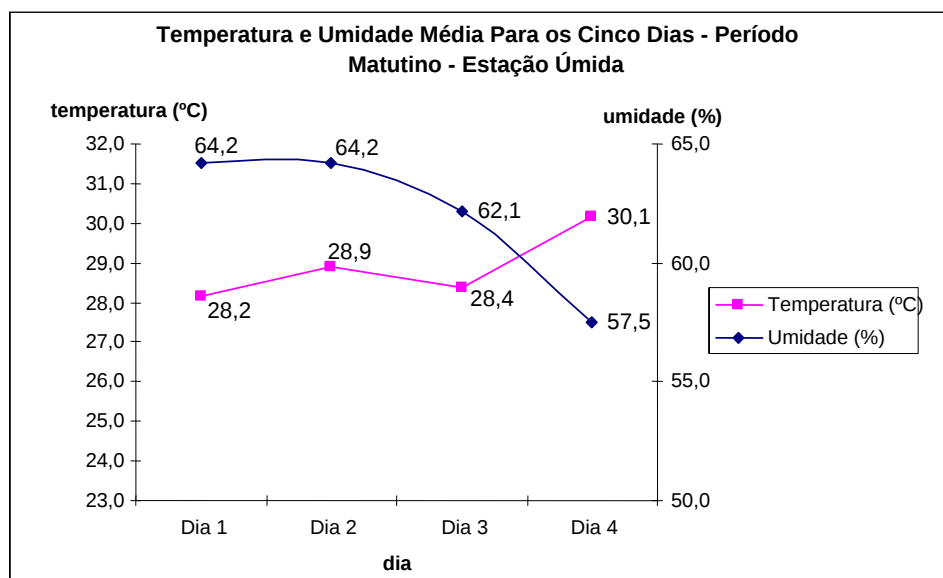


FIGURA 55 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno

O gráfico da temperatura média para os cinco dias (figura 55) mostra um acréscimo da temperatura do primeiro para o último dia de medição. Esse acréscimo de temperatura habitual nas chuvas de verão desencadeou uma precipitação para o dia 19 de novembro marcando o início da intensificação das chuvas convectivas e impossibilitando novas medições em dias de céu claro e calmaria.

O dia 1 (15 de novembro) apresentou uma temperatura média do ar de 28,2°C com uma diferença térmica em relação às temperaturas médias de 1,9°C em relação ao último dia de medição com 30,1°C de temperatura média demonstrando assim maior estabilidade das medições feitas na estação úmida.

A umidade relativa do ar apresentou um decréscimo até o quarto dia de medição (18 de novembro). A diferença entre o primeiro dia, com 64,2% e o quarto e último dia com 57,5% foi de 6,7% de umidade relativa média do ar.

Através dos gráficos observa-se também a estabilidade do ar com as temperaturas e umidades muito próximas nos três primeiros dias e com a intensificação do calor para o último dia. Essa constatação mostra o rigor climático que a cidade de Cuiabá vive em dias de calmaria e intenso calor, já que a ventilação quase não existe nesses períodos de rigor térmico impossibilitando a estratificação do ar e aumentando a energia disponível nas superfícies e consequentemente o calor na cidade.

4.2.4.2. Período Noturno: Estação Úmida

As medições das temperaturas do ar foram realizadas em quatro dias consecutivos onde apresentaram com céu claro e calmaria.

Os valores médios, máximos e mínimos estão apresentados na tabela de número 16 abaixo. Os períodos de medições e as temperaturas encontram-se no apêndice I.

TABELA 16 - Valores das Temperaturas do ar no período noturno na estação úmida

Temperaturas no Período Noturno (°C) - Estação Úmida							
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Média	Máximo	Mínimo
1	32,0	29,8	33,0	30,4	31,3	33,0	29,8
2	32,2	29,6	34,2	30,9	31,7	34,2	29,6
3	32,1	29,8	33,3	31,0	31,6	33,3	29,8
4	30,6	28,0	32,3	29,2	30,0	32,3	28,0
5	31,4	29,0	33,4	30,4	31,1	33,4	29,0
6	31,5	29,1	33,7	30,3	31,2	33,7	29,1
7	31,2	28,9	33,2	30,3	30,9	33,2	28,9
8	29,1	27,0	31,4	29,2	29,2	31,4	27,0
9	30,3	27,3	31,8	29,5	29,7	31,8	27,3
10	30,7	28,7	32,6	30,2	30,6	32,6	28,7
11	28,5	27,8	31,3	29,3	29,2	31,3	27,8
12	30,2	28,1	33,2	30,0	30,4	33,2	28,1
13	30,8	28,1	33,5	30,4	30,7	33,5	28,1
14	30,7	27,9	33,4	30,9	30,7	33,4	27,9
15	30,2	28,5	33,3	30,4	30,6	33,3	28,5
16	29,4	27,7	30,4	29,7	29,3	30,4	27,7
Máximo	32,2	29,8	34,2	31,0			
Mínimo	28,5	27,0	30,4	29,2			
Diferença	3,7	2,8	3,8	1,8			

TABELA 17 - Valores das umidades relativas do ar no período noturno na estação úmida

Umidades no Período Noturno (°C) - Estação Úmida							
Pontos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Média	Máximo	Mínimo
1	54,4	65,4	49,4	69,8	59,8	69,8	49,4
2	53,8	64,4	41,7	67,0	56,7	67,0	41,7
3	54,8	63,6	46,6	68,0	58,3	68,0	46,6
4	58,5	68,3	53,3	74,7	63,7	74,7	53,3
5	56,2	62,5	48,9	68,5	59,0	68,5	48,9
6	56,6	63,3	47,4	69,1	59,1	69,1	47,4
7	59,1	61,9	46,9	68,8	59,2	68,8	46,9
8	63,5	63,3	55,5	74,3	64,2	74,3	55,5
9	62,8	67,0	52,2	74,7	64,2	74,7	52,2
10	56,8	63,0	51,0	70,7	60,4	70,7	51,0
11	63,1	61,0	54,4	73,0	62,9	73,0	54,4
12	59,2	62,5	49,2	71,1	60,5	71,1	49,2
13	57,6	61,0	47,9	68,7	58,8	68,7	47,9
14	57,0	60,5	48,5	66,5	58,1	66,5	48,5
15	56,8	63,2	48,6	69,3	59,5	69,3	48,6
16	58,5	61,5	61,2	70,8	63,0	70,8	58,5
Máximo	63,5	68,3	61,2	74,7			
Mínimo	53,8	60,5	41,7	66,5			
Diferença	9,7	7,8	19,5	8,2			

4.2.4.2.1. Temperatura Máxima e Mínima na estação úmida no período noturno

O gráfico da temperatura do ar máxima para o período noturno mostra claramente a influência da composição de cada ponto em seu microclima.

Observando o gráfico percebe-se que as quatro maiores quedas nas temperaturas máximas foram alcançadas exatamente nos pontos 4, 8, 11 e 16 que correspondem a superfícies com presença de vegetações atuando como agentes amenizadores em cada um microclima.

A menor temperatura máxima encontrada foi para o ponto 16 com 30,4°C formando a maior diferença térmica com o ponto 2 (entre edificações) que alcançou 34,2°C de temperatura máximo no período noturno. A diferença entre esses dois pontos foi a maior encontrada, correspondendo a 3,8°C entre as temperaturas máximas. Vale salientar que essa diferença ocorreu no mesmo dia de medição.

Observa-se ainda a influência das áreas com grande densidade construída na dissipação do calor no período noturno o que pode constatar a presença de ilhas de calor nos centros urbanos.

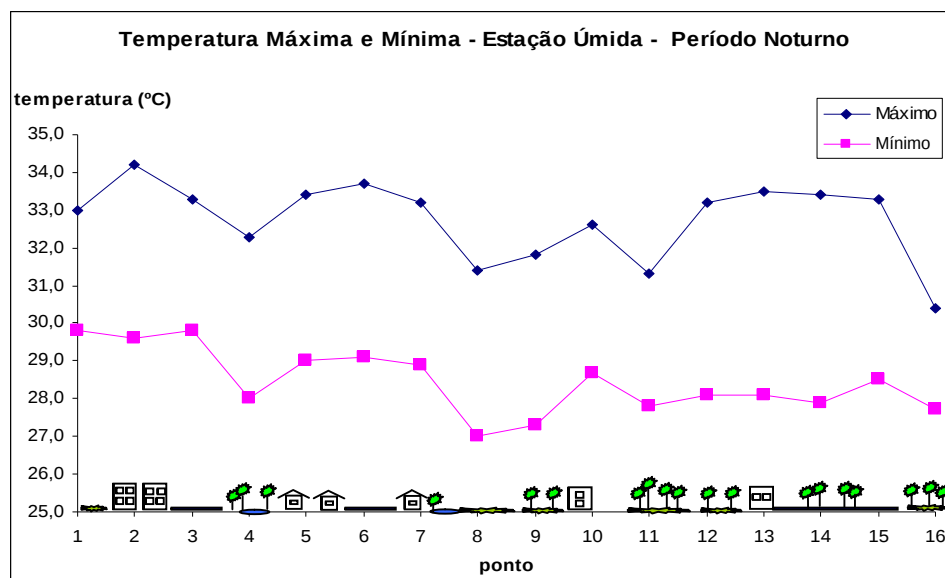


FIGURA 56 - Gráficos das temperaturas máxima e mínima na estação úmida obtidas no período noturno

A maior temperatura mínima encontrada foi obtida nos pontos 1 (gramado próximo a avenida) e 3 (pavimento flexível). Em ambos os pontos foi registrada a temperatura mínima de 29,8°C ocorrendo uma queda do ponto 3 para o ponto 4 (zoológico) de 1,8°C de temperatura mínima, já que o ponto 4 apresentou 28°C de temperatura.

Observa-se ainda uma sequência de altas temperatura após a medição do ponto 4 (zoológico) ocorridas nos pontos com alta densidade construída que são os pontos 5 e 6.

A menor temperatura mínima encontrada foi constatada no ponto 8, localizado no campo de futebol com apenas 27°C de temperatura mínima formando a maior diferença térmica entre os pontos quando comparada com as temperaturas do ponto 1 e 3, apresentando 29,8°C formando um acréscimo de 2,8°C de temperatura mínima.

4.2.4.2.2. Umidade Máxima e Mínima na estação úmida no período noturno

O gráfico das umidades máximas e mínimas mostra claramente a influência da vegetação (mesmo com espécies variada) na umidade relativa do ar em cada microclima analisado.

As maiores umidades relativas do ar foram encontradas nos pontos 4, 8 e 9 respectivamente, que correspondem ao zoológico, campo gramado e um bosque.

A maior umidade relativa do ar foi encontrada no ponto 4 (zoológico) com 74,7% de umidade, formando a maior diferença quando comparada com o ponto 14, localizado em um estacionamento de pavimento flexível entre canteiros com árvores que obteve apenas 66,5% de umidade, mesmo tendo sua medição feita posteriormente ao ponto 4. A diferença chegou a 8,2% de umidade máxima entre os dois pontos.

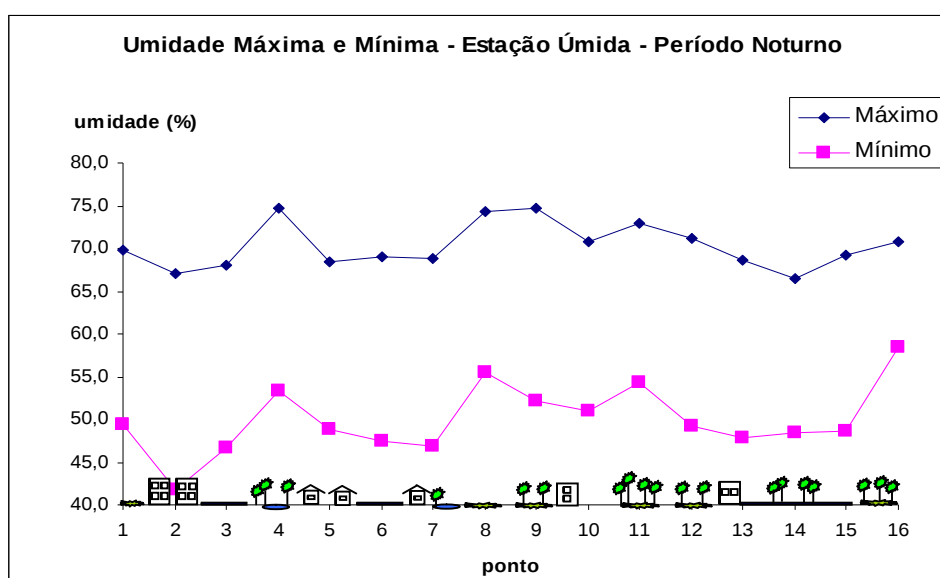


FIGURA 57 - Gráficos das umidades máximas e mínima na estação úmida obtidas no período noturno

A menor umidade relativa do ar encontrada entre os dezesseis pontos no período noturno na estação úmida foi obtida no ponto 2 que se caracteriza por estar inserido em uma região de grande densidade construída (edifícios e pavimentos). Seu valor chegou a 41,7 % de umidade relativa do ar contra 58,5% encontrada no ponto 16, com grande área vegetada, formando uma diferença de 16,8 % de umidade relativa do ar.

Observa-se ainda o comportamento do ponto inserido no campo gramado (ponto 8) com 55,8% de umidade mínima, mostrando a eficiência das áreas gramadas no fornecimento da umidade para o ar, fato este que pode ser utilizado por profissionais relacionados com as construções das cidades.

4.2.4.2.3. Temperatura e Umidade Média na estação úmida no período noturno

O gráfico das temperaturas e umidades médias na estação úmida feitas no período noturno mostra o comportamento das variadas formas e composições dos pontos no em cada um microclima.

Através do gráfico da figura 58 observa-se que as menores temperaturas médias encontradas foram obtidas nos pontos com grande quantidade de área verde em seu entorno.

Destacam-se os pontos 8, 9 e 16 com as menores temperaturas médias entre as medições feitas no período noturno na estação úmida.

A menor temperatura média encontrada foi para os pontos 8 e 11, ambos com 29,2°C, tendo como a maior diferença térmica 2,5°C de acréscimo para o ponto 2 com 31,7°C encontrando-se entre edificações e consequentemente com um maior estoque de energia e uma maior dificuldade de dissipação através de sua abóbada celeste.

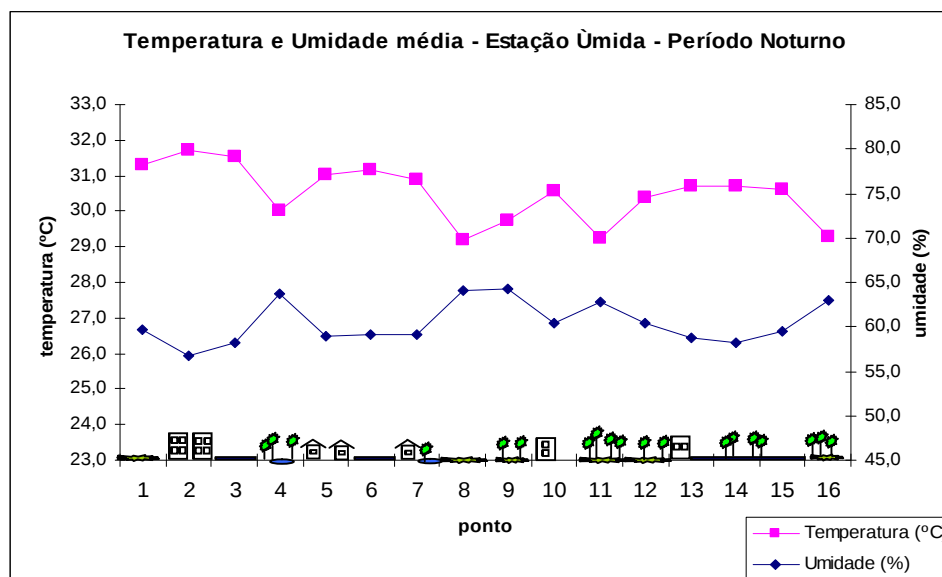


FIGURA 58 - Gráficos das temperaturas e umidades médias na estação úmida obtidas no período noturno

As maiores médias das umidades relativas do ar encontradas foram exatamente nos pontos onde pôde-se obter grande evapotranspiração, ocorrendo nos pontos 8 e 9 com 64,2% de umidade relativa máxima do ar, ambos inseridos em áreas vegetadas.

Essa constatação é de grande importância para projetos de urbanização nas grandes cidades, já que fica constatada a influência das áreas vegetadas na umidade do ar. Vale ressaltar o desempenho tanto de espécies lenhosas (árvores de grande porte) no ponto 9, como também na área de gramado no ponto 8.

A maior diferença entre as maiores umidades médias ocorreu entre os pontos 8 e 9 com 64,2% de umidade e o ponto 2 localizado em um calçamento entre duas edificações com apenas 56,7% de umidade gerando uma diferença de 7,5% para o período noturno na estação úmida.

4.2.4.2.4. Temperatura e Umidade Média para os quatro dias no período noturno na estação úmida

As temperaturas e umidades relativas do ar obtidas no período noturno na estação seca foram efetuadas em quatro dias.

As medições feitas nos quatro dias corresponderam aos dias 15, 16, 17 e 18 de novembro, onde se pôde constatar através do gráfico da figura 59 abaixo, comportamentos inversos entre as temperaturas e umidades.

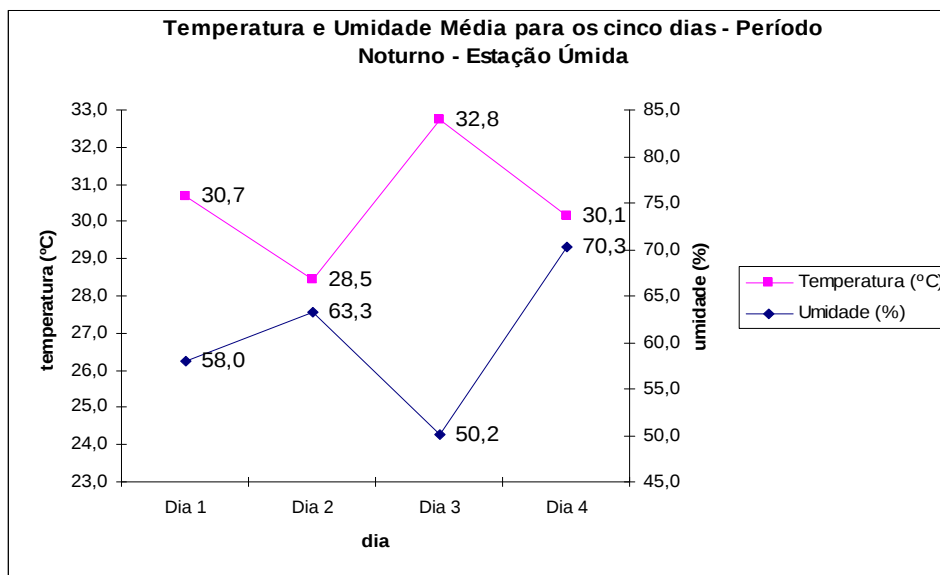


FIGURA 59 - Gráfico da temperatura e umidade média para os cinco dias medidos na estação seca no período noturno

Analisando o gráfico da figura 59 observa-se que no terceiro dia ocorreu a maior média das temperaturas do ar com 32,8°C ocorrendo um acréscimo de 4,3°C em relação ao terceiro dia de medição.

A umidade relativa do ar média para os quatro dias obteve a maior variação entre o terceiro e quarto dia com uma diferença de 20,1% de umidade relativa do ar.

Através do gráfico observa-se que o comportamento da temperatura e da umidade são interligados, entretanto não existe uma proporcionalidade entre as mudanças dessa variáveis, já que o clima encontra-se inserido em um sistema complexo que envolve diversas variáveis.

4.3. COMPARAÇÃO ENTRE O COMPORTAMENTO DAS ESTAÇÕES SECA E ÚMIDA

As temperaturas do ar coletadas no mês de novembro (estação úmida) foram superiores as encontrados no mês de setembro (seca).

Observando a figura número 60 abaixo percebe-se que as temperaturas em média para os quatro dias de medições na estação úmida, feitas em 15, 16, 17 e 18 de novembro foram sempre superiores as cinco medições efetuadas no mês de setembro.

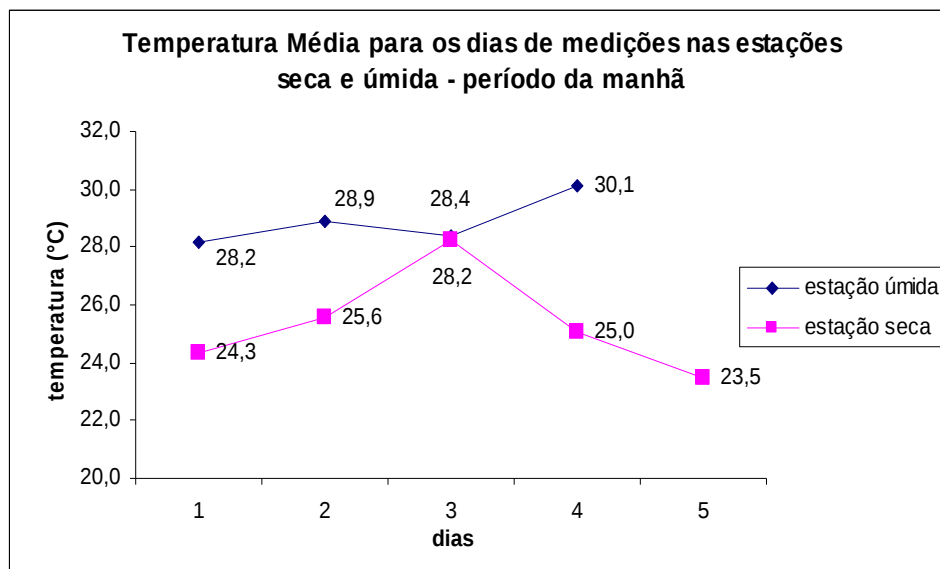


FIGURA 60 - Gráfico das temperaturas médias para os dias de medições na estação seca e úmida

O mês de setembro, segundo os dados coletada do INMETRO de Cuiabá no apêndice V, apresentou características atípicas, tendo uma precipitação com altura total de 112,00 mm para esse mês, superando o mês de outubro com 97,9 mm. Ocorreu ainda no dia 9 de setembro uma precipitação elevada em relação aos outros meses, chegando a 86,00 mm nas 24 horas, visto que o mês de novembro obteve a maior precipitação no dia 20 com apenas 44,1 mm nas 24 horas.

As temperaturas para o mês de novembro foram elevadas. Para esse mês foi atingida em média uma temperatura máxima de 35,1°C contra 33,5°C do mês de setembro, formando uma diferença térmica de 1,6°C.

A temperatura máxima absoluta para o mês de novembro foi encontrada no dia 17 com 37,4°C exatamente no dia das medições efetuadas para este mês.

A maior diferença térmica para os meses de medições (setembro e novembro) ficou para a temperatura do ar mínima absoluta, onde o mês de setembro apresentou 12,9°C e o mês de novembro ficou com 19,8°C, formando uma amplitude de 6,9°C, demonstrando o intenso rigor climático vivido pela cidade no mês de novembro, com pouquíssima estratificação do ar apresentando maiores diferenças entre as diferentes conformações urbanas e proporcionando condições ideais para este estudo.

4.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS E O COMPORTAMENTO TÉRMICO EM CADA MICROCLIMA

Para verificar as proximidades no comportamento dos dezesseis pontos analisados no estudo microclimático é feita uma análise das temperaturas médias de cada ponto em cada microclima envolvendo as medições dos períodos da manhã e noturno nas estações seca e úmida respectivamente.

4.4.1. Comparação entre os Microclimas na Estação Úmida

Com as temperaturas médias dos microclimas originadas das medições no período da manhã e no período noturno na estação úmida, é realizada através do programa SPSS a análise de similaridade entre os pontos, conforme a figura de número 61 abaixo.

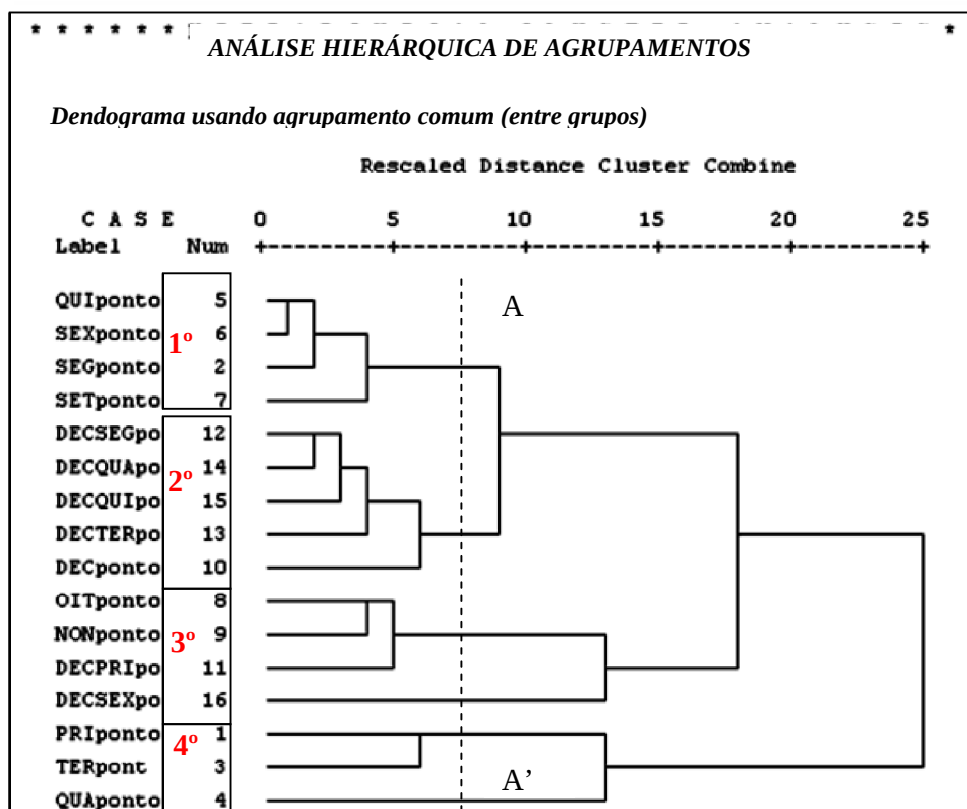


FIGURA 61 - Dendograma da similaridade entre os pontos conforme o comportamento térmico para a estação úmida

Para um melhor entendimento dos resultados obtidos no programa SPSS foram divididos quatro grupos, conforme a linha $\overline{AA'}$.

A figura 61 mostra a divisão dos dezesseis pontos em quatro grupos e com eles as proximidades no comportamento térmico.

O primeiro grupo apresenta os pontos com uma maior densidade construída em seu entorno. Nesse grupo existiu uma forte correlação entre os pontos 5 e 6 que estão sobre um pavimento flexível. Destaca-se ainda que o ponto 6 possui em seu entorno duas edificações por isso ainda existe um desempenho térmico semelhante

ao ponto 2 que também possui duas edificações em seu entorno, destacando ainda que esses pontos não estão na sequência das medições e consequentemente com tempos de medições bem distintos.

Observa-se ainda no primeiro grupo uma leve similaridade em relação ao comportamento térmico do ponto 7 que está sobre um calçamento mas possui em seu entorno a lagoa do zoológico que é um fator diferencial entre outros pontos do grupo.

O segundo grupo é o maior agrupamento em relação ao desempenho térmico dos pontos. Nele estão agrupados alguns dos pontos mais próximos da grande avenida do bairro Boa Esperança. Pelo grupo os pontos 12 e 14 possuem a maior similaridade em relação ao comportamento térmico. O ponto 12 está localizado em um pequeno bosque com vegetações esparsas e o ponto 14 encontra-se em um pavimento flexível e possuem em seu entorno canteiros com vegetações de espécies lenhosas. Isso mostra a importância dos canteiros próximos às vias pavimentadas podendo ser um fator de amenização do calor nesse microclima.

Pelo segundo grupo observa-se ainda uma proximidade no comportamento térmico entre os pontos 13, 15 e 10. Esse fato pode ser explicado já que esses pontos não possuem uma área vegetada em seu entorno.

O terceiro grupo apresenta todos os pontos com grande área verde, seja ela rasteira ou de grande porte. Esse fato mostra um comportamento térmico semelhante para as áreas verdes em cada microclima respectivo. Vale ressaltar ainda a diferença temporal entre os pontos que poderia ser um fator de dispersão.

No terceiro grupo existe uma forte similaridade em relação ao comportamento térmico dos pontos 8 e 9 com vegetação rasteira e um bosque respectivamente. Existe ainda uma relação com o ponto 11 (bosque de caminhada) e uma menor relação com o ponto 16 (bosque de caminhada), onde mostra que o comportamento térmico dos pontos seguiu com ambientes mais amenos que outros pontos, como foi analisado anteriormente nas estações.

Nesse grupo fica constatada a similaridade entre os pontos com áreas vegetadas de diferentes espécies, como é o caso do campo de futebol que apresenta apenas um gramado e acompanhou o desempenho de outros grupos com espécies de grande porte.

Esse fator pode ser utilizado nos projetos de urbanização das cidades, já que a grama possui um bom desempenho tanto no acréscimo de umidade como consequentemente na redução da temperatura em seu microclima.

O quarto e último grupo apresenta uma similaridade de comportamento térmico entre três pontos. A maior similaridade é verificada para os pontos 1 e 3 que representam o gramado da estação meteorológica próximo a avenida dos Moinhos e um pavimento flexível no estacionamento. Esse fato pode ser atribuído pela proximidade entre os pontos que mesmo não sendo em sequência possuem uma aproximação já que o ponto 1 não faz parte da mesma linha de medição.

O ponto 4 encontra-se isolado nesse grupo já que possui características peculiares em relação a todos os dezesseis pontos. Nele encontram-se características diferenciadas como um solo nu, presença de vegetação de grande porte e rasteira e proximidade de superfícies de água.

4.4.2. Comparação entre os Microclimas na Estação Seca

Através dos dados de temperatura do ar coletados nos dezesseis pontos no período noturno e diurno na estação seca e utilizando o programa SPSS obteve-se um dendograma que agrupa os pontos de maior similaridade em relação às temperaturas coletadas.

O dendograma da figura abaixo para a estação seca apresentou-se com uma maior fragmentação entre os agrupamentos, diferentemente da situação encontrada na estação úmida. Esse fato pode ser explicado pela maior estabilidade encontrada nas medições do mês correspondente a estação úmida, já que o mês de setembro (estação seca) caracterizou-se por uma atipicidade em relação às precipitações e consequentemente a uma maior instabilidade no clima.

Dendrogram

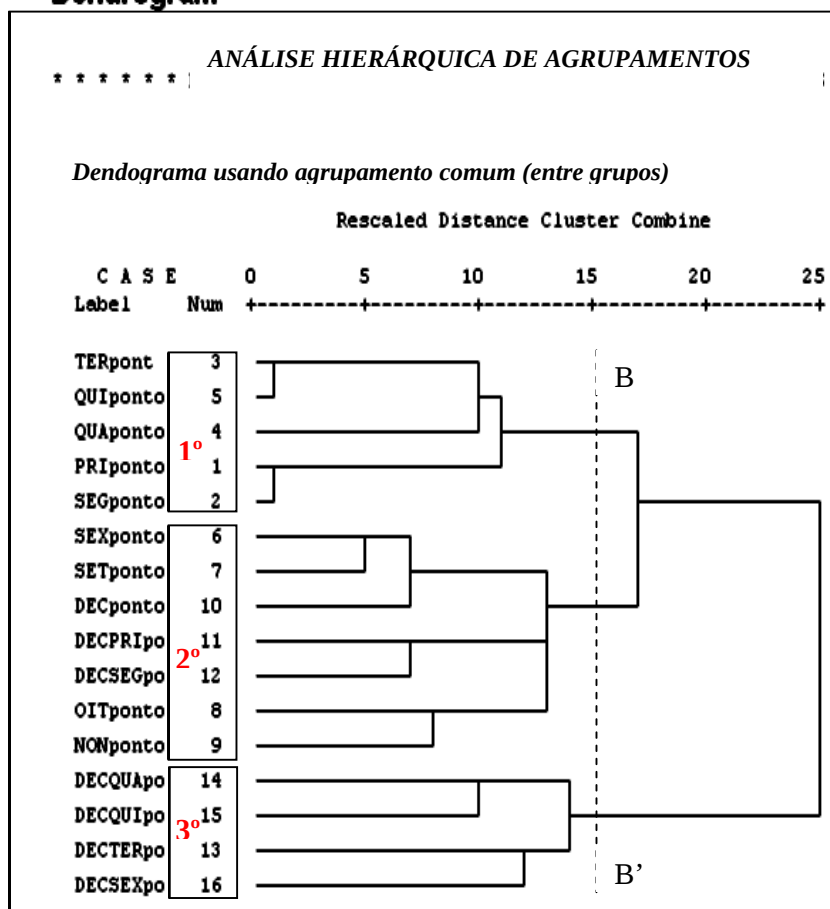


FIGURA 62 - Dendrograma da similaridade entre os pontos conforme o comportamento térmico para a estação seca

Através do dendrograma para a estação seca, dividido em três grupos conforme a linha $\overline{BB'}$, observa-se que no primeiro grupo existe uma maior similaridade entre os pontos 3 (pavimento flexível) e 5 (pavimento flexível entre edificações) e também entre os pontos 1 (gramado próximo a avenida) e 2 (calçamento entre edificações). Esse agrupamento mostra a seqüência das medições influenciada pelo decorrer do tempo das medições, principalmente no período da manhã, onde o saldo de radiação ainda é menor em relação aos outros pontos. Observa-se ainda que mesmo fazendo parte da seqüência dos pontos o ponto quatro diferenciou-se em seu comportamento térmico, já que trata-se de uma área com vegetação e superfícies água em seu entorno.

O segundo grupo semelhante ao primeiro mostra também um agrupamento entre os pontos consecutivos. Destaca-se a maior similaridade entre os pontos 6 (estacionamento de pavimento flexível) e sete (calçamento), pontos 11 (bosque de

caminhada) e 12 (pequeno bosque). Observa-se ainda que existe também uma grande similaridade entre os pontos 8 (campo de futebol) e 9 (pequeno bosque).

Com isso fica demonstrado que apesar de um agrupamento maior dos pontos consecutivos ocorreram proximidades entre os pontos de área verde e pontos com semelhanças de densidade construída, mostrando o comportamento diferenciado para cada situação.

O terceiro grupo também reflete a sequência dos pontos que agrupando com maior similaridade os pontos 14 (via com pavimento flexível) e 15 (calçamento de concreto). Esse grupo mostra ainda uma similaridade, em menor intensidade, dos pontos 13 (estacionamento) e o ponto 16 (bosque de caminhada).

Em geral os agrupamentos forma organizados pelo programa seguindo uma forte tendência da sequência dos pontos, com proximidades de área verdes dentro dos grupos, demonstrando o comportamento diferenciado para esses pontos que podem ser utilizados em estudos de planejamento urbano.

5. SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Primeiramente, com o estudo macroclimático das estações meteorológicas de Cuiabá e de Santo Antônio, observou-se que existem indícios de influência da cidade de Cuiabá no clima urbano, constatada principalmente com os maiores valores de temperatura mínima mensal encontradas para a área urbana.

Aplicando teste T pareado, observa-se que existe diferença significativa de comportamento das temperaturas mínimas mensais para a área urbana e rural analisada. A estação meteorológica de Cuiabá obteve a maior diferença térmica de 2°C no mês de julho, estação seca, onde segundo a metodologia, os indícios da existência da *ilha de calor* são maiores.

As temperaturas máximas não tiveram diferenças significativas, conforme o teste T pareado. Entretanto, foi constatado que a estação de Santo Antônio obteve frequências de temperaturas máximas, com valores inferiores aos encontrados em Cuiabá.

Para as medições microclimáticas realizadas na estação da seca (mês de setembro) no período da manhã destacaram-se as seguintes constatações:

a) A maior diferença térmica encontrada nas medições ocorreu entre os pontos 10 (entre edificação) e o ponto 11 (pequeno bosque), caracterizando um acréscimo de 2,2°C para a área com densidade construída em seu entorno, mostrando a eficiência da área verde para amenizar o calor nas cidades.

b) A maior média das umidades relativas do ar foi encontrada no ponto 4 (zoológico), com presença de superfície de água e vegetação em seu entorno, destaca-se ainda, que o ponto 16, mesmo sendo localizado no bosque, obteve a menor média das umidades, já que se encontrava no final das medições com um horário avançado e conseqüentemente uma maior radiação solar.

Em relação às medições realizadas na estação seca no período noturno podem-se fazer as seguintes conclusões:

a) A maior temperatura encontrada foi obtida nos pontos 2 e 3 (31,6°C), que caracterizam-se como área entre edificações e área em estacionamento respectivamente.

b) A maior diferença térmica foi obtida com a temperatura mínima dos pontos 8 (campo de futebol) e 9 (bosque) com o ponto 14 (via de pavimento flexível), chegando a 1,9°C de acréscimo para esse ponto. Essa constatação mostra a eficiência da vegetação rasteiro (grama) como amenizador do rigor climático, podendo ser usado nos projetos de urbanização das cidades como um todo e também em estudos específicos no entorno das edificações.

c) As maiores médias das umidades relativas do ar foram encontradas nos pontos 16, 4 e 8, que apresentam vegetação em seu entorno, comprovando a eficiência das áreas verdes no aumento da umidade relativa do ar no período noturno através da evapotranspiração. Observa-se ainda a eficiência do gramado no ponto 8, acompanhando o comportamento dos pontos com espécies lenhosas de grande porte.

As medições na estação úmida, ocorridas no mês de novembro, foram feitas para verificar o comportamento dos dezesseis pontos em relação à temperatura e umidade relativa do ar nos períodos da manhã e noturno.

No período da manhã na estação úmida, foram constatadas as seguintes situações:

a) Analisando na seqüência dos pontos, para evitar a influência do fator insolação, a maior diferença térmica encontrada foi de 2,6°C, ocorrendo entre os pontos 9 (área vegetada) e o ponto 10 (próximo a construções). O ponto 16 correspondeu a maior temperatura média encontrada por estar no período de maior insolação.

b) A maior umidade média entre os pontos foi encontrada no ponto 4 (zoológico), mostrando novamente a eficiência da vegetação e superfície de água para manter a umidade do ar adjacente às superfícies e reduzir a temperatura.

Para o período noturno na estação úmida ficaram as seguintes comprovações:

a) As quatro maiores quedas nas temperaturas máximas foram alcançadas nos pontos 4, 8, 11 e 16, que correspondem a superfícies com presença de vegetações de diversos tipos, atuando como agentes amenizadores em cada um microclima.

b) A maior diferença térmica ocorreu entre as temperaturas máximas com 3,8°C de acréscimo do ponto 16 (bosque) para o ponto 2 (entre edificações).

c) Os pontos 4, 8 e 9, que correspondem respectivamente ao zoológico, campo gramado e bosque, foram os microclimas de maior umidade relativa do ar e, o ponto 2, localizado entre edificações, obteve a menor umidade relativa, mostrando que a sensação de conforto nos microclimas urbanos de grande densidade construída pode ficar comprometidos pela diminuição da umidade relativa do ar nessas áreas.

Para melhor compreensão dos resultados obtidos nas medições microclimáticas no campus, é apresentado no quadro de número 2 abaixo uma síntese geral dos resultados obtidos.

QUADRO 2 – Quadro sintético dos resultados das medições microclimáticas

QUADRO SINTÉTICO DO ESTUDO MICROCLIMÁTICO	
S E C A	Matutino
	Maior Diferença Térmica - P 10 para P11 -- 2,2°C
	Maior Média das umidades - P4 -- 82,1%
	Noturno
	Maior Temperatura - P2 E P3 -- 31,6°C
	Maior Diferença Térmica - P8 e P9 para P14 -- 1,9°C
Ú M I D A	Maior Média das umidades - P16 -- 66,5%
	Matutino
	Maior diferença térmica (T.Max.) - P9 para P10 -- 2,4°C
	Maior temperatura média - P16 -- 30,5°C
	Maior umidade média - P4 -- 69,3%
	Noturno
	Maiores quedas nas Temperaturas máximas - P4, 8, 11 e 16
	Maior diferença térmica (T.Máx.) - P16 para P2 -- 3,8°C
	Maior umidade média - P8 e P9 -- 64,2%

Através do programa SPSS e realizando uma análise de Cluster, pôde-se fazer um agrupamento em um dendograma por similaridade de comportamento térmico dos pontos, utilizando as temperaturas médias dos respectivos microclimas.

Com o dendograma da estação seca observou-se que ocorreu um agrupamento maior em relação à sequência dos pontos e em menor escala o programa agrupou pontos de características morfológicas semelhantes como os pontos 8 e 9 e 11 e 12, todos com presença de vegetação. Mostrando que mesmo com espécies diferentes de vegetação, o comportamento térmico foi semelhante para esses pontos.

Na estação úmida, onde as medições se mostraram mais eficientes, o dendograma de similaridade não obedeceu à sequência das medições. Foram divididos 4 grupos que mostraram semelhanças de comportamento térmico de pontos

com vegetação, mesmo não fazendo parte da seqüência de medições. Um exemplo foi o agrupamento dos pontos 8, 9, 11 e 16, que apresentam em sua composição a presença de vegetação de espécies variadas e um comportamento com menores temperaturas do ar e de maiores umidades relativas do ar, podendo ser utilizados em um projeto bioclimático para microclimas da cidade de Cuiabá e também como pontos de frescor no campus da UFMT.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise macro e microclimática realizadas, chega-se à conclusão de que o objetivo da análise bioclimática no campus da Universidade Federal de Mato Grosso foi alcançado.

Em geral o estudo macroclimático comprova a existência da influência da cidade de Cuiabá no clima urbano, constatada com as maiores temperaturas mínimas mensais na estação meteorológica de Cuiabá. Essas temperaturas, coletadas no período noturno, justificam a importância deste estudo e, demonstra a eficácia das medições microclimáticas realizadas após o pôr-do-sol, conforme metodologia adotada neste trabalho.

Observou-se através do teste T pareado que não foram detectadas diferenças significativas no comportamento das temperaturas máximas mensais das duas estações meteorológicas, o que poderia estar relacionado com o horário das medições de temperaturas máximas nas duas estações. Essa verificação não pôde ser feita devido às falhas nas leituras da estação de Cuiabá. Constatou-se ainda que existiram frequências de temperaturas maiores para a estação de Santo Antônio, área rural, podendo ser explicado pela menor turbidez do céu, diferentemente da maior poluição encontrada na área urbana, dificultando a entrada da radiação de ondas curtas do sol.

O estudo microclimático realizado através de um transecto serviu para conhecer a influência da conformação de cada ponto analisado no campus da UFMT, em cada microclima estudado.

A influência da morfologia urbana durante o período da manhã, não pode ser comparada entre os pontos mais distantes devido às diferentes alturas solar que cada ponto terá ao passar do tempo das medições.

Comparando pontos consecutivos pôde-se observar a influência da vegetação como agente amenizador do rigor climático.

As medições realizadas no período noturno evidenciaram a influência das características de cada ponto no microclima analisado.

Ficou evidenciada a dificuldade de dissipação do calor acumulado durante o dia pelos pontos próximos às edificações.

Destaca-se que as medições feitas no período noturno na estação úmida apresentaram as diferenças mais significativas de comportamento térmico entre os pontos. Esse fato está relacionado com as elevadas temperaturas nesse período, com a máxima absoluta ocorrida no dia 17 de novembro (dia de medição) em dia de céu limpo e sem formação de nuvens.

As medições para o período de seca (setembro) obtiveram menores diferenças entre os pontos. Isso pôde ser atribuído à atipicidade do mês medido, já que nesse mês ocorreu a segunda maior precipitação do ano, com 84 mm no dia 9 de setembro elevando a umidade do ar e diminuindo a estabilidade atmosférica.

Em linhas gerais, os pontos com áreas verdes no campus mostraram-se de grande importância em escala microclimática. Portanto, deve-se fazer um planejamento de crescimento do campus, preservando as áreas verdes existentes.

7. RECOMENDAÇÕES PARA UM PROJETO BIOCLIMÁTICO DO CAMPUS DA UFMT

Com as constatações do comportamento das temperaturas e umidades relativas do ar dos diferentes pontos, podem-se fazer as seguintes recomendações:

1. Utilização de gramados para manter a umidade relativa do ar pela influência da evapotranspiração.
2. Implantação de áreas verdes, com espécies lenhosas de grande porte, para trazer os seguintes benefícios como o sombreamento, o aumento da umidade relativa do ar e a facilidade de passagem do fluxo de ventilação.
3. Utilização de superfícies de água para elevar a umidade relativa do ar nas proximidades das superfícies, principalmente nos meses de seca.
4. Evitar a diminuição da abóbada celeste comprometida pelos prédios próximos do centro urbano, os quais evitam a dissipação do calor acumulado, diminui a iluminação natural nas vias e acumula a poluição urbana.
5. Diminuir as áreas de calçamento que impermeabilizam as áreas urbanas promovendo enchentes e diminuindo a umidade relativa do ar.
6. Aumentar o número de parques urbanos para ajudar na retenção da poluição sonora e do ar, além de proporcionar maior conforto térmico aos habitantes das redondezas.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito do desenvolvimento de estudos de climatologia urbana na cidade de Cuiabá são feitas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Realização de estudos com medições microclimáticas instantâneas no período da manhã e noturno no centro comercial de Cuiabá;
- Utilização do fator visão do céu no centro comercial da Cidade de Cuiabá para verificar a influência da conformação urbana no microclima;
- Estudos com a utilização de satélites combinados com transectos no centro da Cidade para encontrar os pontos de *ilha de calor*.

9. BIBLIOGRAFIAS

9.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ALMEIDA JÚNIOR, N. L. de; CAMPOS NETO, A. de A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MAITELLI, G. T.; NOGUEIRA, J. de S.; **Influência Climática da Vegetação na Melhoria do Conforto Ambiental para Habitações em Cuiabá**. I Seminário Mato-Grossense de Habitação de Interesse Social. Cuiabá, 25 de novembro de 2005.p. 375-384.

ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V.; **O desempenho das cidades médias no crescimento populacional urbano brasileiro**. Relatório preliminar de pesquisa do projeto Crescimento Econômico e Desenvolvimento Urbano. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), ISSN 1415-4765, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0554.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2007.

ARAUJO, B. C. D. ; ASSIS, Rosana Maria Caram de . **Análise Ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico**. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 2004, Indaiatuba/SP. Anais, 2004

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 332p, 1v.

BARBIRATO, J.C.C.; BARBIRATO, J. M.; **V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído**. Fortaleza, 1999

BARBOSA, R.V.R. ; FERNANDES, M.F.; MORAIS, C. S. de; BARBIRATO, G. M. **Influência da proximidade de massas d'água em ambiente climático urbano de Maceió – Alagoas**. VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Paulo, SP, Brasil – 11 a 14 de 2001.

BERLATO, M.A.; MOLION, L.C.B. **Evaporação e Evapotranspiração**. *Porto Alegre: IPAGRO/ Secretaria de Agricultura, 1981. 95 p.(Boletim Técnico, 7)*

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; LABAKI, L. C. **Caracterização das espécies arbóreas e sua contribuição para o conforto térmico do sub-distrito de Barão**

Geraldo, Campinas. Brasil – Salvador, BA. 1997. p. 93 – 96. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído.

CHENG, V.; NG, E.; GIVONI, B.. **Sensitivity of envelope colour: effect of thermal mass, windows, and natural ventilation on high-rise buildings in hot humid Hong Kong** . Chile - Santiago. 2003. 6 p. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 20, 2003, Santiago do Chile.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. 5ª ed. São Paulo: Atual, 1998. 88p, v1.

COSTA, A. D. L.; ARAÚJO, V. M. D. de ; **A bioclimatologia como forma de análise da ocupação urbana: Estudo de caso para Natal/RN**. VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Paulo, SP, Brasil – 11 a 14 de 2001.

CUNHA, J. M. P. da; ALMEIDA, G. M. R. de; RAQUEL, F. **Migração e Transformações Produtivas na Fronteira: o caos de Mato Grosso**. 2002, XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, Ouro Preto, Minas Gerais, 2002

DORILEO, B. P., **Universidade, O Fazejamento**. Ed. UFMT, Cuiabá 1977

DUARTE, D. H. S., **A Reposição do Verde em Áreas Urbanas: Desmistificação e Proposição de Alternativas para o Caso de Cuiabá**. 1997, Salvador. ANAIS DO IV ENCAC. Salvador, BA : FAUFBA/LACAM/ANTAC,

DUARTE, D. H. S.; SERRA G. G. **A Influência do Tratamento Superficial dos Pavimentos nos Microclimas Urbanos**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído - ENTAC 2000, 2002, Foz do Iguaçu. IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2002. p. 2065-2065.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlação e proposta de um indicador**. Ambiente Construído Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20, abr./jun. 2003. ISSN 1415-8876, 2003. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

FARIA, F. R. G. de; MENDES, J. F. G.; **Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 7-17, jul./set. 2004. ISSN 1415-8876 © 2004, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em:
<http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc117114.pdf>.
 Acesso em: 01 janeiro de 2007.

FIALHO, E. S. **Os microclimas e o uso do solo na Ilha do Governador**. X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Número especial de 2003 – ISSN 1415 – 1543, Revista do Departamento de Geografia (Geo UERJ), Rio de Janeiro.

FONTES, M. S. G. de C; DELBIN, S. **A qualidade climática dos espaços públicos urbanos: um estudo de caso da cidade de Bauru/SP.** Brasil – São Pedro, SP. 2001. 8 p. ENCAC (VI Encontro Nacional e III Encontro Latino – americano sobre Conforto no Ambiente Construído).

FONTES, M. S. G. de C; GASPARINI JÚNIOR, R. A. **Influência do microclima no uso de espaços públicos: Parque Vitória Régia, Bauru, SP.** Brasil – Curitiba, PR. 2003. p. 632 – 638. Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, 7ª, Conferência Latino – americana sobre Desempenho Energético de Edificações, 3º, 2003, Curitiba.

FONTES, M. S. G. de C; MATTOS, A. **Investigação climática em áreas de fundo de vale, na cidade de São Carlos – SP.** Brasil – Salvador, BA. 1997. p. 81 – 86. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4º, Salvador 1997.

GIVONI, B. KRÜGER, E. **An attempt to base prediction of indoor temperatures of occupied houses on their thermo-physical properties .** Chile - Santiago. 2003. 5 p. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 20, 2003, Santiago do Chile.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R.; **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras.** Estudos Geográficos, Rio Claro, 1(1): 19-29. 2003 (ISSN 1678 – 698X) disponível em www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. acessado em 11/11/2006.

LABAKI, L. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. **Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública, Campinas / SP.** Brasil – São Pedro, SP. 2001. 8 p. ENAC (VI Encontro Nacional e III Encontro Latino – americano sobre Conforto no Ambiente Construído).

LOPES, H.L., CANDEIAS, A. L. B., ACCIOLY, L. J. de O.; TAVARES JÚNIOR, J. R.; **Utilização dos parâmetros físicos albedo e temperatura na identificação de áreas degradadas na Bacia do Rio Brígida –PE.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3119-3127.

MAITELLI, G.T. **Uma abordagem Tridimensional do clima urbano em área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT.** Tese (Doutorado em Climatologia) – USP, São Paulo, 1994.

MARQUES, R. ZAMPRONI, Z.A.G.P. SILVA, E.de C. BARBOSA, A. M. ARRUDA, D. EVANGELISTA, S. MAGALHÃES, A. de; **Ensaio preliminares para o monitoramento de acidez da chuva em Cuiabá – MT.** Caminhos de Geografia – revista on line ISSN 1678-6343, Instituto de Geografia UFU, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2005. Disponível em <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em 1 de novembro de 2006.

MARTINS, J. L. **Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem.** 2001. 86 f, 1v. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

MASCARÓ, L. R. de. **Ambiência Urbana**. 1. ed. **Porto Alegre**: Sagra – D.C. Luzzatto, 1996.

MASSA, H., STAVROPOULOU, E. , **Blioclimatic Design of a multifunctional Building in Viareggio, Italy**. Environmnet & Energy Studies Programme, Architectural Association Graduate School. PLEA Conference, 1999.

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

MOTA, F. S.; **Meteorologia Agrícola**. 7ª ed. São Paulo: Nobel, 1983. 376p.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo SP: Agronômica Ceres, 1981. 440p, 1v.

OKE, T. R. **Siting and exposure of Meteorological Instruments at Urban Sites**. 27th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, Banff, 25-29 October, 2004. Disponível em: <http://www.urban-climate.org/ITM04-Oke.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2007.

OKE, T. R. **"Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites"**. Instruments and Methods of Observation Program, IOM Report No. **81**, WMO/TD 1250, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland , 2004. Disponível em: <http://www.geog.ubc.ca/~toke/JournalPublications.htm>. Acesso em 14 de fevereiro de 2007.

PAÇO, T. A.; FERREIRA, M. I. F. R. **Medição da Evapotranspiração em cobertos descontínuos. Necessidades de rega em pomar de pessegueiro**. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 7º Congresso da água. Lisboa, 2001.

PEDROSA, M. **Parecer sobre o core da cidade universitária**. RISCO – Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo EESC – USP Programa de Pós-Graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. EESC – USP, São Paulo, 2003.

PEZZUTO, C. C; LABAKI, L. C.; FRANCISCO FILHO, L. L. **Conforto térmico nos espaços urbanos abertos: a morfologia urbana e a relação com as condições climáticas**. Brasil – Curitiba, PR. 2003, p. 1488 – 1489. VII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído e 3ª Conferência Latino-americana Sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações.

PIETROBON, C. E. **Luz e calor no ambiente construído escolar e o sombreamento arbóreo: conflito ou compromisso com a conservação de energia?** V.1 270p V.2 177p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

PRUSKI, F. F, BRANDÃO, V. S, SILVA, D. D, **Escoamento Superficial**. Viçosa, 2003. Ed. Viçosa. 88p.

ROCHA, O. C. GUERRA, A. F. AZEVEDO, H. M. de; **Ajuste do modelo Chistiansen-Hargreaves para estimativa da evapotranspiração do feijão no cerrado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.263-268, 2003. Campina Grande, PB.

ROSA, C.A. JESUS, N.M. de. **A Terra da Conquista – História de Mato Grosso Colonial.** 1. ed. Cuiabá: Adriana, 2003. 230p. 1v.

SANCHES, J. C., ZAMPRONI, C. A. G. P., DURANTE, L. C.; **Relação entre Variáveis Climatológicas e Uso do Solo em Área de Ilha de Calor em Cuiabá – MT.**

SIQUEIRA, E. M. **História de Mato Grosso – Da ancestralidade aos dias atuais.** Cuiabá: Entrelinhas, 2002. 272p. 1v.

SMITH, M.; ALLEN, R; MONTHEITH, J.L.; PERRIER, A.; PEREIRA, L.S.; SEGEREN, A. **Expert Consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Rome: FAO, 1990. 59 p.**

SOUZA, D. O. de; BATISTA, G. M. de M.; **Análise da influência da resolução espacial na determinação das ilhas urbanas em São Paulo, por meio dos sensores ASTER e MODIS.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4525-4530

SOUZA, L. C. L.; **Influência da Geometria Urbana na Temperatura do Ar ao Nível do Pedestre;** V.1 125p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP, 1996.

SOUZA, L. C. L. ; MATTOS, A. . **Ilha de calor e geometria urbana na cidade de São Carlos/SP.** In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1997, Salvador. ANAIS DO IV ENCAC. Salvador,BA : FAUFBA/LACAM/ANTAC, 1997. p. 97-101.

SZYMANOWSKI, M. Spatial Structure of the urban heat island in Wroclaw, Poland. Disponível em http://www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_2_5.pdf. Acesso em 14 de novembro de 2006.

TANAKA, Y. SHIBATA, S. GOTOH, K. **Appearance characteristic analysis of Heat Island phenomenon by using satellite remote sensing and GIS.** Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS'05 proceedings. 2005 IEEE International. V.3, p. 1855 a 1858, ISBN 0-7803-9050-4. Date 25-29 July 2005. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentCon.jsp?punumber=10226>. Acesso em 14 de novembro de 2006.

TUBELIS, A. NASCIMENTO, F. J. L. do, **Meteorologia Descritiva – Fundamentos e Aplicações Brasileiras.** 1. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 374p, 1v.

NEVES, G. N. **Relatório Sobre a Universidade Federal de Mato Grosso 1978,** Gráfica Universitária UFMT, Cuiabá, 1979.

NEVES, P. N. **1º Manual de Informações Estatísticas 1980 – 10 anos da criação da Universidade Federal de Mato Grosso**. Cuiabá, Mt, 1980.

VEISSID, N. **Variabilidade Climática Caracterizada pelo Desvio Padrão do Albedo Planetário**. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia: A meteorologia e a Gestão de Energia, Foz do Iguaçu – PR, Brasil, 4 a 9 de agosto de 2002. Trabalho completo nos anais (CD-ROM), trabalho 2142-1.

VIANELLO, R. LEITE; ALVES, A. RAINIER, **Meteorologia Básica e Aplicada**. 1ª edição. Viçosa: Editora UFV, 2002. 449p, 1v.

9.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

AKUTSU, M.; VITTORINO, F.; CARBALLEIRA, L.F. de A., **A influência do comportamento climático na resposta térmica de edificações**. III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1995, Gramado RS, Anais do III ENCAC.

ALMEIDA, M. E. B. de ; **Formação de professores para inserção do computador na escola: inter-relações entre percepções evidenciadas pelo uso do software CHIC**. Departamento de Ciência da Computação e do Programa de Pós-graduação em Educação: Currículo, da PUC/SP. Disponível em http://math.unipa.it/~grim/asi/asi_03_bianconcini.pdf. Acesso em 09/01/2007.

BIUDES, M. S., **Estimativa da transpiração em plantas de mangabeira**. Cuiabá, 2006. 93 p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

LEÃO, M. **Desempenho Térmico em Habitações Populares para Regiões de Clima Tropical: Estudo de Caso em Cuiabá-MT**. 2006. Dissertação. (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. 105 f. Cuiabá, MT.

PINTO, M.L de A. **Relação empírica da visibilidade com profundidade óptica, concentração de aerossóis e focus de queimadas em Alta Floresta e Cuiabá, em 1993 e 1994**. São José dos Campos, 2001. 141 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2003.

APÊNDICE I. Dados da análise microclimática obtidos no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso

Através deste apêndice são apresentadas as planilhas de medições de temperatura e Umidade Relativa do ar com os respectivos horários nas estações seca e úmida nos períodos da manhã e noturno.

As medições foram efetuadas através de um termo-higro-anemômetro Modelo THAR-185 de leitura direta da INSTRUTHERM. Para a coleta de dados foi realizado um transecto pelos dezesseis pontos escolhidos no campus da UFMT. As medições no período da manhã iniciaram-se às 6 horas e 30 minutos e no período noturno variaram conforme o pôr-do-sol.

Temperaturas e Umidades no Período Matutino - Estação Seca				
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
21/set	06:30	1	24,2	75,6
	06:35	2	23,4	82,1
	06:40	3	23,6	83,7
	06:50	4	22,8	86,3
	06:56	5	23,3	81,9
	07:00	6	23,4	80,6
	07:05	7	23,8	81
	07:10	8	24	79,3
	07:15	9	24,3	77,3
	07:20	10	24,8	77,5
	07:25	11	24	77,3
	07:30	12	24,2	76,7
	07:42	13	26,5	71
	08:00	14	26,2	67,5
	07:55	15	25,2	67,3
	07:47	16	25,4	67,9
22/set	06:30	1	23,6	88
	06:34	2	24,3	83,4
	06:40	3	25	82,5
	06:46	4	24,4	88,6
	06:51	5	25,5	81,8
	06:54	6	25,1	80,3
	07:02	7	25,7	80,7
	07:05	8	25,2	82,3
	07:13	9	25,6	78,8
	07:16	10	25,8	77,3
	07:23	11	26,3	77,1
	07:25	12	26,2	75,8
	07:29	13	26,7	74,8
	07:33	14	26,3	74,6
	07:38	15	27	74,3

Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
	07:43	16	26,9	70,5
23/set	06:30	1	27,2	72,1
	06:33	2	27,2	70,8
	06:36	3	27	71,8
	06:41	4	26,6	73,2
	06:45	5	27,2	67,7
	06:47	6	28,1	68,5
	06:50	7	27,6	68,7
	06:55	8	28	70
	06:58	9	28,5	67,9
	07:01	10	28,6	66,7
	07:06	11	27	73,4
	07:09	12	28,6	67,8
	07:13	13	29,7	66
	07:15	14	29,1	64,8
	07:20	15	30,7	61,5
	07:25	16	30,5	61,8
24/set	06:30	1	23,7	81,5
	06:33	2	24,3	78,5
	06:36	3	25,3	75,6
	06:41	4	25,2	80,8
	06:45	5	25,5	76,4
	06:47	6	25,5	77,4
	06:50	7	26,5	75,9
	06:55	8	24,1	82,4
	06:58	9	25,2	79,3
	07:01	10	25,3	78,3
	07:06	11	24,4	80,1
	07:09	12	24,4	81,2
	07:13	13	24,5	79,2
	07:15	14	26	77,2
	07:20	15	25	80,1
	07:25	16	25,5	77,3
25/set	06:30	1	21,2	80,3
	06:34	2	21,4	76,2
	06:37	3	23,3	74,8
	06:42	4	22,5	81,4
	06:48	5	22,3	72,8
	06:49	6	24,3	71,6
	06:52	7	24,7	68,5
	06:57	8	24	72,4
	07:01	9	24,5	76
	07:03	10	25	72
	07:08	11	22,6	73
	07:10	12	22,8	74,7
	07:13	13	25,2	69,2
	07:16	14	23	70,8
	07:20	15	23,4	72
	07:27	16	25,6	67
Temperatura e Umidade no Período Matutino				

Estação úmida				
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
15/nov	06:30	1	27	67,6
	06:43	2	27,4	64,3
	06:46	3	27,5	66,2
	06:51	4	26,6	69,9
	06:56	5	28,1	65
	06:58	6	28,2	63,7
	07:02	7	27,7	66,1
	07:06	8	28	65,5
	07:14	9	28,5	64,5
	07:17	10	28,4	65,3
	07:20	11	28,5	65,1
	07:24	12	28	63,7
	07:27	13	29,8	59,5
	07:30	14	28,7	59,7
	07:35	15	28,2	61,8
	07:41	16	29,9	59
16/nov	06:30	1	28,6	66,3
	06:39	2	28,8	66,21
	06:42	3	28,71	63,61
	06:47	4	28,1	70,7
	06:52	5	28,7	65,8
	06:56	6	28,4	63,9
	06:59	7	28,4	64,9
	07:08	8	28,6	67
	07:09	9	29,6	60,5
	07:13	10	29,4	63
	07:16	11	29,3	64,2
	07:20	12	29,1	63,3
	07:25	13	29,1	60,8
	07:30	14	28,5	61,9
	07:33	15	29,3	63,9
	07:36	16	29,8	60,8
17/nov	06:30	1	27,06	67,9
	06:38	2	27,8	68,1
	06:41	3	25	65,3
	06:44	4	27	70,3
	06:48	5	27,4	64,9
	06:51	6	28,4	63,4
	06:54	7	29,4	64,8
	07:01	8	28,4	67
	07:04	9	28,9	66,5
	07:07	10	28,6	60,8
	07:10	11	28,7	58,6
	07:13	12	28,5	60,2
	07:16	13	29,7	57,4
	07:19	14	28,6	55,5
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
	07:25	15	29,9	50,5

	07:31	16	30,4	52,9
18/nov	06:30	1	28,1	64,6
	06:35	2	29,8	59,8
	06:38	3	29,2	61,5
	06:43	4	28,3	66,3
	06:46	5	29,8	60,3
	06:51	6	29,6	58,1
	06:54	7	29,4	57,8
	06:58	8	29,1	61
	07:00	9	30,2	60,1
	07:02	10	32,6	51,4
	07:07	11	31	51,9
	07:16	12	31,1	50,6
	07:20	13	31	55,2
	07:22	14	30,6	55
	07:28	15	30,7	53
	07:33	16	31,8	52,9

Temperatura e Umidade no Período Noturno Estação Seca				
Dia	Minutos do Pôr do sol	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
21/set	53	1	28,3	64,5
	58	2	28,4	63,8
	64	3	28,3	64,5
	74	4	27,8	66,3
	82	5	28,3	64
	86	6	28,3	64,1
	88	7	28,4	63,5
	94	8	27,5	67,9
	116	9	28	69,2
	120	10	28,2	65,4
	138	11	27	70
	101	12	28,5	62,8
	107	13	28,9	62,3
	111	14	28,6	64,9
	131	15	28,4	64,5
	143	16	27,1	70,1
22/set	156	1	30	59,4
	162	2	30,2	58,1
	168	3	30,7	58,8
	169	4	29,2	63,9
	175	5	30,2	58,8
	176	6	30,3	57,6
	179	7	30,3	62,5
	182	8	28,7	64,8
	185	9	29	61,7
	187	10	29,8	60,5
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
	190	11	29,4	63,1

	193	12	29,6	58,8
	195	13	30,2	58,2
	196	14	30,2	59,2
	200	15	29,7	59,3
	204	16	28,9	64,2
23/set	101	1	28,1	63,2
	105	2	28,1	60,2
	107	3	28,8	60
	110	4	27,9	66,7
	114	5	28,8	61,8
	115	6	29,2	59,4
	117	7	28,2	58,3
	120	8	27,5	64
	122	9	25,8	65,1
	124	10	27,9	61,8
	127	11	28,4	62,5
	129	12	28,3	62
	131	13	29,5	63,5
	132	14	28,8	60,5
	136	15	28,6	61,9
	139	16	28,8	65,2
24/set	130	1	26,2	74,3
	134	2	26,8	72,3
	138	3	26,9	72,9
	145	4	26	75
	153	5	26,5	72,5
	154	6	26,1	73,5
	159	7	26,1	76,2
	162	8	25,8	74,1
	168	9	26,1	72,7
	170	10	25,9	72,4
	175	11	26	71,8
	177	12	25,9	73,4
	180	13	26,6	72,5
	182	14	27,7	71,4
	186	15	26,5	73
	189	16	26,5	73,2
25/set	15	1	31	57,3
	17	2	31,6	55,8
	21	3	31,6	55,8
	25	4	30	58,5
	30	5	31,2	56,1
	23	6	31,3	56,4
	36	7	30,3	57
	41	8	30,2	59,1
	45	9	30,6	59
	48	10	30,7	58,3
	52	11	30,6	57,6
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
	56	12	30,6	58,3

	58	13	30,6	57
	60	14	30,6	58,2
	64	15	30,8	58,4
	69	16	30,4	59,8

Temperaturas e Umidades no Período Noturno - Úmida				
Dia	Minutos do pôr-do-sol	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
15/nov	160	1	32	54,4
	163	2	32,2	53,8
	167	3	32,1	54,8
	173	4	30,6	58,5
	177	5	31,4	56,2
	179	6	31,5	56,6
	185	7	31,2	59,1
	187	8	29,1	63,5
	191	9	30,3	62,8
	194	10	30,7	56,8
	197	11	28,5	63,1
	200	12	30,2	59,2
	202	13	30,8	57,6
	204	14	30,7	57
	206	15	30,2	56,8
	300	16	29,4	58,5
16/nov	174	1	29,8	65,4
	177	2	29,6	64,4
	180	3	29,8	63,6
	183	4	28	68,3
	188	5	29	62,5
	190	6	29,1	63,3
	193	7	28,9	61,9
	195	8	27	63,3
	196	9	27,3	67
	199	10	28,7	63
	203	11	27,8	61
	205	12	28,1	62,5
	207	13	28,1	61
	208	14	27,9	60,5
	212	15	28,5	63,2
	215	16	27,7	61,5
17/nov	135	1	33	49,4
	141	2	34,2	41,7
	144	3	33,3	46,6
	151	4	32,3	53,3
	154	5	33,4	48,9
	157	6	33,7	47,4
Dia	Hora	Pontos	Temperatura (°C)	Umidade (%)
	160	7	33,2	46,9

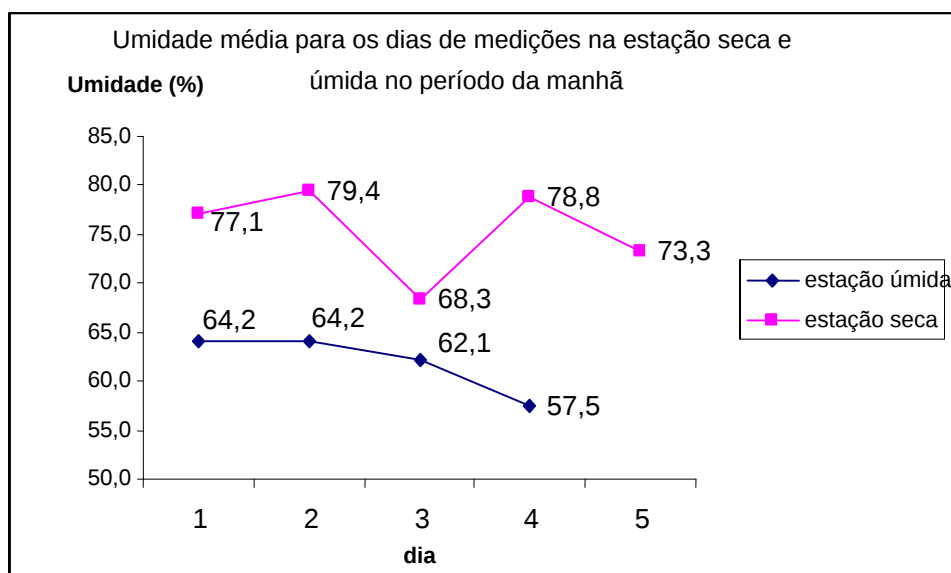
	165	8	31,4	55,5
	168	9	31,8	52,2
	170	10	32,6	51
	175	11	31,3	54,4
	177	12	33,2	49,2
	180	13	33,5	47,9
	182	14	33,4	48,5
	187	15	33,3	48,6
	195	16	30,4	61,2
18/nov	139	1	30,4	69,8
	142	2	30,9	67
	144	3	31	68
	147	4	29,2	74,7
	150	5	30,4	68,5
	152	6	30,3	69,1
	154	7	30,3	68,8
	156	8	29,2	74,3
	158	9	29,5	74,7
	160	10	30,2	70,7
	162	11	29,3	73
	163	12	30	71,1
	165	13	30,4	68,7
	166	14	30,9	66,5
	169	15	30,4	69,3
	171	16	29,7	70,8

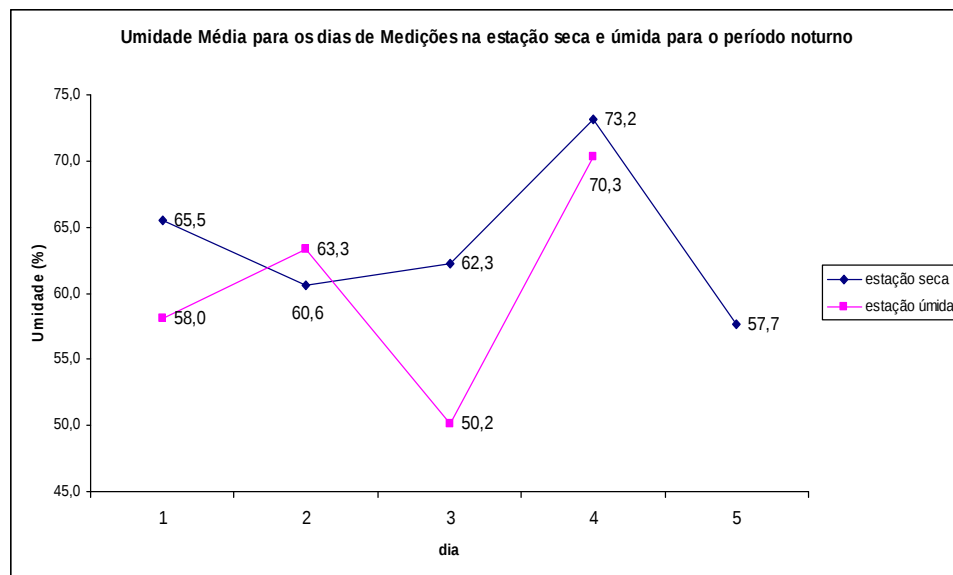
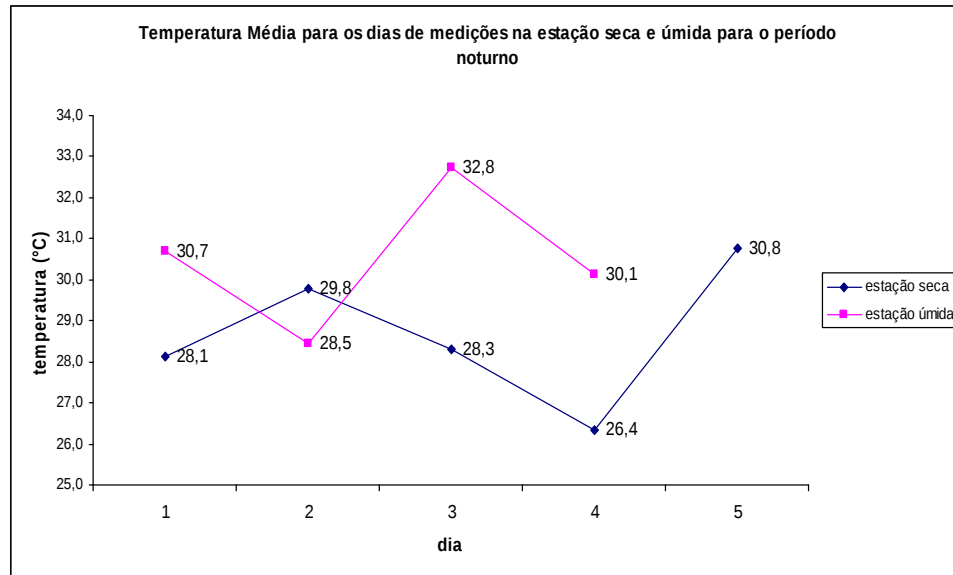
APÊNDICE II. Comparação entre os dias de medições microclimáticas na estação seca e úmida no campus da UFMT

Através do apêndice II são apresentados os gráficos das médias das temperaturas e umidades relativas do ar para as estações seca e úmida no período da manhã e noturno.

Para a estação seca foram realizados cinco dias de medições no mês de setembro, caracterizando como os melhores dias de medições para este mês (céu limpo e estabilidade do vento).

Foram realizados quatro dias de medições na estação úmida feitas no mês de novembro, mês este com maior estabilidade do vento e de céu limpo.





APÊNDICE III. Dados estatísticos do teste T pareado para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio

Este apêndice apresenta os resultados da análise realizada o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para encontrar as correlações entre o comportamento térmico das estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio.

São apresentados os resultados obtidos em relação ao erro e correlação da análise do teste T pareado para os doze meses escolhidos para a análise.

Dados estatísticos do teste T pareado para as médias das temperaturas máximas nas estações de Cuiabá e Santo Antônio

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Cuiabá	32,6000	12	1,62928	,47033
	St. Antônio	32,5917	12	1,74171	,50279

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Cuiabá & St.Ant.	12	,894	,000

Dados estatísticos do teste T pareado para as temperaturas médias nas estações de Cuiabá e Santo Antônio

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Cuiabá	26,2167	12	1,68460	,48630
	St. Antônio	25,4583	12	2,16058	,62371

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Cuiabá & St. Ant.	12	,943	,000

Dados estatísticos do teste T pareado para as médias das temperaturas mínimas nas estações de Cuiabá e Santo Antônio

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Cuiabá	21,7167	12	2,94798	,85101
	St. Antônio	20,7167	12	3,30615	,95440

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Cuiabá & St. Ant.	12	,994	,000

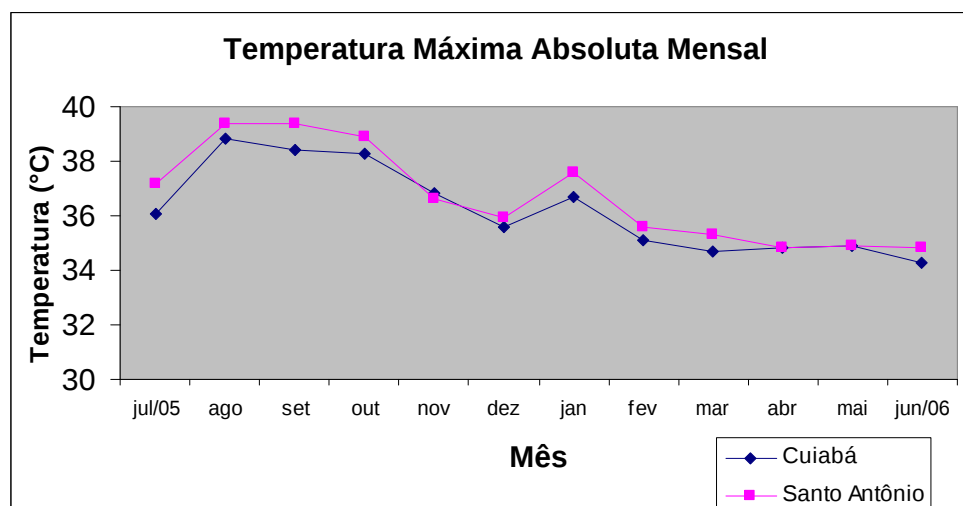
APÊNDICE IV. Análise das temperaturas máximas e mínimas absoluta dos meses da série analisada para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio

Este apêndice apresenta as tabelas das temperaturas máximas e mínimas da série que corresponde do mês de julho de 2005 até o mês de junho de 2006, totalizando um ano de análise. Esse período foi o único disponível na estação meteorológica de Cuiabá.

São apresentados ainda os gráficos correspondentes as temperaturas máximas e mínimas absolutas das estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio.

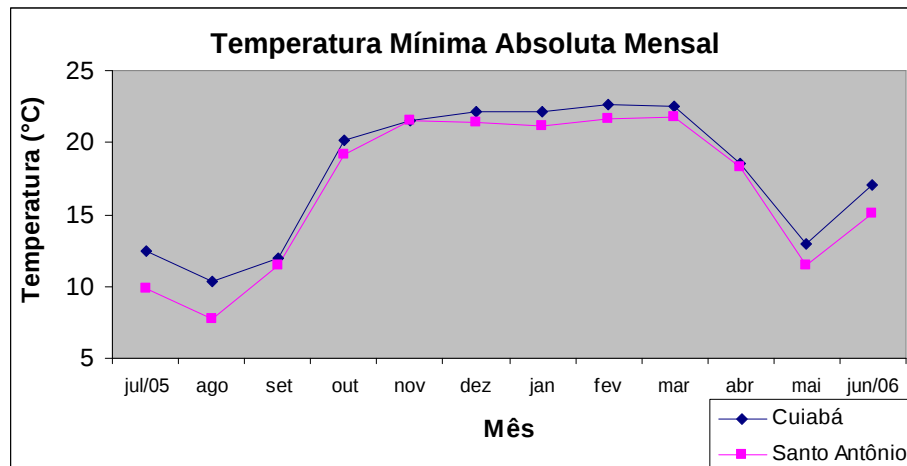
Temperaturas Máximas Absoluta Mensal

Temperatura Máxima Absoluta		
Mês	Cuiabá (°C)	Santo (°C)
jul/05	36,1	37,2
ago	38,8	39,4
set	38,4	39,4
out	38,3	38,9
nov	36,8	36,6
dez	35,6	35,9
jan	36,7	37,6
fev	35,1	35,6
mar	34,7	35,3
abr	34,8	34,8
mai	34,9	34,9
jun/06	34,3	34,8



Temperatura Mínima Absoluta Mensal

Temperatura Mínima Absoluta		
Mês	Cuiabá (°C)	Santo (°C)
jul/05	12,4	9,8
ago	10,4	7,7
set	12	11,5
out	20,1	19,1
nov	21,5	21,5
dez	22,1	21,4
jan	22,1	21,2
fev	22,6	21,7
mar	22,5	21,8
abr	18,5	18,3
mai	12,9	11,4
jun/06	17,1	15,1



APÊNDICE V. Dados coletados para as estações meteorológicas de Cuiabá e Santo Antônio do Leverger**ESTAÇÃO:** 9º Distrito de Meteorologia MT e RO

Altitude: Da estação Hs: 152,34m

ANO DE 2005

Local: INMET Cuiabá 15° 33' S 56° 07' W

Da cuba do barômetro: 151m

Meses de 2005	Pressão atm (mb)	TEMPERATURA DO AR							Umidade Relativa %	Nebu- losidade (C-10	PRECIPITAÇÃO			Evaporação Total (mm)	Insolação Total (horas e décimos)
		Méd.	Méd.	Máximas Abs.		Mínimas Abs.		Média			Altura	Máxima em 24 hs			
		Máxi.	Míni.	Graus	Data	Graus	Data	Comp.			total (mm)	Altura (mm)	Data		
Janeiro	990,9		24,3			23,1	5	27,9	83	67	131,1	22,4	16	25,2	
Fevereiro	991,2	29,7	23,7	35	24	19,6	2	26,5	96	50	220,9	75	1	37,6	
Março	996,3	32,2	24,1	36,1	7	21,1	24	27,5	78	65	200,8	82	23	50,7	
Abril	993,7		21,6			13,5	26	23,2	64	53	56,2	38	4	73,3	
Maio	992,5		21,3			18	1	22,9	66	53	81	8,1	26	15,8	
Junho	993,7		21,2			18	23	18,1	64	53	14,3	14,3	28	80	15,5
Julho	996,5	31,6	16,8	36,1	29	12,4	20	23,7	61	38	0	0	0	118,7	243,4
Agosto	995,1	35,4	18,6	38,8	16	10,4	10	26,4	53	74	1	1	31	221,3	225,6
Setembro	995	32,7	19,7	38,4	8	12	13	25,8	63	34	43,3	25,3	12	144,9	134,5
Outubro	992,6	34,5	24,1	38,3	8	20,1	6	28,3	69	77	121,4	80	23	143,9	175,6
Novembro	991,1	33,5	24,7	36,8	9	21,5	10	27,9	72	68	90,5	37,4	9	121,2	150
Dezembro	990,2	33,3	24,1	35,6	10	22,1	7	27,7	76	77	104,1	22,3	17	115,5	165,4

Obs: Os meses sem coleta de dado foram ocasionados pela falta de profissionais da estação no mês da coleta.

Da estação Hs:

ESTAÇÃO: 9º Distrito de Meteorologia MT e RO

Altitude: 152,34m

ANO DE 2006

Local: INMET Cuiabá 15° 33' S 56° 07' W.

Da cuba do barômetro: 151m

Meses de 2006	Pressão atm (mb)	TEMPERATURA DO AR							Umidade Relativa %	Nebu- losidade (C-10)	PRECIPITAÇÃO			Evaporação Total (mm)	Insolação Total (horas e décimos)		
		Méd. Máx.	Méd. Mín.	Máximas Abs.	Mínimas Abs.	Média	Altura total (mm)	Máxima em 24 hs									
				Graus				Data			Graus	Data	Comp.			Altura (mm)	Data
Janeiro	991,7	32,5	24	36,7	24	22,1	12	27,2	79	77	152,9	34,3	12	63,8	87,2		
Fevereiro	991,8	32,5	24,1	35,1	1	22,6	24	27	82	72	355,5	91,8	2	57,2	153		
Março	992,2	32,7	24,2	34,7	6	22,5	29	27	84	77	273,1	67,9	19	78,4	163,4		
Abril	993,2	30,2	22,9	34,8	26	18,5	19	25,9	82	68	154,7	42,2	9	72,3	174,3		
Maio	997,2	29,5	18,1	34,9	16	12,9	13	22,9	73	39	12,5	12,5	22	124,9	238,8		
Junho	996,2	32,8	19,3	34,3	19	17,1	28	24,8	67	28	4,1	4,1	1	123,3	251,3		
Julho	995,9		18			13	31	19,5	56	15	17,1	17,1	2	67,1	13,6		
Agosto	994,4	35,3	19,3	38,6	12	13,9	1	27,1	54	24	24,3	15,3	29	107,6	232,8		
Setembro	993,8	33,5	21,4	37,3	8	12,9	6	26,5	66	38	112	86	9	119,3	140		
Outubro	993,4	33,2	23,8	37,3	29	21,8	6	27,5	76	66	97,9	47,2	13	110,4	142		
Novembro	991,6	35,1	23,7	37,4	17	19,8	13	28,4	68	56	142,9	44,1	20	87,9	184,1		

ESTAÇÃO: Estação Agroclimatológica Padre Ricardo Remetter

Altitude: da estação: 140,8m da cuba do barômetro: 140m

ANO DE 2005

Local: Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, 15°47'11" S e 56°04'47" W, município de Santo Antônio do Leverger – MT

Meses de 2005	Pressão atm (mb)	TEMPERATURA DO AR									Umidade Relativa %	Nebu- losidade (C-10	PRECIPITAÇÃO			Evaporação Total (mm)	Insolação Total (horas e décimos)
		Méd. Máx.	Méd. Mín.	Máximas Abs.		Mínimas Abs.		Média Comp.	Altura total (mm)	Máxima em 24 hs							
				Graus	Data	Graus	Data			Altura (mm)			Data				
Janeiro	991,8	32,2	24	35,6	8	22,9	5	26,9	83	84	271,3	49	13	94,9	145,8		
Fevereiro	993,2	33,4	23,4	36,4	9	18,7	2	27,1	81	71	124,6	81,1	1	104,7	187,9		
Março	994	32,6	23,5	36,6	29	20,3	24	26,8	83	68	156,6	33,3	20	94,7	192,5		
Abril	995,1	32,2	21,9	36,3	14	14,1	27	25,9	80	63	83,9	43	6	102,3	204,5		
Mai	995,7	32,9	19,9	35,5	12	17,8	2	25,4	73	45	5,8	5,8	26	145,9	245,8		
Junho	997,2	33,5	17,9	35,5	17	14,4	27	24,2	70	36	6,3	6	28	172,7	255,5		
Julho	999,8	31,2	14,8	37,2	29	9,8	12	21,1	63	35	0,4	4	19	211	261,5		
Agosto	996,8	35,6	16,9	39,4	28	7,7	10	25,1	49	20	7,1	7,1	31	307,8	267,2		
Setembro	996,7	32,4	19	39,4	8	11,5	13	24,5	64	58	73	28,7	10	197,2	195,3		
Outubro	994,1	34,7	23,3	38,9	4	19,1	6	27,7	70	69	134,9	29,7	30	166,4	176,2		
Novembro	992,2	33,5	23,4	36,6	14	21,5	10	27,3	77	68	99,3	48	10	123,9	176,2		
Dezembro	991,6	33,3	23,2	35,9	21	21,4	7	27,1	79	72	164,3	38,3	27	118,5	214,7		

ESTAÇÃO: Estação Agroclimatológica Padre Ricardo Remetter

Altitude: da estação: 140,8m da cuba do barômetro: 140m

ANO DE 2006

Local: Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, 15°47'11" S e 56°04'47" W, município de Santo Antônio do Leverger – MT

Local: Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, 15°47'11" S e 56°04'47" W, município de Santo Antônio do Leverger – MT															
Meses de	Pressão atm (mb)	TEMPERATURA DO AR							Umidade	Nebu- losidade	PRECIPITAÇÃO			Evaporação	Insolação Total (horas
2006		Méd. Máx.	Méd. Mín.	Máximas Abs.		Mínimas Abs.		Média Comp.	Relativa %	(C-10	Altura total (mm)	Máxima em 24 hs		Total (mm)	Total (horas e décimos)
				Graus	Data	Graus	Data					Altura (mm)	Data		
Janeiro	993,3	32,8	23,4	37,6	24	21,2	12	27,1	83	80	182,1	75,5	12	103,6	158,8
Fevereiro	993,1	33	23,4	35,6	5	21,7	21	26,9	84	49	177,1	29	12	92,4	171,1
Março	993,5	30,8	23,7	35,3	6	21,8	28	26,1	85	79	229,8	58,5	26	81,9	165,8
Abril	994,5	31,7	22,5	34,8	26	18,3	18	26,6	84	66	178,5	50	7	80,9	175,8
Maiο	999,2	29,1	17	34,9	27	11,4	13	22,1	79	42	11,6	52	22	114,4	244,5
Junho	998,3	33	18	34,8	19	15,1	28	23,9	75	39	0	0	0	145,9	260,2
Julho	998,7	32,8	16,5	37,4	28	11,4	31	23,3	68	28	31,6	29,4	2	191,7	279,3
Agosto	996,5	35	18,1	38,8	12	11,1	1	25,5	57	40	100,7	50,1	29	239,3	273,5
Setembro	996,3	33,1	20,9	38,5	13	11,4	6	25,8	71	64	79,8	46	9	155,5	193,6
Outubro	993,4	32,7	23	36,5	29	21,7	6	26,7	82	82	136,9	41	13	99,3	161,2
Novembro	992,6	34,2	23	37,3	17	17,5	12	27,6	70	68	139,3	33	26	141,8	225,1

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.