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

# RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E COBERTURA DO CÉU NA REGIÃO CENTRAL DE CUIABÁ E ENTORNO

**FRANCISCO JOSÉ DUARTE GOMES**

**ORIENTADORA: PROFª. DRª. LUCIANA SANCHES**

**Cuiabá, MT**
**Agosto de 2010**

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

# RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E COBERTURA DO CÉU NA REGIÃO CENTRAL DE CUIABÁ E ENTORNO

**FRANCISCO JOSÉ DUARTE GOMES**

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

**Orientadora: PROFª. DRª. LUCIANA SANCHES**

**Cuiabá, MT**
**Agosto de 2010**

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

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título: **RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E COBERTURA DO CÉU NA REGIÃO CENTRAL DE CUIABÁ E ENTORNO**

Autor: **FRANCISCO JOSÉ DUARTE GOMES**

Dissertação defendida e aprovada em 30 de agosto de 2010, pela comissão julgadora:

---

Prof.ª Dr.ª Luciana Sanches
Universidade Federal de Mato Grosso
Orientadora

---

Profª. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Universidade Federal de Mato Grosso
Examinador Interno

---

Prof. Dr. Osvaldo Borges Pinto Junior
PNPd – Programa Nacional de Pós-doutorado
Examinador Externo

# DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Grande Arquiteto do Universo, a meus pais, a minha querida esposa, a meus filhos e a minha família pela força com que sempre me apoiaram nesta jornada.

# AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Luciana Sanches por toda colaboração, parceria, dedicação e orientação fundamentais a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso, em especial ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira, pelo trabalho desenvolvido como coordenador.

Aos professores do programa pela dedicação na indicação dos caminhos do conhecimento.

Em especial ao amigo Prof. Msc. Eduardo Cairo Chilleto, pelo incentivo e por permitir a utilização de seu banco de dados para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do Programa de Pós Graduação em Física Ambiental, que sempre se dispuseram dividir seus conhecimentos e trabalhar em equipe.

Aos amigos Nicácio Lemes de Almeida e Elisa Cox pelo incentivo e apoio no material de pesquisas.

A todos aqueles que incentivaram, apoiaram, e que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

**LISTA DE FIGURAS** ..... viii
**LISTA DE TABELAS** ..... x
**LISTA DE QUADROS** ..... xi
**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS** ..... xii
**RESUMO** ..... xiii
**ABSTRACT** ..... xiv
**1. Introdução** ..... 1
**1.1 Problemática** ..... 1
**1.2 Justificativa** ..... 2
**2. Fundamentação Teórica** ..... 4
**2.1 Clima urbano** ..... 4
2.1.1. Fatores Climáticos Locais ..... 5
2.1.2 Elementos Climáticos ..... 6
*2.1.2.1 Temperatura do ar* ..... 6
*2.1.2.2 Umidade relativa do ar* ..... 7
*2.1.2.3 Radiação solar* ..... 7
*2.1.2.5 Precipitação.* ..... 8
*2.1.2.6 Índice de Claridade* ..... 8
**2.2 Escalas espaciais do clima** ..... 9
**2.3 Classificação climática** ..... 11
**2.4 Ilhas de calor** ..... 12
**2.5 O planejamento do meio urbano** ..... 13
**2.6 Cartas Bioclimáticas** ..... 14
**2.7 Normais climatológicas** ..... 15
**3. Material e Métodos** ..... 17
**3.1 Localização e descrição da área em estudo** ..... 17
**3.2 Instrumentação** ..... 20
**3.3 Tratamento e Análise dos Dados** ..... 20
**3.4 Estimativa da cobertura de céu** ..... 21
**3.5 Normais Climatológicas da Região** ..... 22
**4. Resultados e Discussões** ..... 23
**4.1 Estação Centro** ..... 23
**4.2 Estação Cpa** ..... 26
**4.3 Estação Unicampo** ..... 28
**4.4 Estação Chapada** ..... 31

**4.5 Comparativo das Variáveis Climatológicas nos quatro pontos .....33**

**4.6 Correlação entre as Normais Climatológicas (1961 a 1990) e Variáveis Meteorológicas medidas no ano 2007 .....34**

4.6.1 Análise das Médias.....34

4.6.2. Correlação entre as Normais Climatológicas e as variáveis meteorológicas.....36

**4.7 Irradiação solar no topo da atmosfera e na superfície.....39**

**4.8 Comparativos com a estação Centro .....42**

4.8.1 Temperatura do ar (T).....43

4.8.2 Umidade relativa do ar (UR).....45

4.8.3 Radiação solar (Rsg).....47

**4.9 Correlação entre o índice de claridade e variáveis micrometeorológicas.49**

**5. Conclusões.....53**

**6 . Referências Bibliográficas.....55**

**6.1 Bibliografias Citadas.....55**

**6.2 Bibliografias Consultadas .....57**

**7. Anexos .....59**

**7.1 Resumo das Máximas e Mínimas.....59**

# LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1:** Atmosfera sob influencia urbana ..... 5
**FIGURA 2:** Localização da estação (1) Centro, (2) CPA, (3) Unicampo, e (4) Chapada em imagem LANDSAT 7 ETM$^+$ (GeoCover 2000) no centro e detalhe de cada estação em imagens QuickBird nas extremidades .. 19
**FIGURA 3:** (a) foto da estação micrometeorológica (b) ilustração da instalação da estação Unicampo ..... 20
**FIGURA 4:** Ciclo horário mensal (Média±DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro..... 24
**FIGURA 5:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar global (Rsg) na estação CPA ..... 27
**FIGURA 6:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo ..... 30
**FIGURA 7:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada..... 32
**FIGURA 8:** Comparativo da Normal temperatura do ar (T) 1961 a 1990 (INMET) com a média das estações da Baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007..... 34
**FIGURA 9:** Média mensal da Normal umidade relativa do ar (UR) 1961 a 1990 (INMET) e das estações da baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007..... 35
**FIGURA 10:** Média mensal da Normal precipitação (Ppt) 1961 a 1990 (INMET) e das estações da baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007..... 36
**FIGURA 11:** Correlações da Normal (1961 a 1990) da temperatura (T) e as médias mensais das estações (a) Centro, (b) CPA, (c) Unicampo e (d) Chapada. A linha solida representa a média ..... 37
**FIGURA 12:** Correlações da Normal (1961 a 1990) de umidade relativa do ar (UR) e as médias mensais das estações (a) Centro, (b) CPA, (c) Unicampo e (d) Chapada. A linha sólida representa a média ..... 38
**FIGURA 13:** Gráficos das correlações da Normal (1961 a 1990) de precipitação (Ppt) e as médias mensais das estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada. A linha sólida representa a média..... 39
**FIGURA 14:** Média diária da radiação solar incidente (linha sólida) e radiação no topo da atmosfera (linha tracejada) no Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007..... 40
**FIGURA 15:** Índice de claridade diário no Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007. Índices entre a linha tracejada e a linha pontilhada representam céu parcialmente nublado, índices superior a linha tracejada representam céu limpo, índices inferiores a linha pontilhada representam céu nublado. ..... 41
**FIGURA 16:** Comparativo das médias horárias mensais da temperatura do ar (T) em relação a estação Centro. ..... 44

**FIGURA 17:** Diferenças das médias mensais da temperatura do ar (T) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença varia em favor da estação Centro..... 45
**FIGURA 18:** Comparativo das médias horárias mensais da umidade do ar (UR) em relação a estação Centro. ..... 46
**FIGURA 19:** Diferenças das médias mensais da umidade relativa do ar (UR) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença é maior na estação Centro. ..... 47
**FIGURA 20:** Média horária mensal da radiação solar (Rsg) em relação à estação Centro. ..... 48
**FIGURA 21:** Diferenças das médias mensais da radiação solar (Rsg) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença varia em favor da estação Centro..... 49
**FIGURA 22:** Correlação de Pearson entre temperatura do ar (T) e umidade relativa do ar (UR) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada. ..... 50
**FIGURA 23:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (Kt) e temperatura do ar (T) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada..... 51
**FIGURA 24:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (Kt) e umidade relativa do ar (UR) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007..... 52
**FIGURA 25:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (K) e a velocidade do vento (u) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada. ..... 52

# LISTA DE TABELAS

**TABELA 1:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal (±DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro em 2007..... 23

**TABELA 2:** Matriz de correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$) ..... 26

**TABELA 3:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação CPA..... 26

**TABELA 4:** Matriz de correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação CPA. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$) ..... 28

**TABELA 5:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo. ..... 29

**TABELA 6:** Matriz de correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$) ..... 30

**TABELA 7:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada..... 31

**TABELA 8:** Correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$)..... 33

**TABELA 9:** Percentual de dias Julianos em função da classificação do céu para as Estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada; Média Cuiabá (Centro, CPA, Unicampo) e Média Geral (Centro, CPA, Unicampo e Chapada). ..... 42

**TABELA10:** Resumo da precipitação acumulada (Ppt), média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) nas quatro estações com indicação das máximas e mínimas. Valores em negrito são máximos e com borda são mínimos. ..... 59

# LISTA DE QUADROS

**QUADRO 1:** Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano..... 10

# LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|---|---|
| δ | Declinação solar |
| dJ | Dia juliano |
| φ | Latitude local |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| Kt | Índice de claridade |
| OMM | Organização Meteorológica Mundial |
| PMC | Prefeitura Municipal de Cuiabá |
| Ppt | Precipitação pluviométrica |
| Ro | Radiação solar no topo da atmosfera |
| Rsg | Radiação solar global |
| SCU | Sistema clima urbano |
| T | Temperatura do ar |
| u | Velocidade do vento |
| UR | Umidade relativa do ar |
| Z | Ângulo zenital |
| β | Ângulo de elevação do sol em relação ao horizonte |

# RESUMO

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

Este trabalho tem por objetivo, analisar a relação entre as variáveis meteorológicas e o índice de cobertura do céu para interpretação do mesoclima de Cuiabá e seu entorno no ano de 2007. Para isso foram levantados e organizados os dados disponíveis de estações localizadas em três pontos da cidade de Cuiabá (Centro, CPA, Unicampo) e um ponto em Chapada dos Guimarães. Foram descritos o microclima de cada ponto em função dos elementos naturais e construtivos de seu entorno; comparados com as médias históricas; determinada a cobertura do céu; comparados os dados climáticos das estações com o Centro e finalmente verificada sua correlação com os índices de claridade obtidos. Os resultados obtidos foram: Os elementos naturais e construtivos do entorno dos pontos demonstram sua influência nas variáveis micrometeorológicas, com maiores médias anuais de temperaturas e precipitação nas estações mais urbanizadas e as menores nas estações mais afastadas. O ano de 2007 em relação as Normais de 1961 a 1990, foi mais quente, menos úmido e com menor precipitação. Na determinação da cobertura do céu, os pontos da baixada cuiabana apresentara 9,96% dias nublados, 85,67% parcialmente nublados e 4,37% limpos. Chapada dos Guimarães apresentou 37,6% dias nublados, 62,4% parcialmente nublados e nenhum dia limpo. No comparativo em relação à estação mais urbanizada, a estação Centro apresenta a maior temperatura média anual, maior precipitação, menor velocidade do vento. A análise da relação das variáveis meteorológicas com a cobertura do céu indicam a relação entre elas quando constata-se a inversão da correlação, mantendo-se significativa, quando da queda brusca do índice de claridade no mês de março, e seu comportamento regular no restante dos meses. Em geral as variáveis de temperatura, umidade e radiação solar, quando comparadas num único gráfico, apresentaram o mesmo comportamento nas médias horárias, inclusive em pequenas oscilações pontuais caracterizando a homogeneidade da região independente de seu posicionamento geográfico e as diferenças se apresentam, quando estudados os microclimas de cada ponto.

**Palavras-Chave**: Índice de claridade; clima urbano; mesoclima.

# ABSTRACT

GOMES, F. J. D., ***Relationship between Meteorological Variables and Coverage of Heaven in the central region of Cuiaba and surroundings***. Cuiabá, 2010. 73f. Dissertation (Masters in Environmental Physics), Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso, Cuiabá.

This study aims to examine the relationship between meteorological variables and the rate of sky coverage for the interpretation of Cuiabá mesoclimate and its surroundings in 2007. For that were raised and organized the available data from stations located in three places in the Cuiabá city (Centro, CPA, Unicamp) and a point in Chapada dos Guimarães. We described the microclimate of each point on the basis of constructive elements and its surroundings; compared with historical averages, given the sky coverage, compared climate data from stations with the Centre stations and finally found its correlation with the clearness index obtained. The results were: The natural elements and construction of the surrounding points demonstrate its influence on micrometeorological variables, with higher mean annual temperatures and precipitation stations in more urbanized and the lowest in more remote stations. The year 2007 for the Standard from 1961 to 1990, was warmer, less humid and less precipitation. In determining the sky coverage, the points of the marshland had made cuiabana 9.96% cloudy days, partly cloudy 85.67% and 4.37% clean. Chapada dos Guimarães cloudy days showed 37.6%, 62.4% partly cloudy days and no clean. In comparison with station more urbanized, the station has the highest center average annual temperature, higher precipitation, lower wind speed. The analysis of the meteorological variables with the sky coverage indicate the relationship between them when it finds itself to inversion of the correlation and remained significant when the slump of the clearness index in March, and regulate their behavior in the rest months. In general the variables of temperature, humidity and solar radiation, when compared on a single chart, showed the same behavior in the average hourly, including occasional small oscillations characterizing the homogeneity of the region regardless of its geographical position and the differences, when studied microclimates of each point.

**Keywords:** clearness index; urban climate; mesoclimate.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMÁTICA

A preocupação mundial com as variações climáticas, tratada nos fóruns globais onde se reúnem as principais nações industrializadas e em desenvolvimento, buscam soluções para a criação de políticas de desenvolvimento sustentável, que minimizem os efeitos nocivos da poluição do ar no mundo e principalmente no ambiente urbano.

A cidade de Pequim, uma das mais poluídas do mundo, sede da olimpíada de 2008, onde poluição e concentração de gases nocivos, cria na população o habito do uso de mascaras evidenciando a falta de controle, de planejamento e a implementação de medidas de longo prazo que evitem o enorme adensamento populacional urbano.

Várias são as cidades pelo mundo em que as altas densidades populacionais provocam um acúmulo de problemas urbanísticos de difícil solução, seja pela ocupação desordenada de áreas limites das cidades, ou áreas que com um mínimo de planejamento urbanístico, seriam reservadas a parques ou praças, vias de circulação, escolas, hospitais e uma infinidade de atividades institucionais de serviços públicos.

No Brasil, com a crescente urbanização do século XX, as cidades passaram a abrigar a grande maioria da população do país, concentradas em metrópoles e distribuídas por todo o território nacional. Estas não diferem das característica mundiais, crescem por ocupação desordenada, com efeitos sobre a permeabilidade do solo, na destruição de nascentes e cursos d'água, na ocupação de áreas verdes ou alagadas, agravando-se quando soma-se a isso todo o fator especulativo do solo urbano.

País de dimensões continentais, em que encontramos várias tipologias climáticas, as cidades necessitam de pesquisas e informações dos fatores climáticos que devem direcionar o planejamento municipal das áreas urbanizadas, bem como os fatores arquitetônicos característicos de cada região que somados a análise dos fatores climáticos, geram condicionantes de projetos arquitetônicos e urbanísticos.

Há ainda os fatores ambientais como o aproveitamento de energia (eólica e solar), dos recursos hídricos, dos geográficos a serem considerados, pois a caracterização das condicionantes de cada região estabelecem as diretrizes de um planejamento regional.

Mato Grosso, estado contemplado com três ecossistemas, Amazônico, Cerrado e Pantanal, também possui características climáticas diversas, determinadas pela grande extensão territorial, pela altitude e pelo próprio ecossistema. A partir dos anos 70, o estado passou por um crescimento populacional desenfreado, provocado por uma migração dos estados do sul e sudeste do país, concentrada principalmente nas áreas urbanas existentes ou fundadas e construídas em meio ao cerrado e florestas, servindo de apoio aquela população que tinha como principal atividade econômica a pecuária e na grande maioria a agricultura.

Cuiabá é uma dessas cidades, localizada geograficamente no centro sul do estado, sua capital, que após a divisão territorial do estado ocorrida em 1977, passa a ser considerada como o maior pólo urbano do estado, experimenta na década de 80 um dos maiores crescimentos do país, acarretando toda a gama de problemas urbanísticos originados pela falta de previsibilidade dos planejadores municipais.

O estudo do microclima de cidades como Cuiabá, permite que se definam políticas de planejamento do espaço urbano, estabelecendo parâmetros e densidades para a ocupação do solo, coeficientes construtivos, elementos ambientais a serem preservados ou redimensionados, praças, lagos, áreas verdes e implementação de políticas de conscientização das populações e seus dirigentes.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Devido ao grande crescimento, as regiões urbanas merecem atenção especial em estudos de climatologia urbana. Estudar a climatologia de uma determinada região ou cidade torna-se essencial à compreensão dos problemas ambientais e

urbanísticos resultantes da ocupação desordenada, podendo auxiliar no planejamento urbano e ambiental, criando índices adequados a determinação do uso e ocupação do solo bem como a preservação e reconstituição de áreas verdes e recursos naturais degradados.

A busca e análise estatística de séries temporais de precipitação, temperatura, umidade, velocidade e direção dos ventos tem o intuito de minimizar e corrigir os efeitos climáticos negativos, urbanísticos e de conforto das populações que habitam o meio urbano.

O objetivo geral é analisar a relação entre as variáveis meteorológicas e o índice de cobertura do céu para interpretação do mesoclima de Cuiabá e seu entorno, por uma série de dados de estações micrometeorológicas, em vários pontos de Cuiabá e Chapada dos Guimarães no ano de 2007.

Para atender ao proposto, foram estabelecidos diversos objetivos específicos tais como: descrever o microclima local em função dos elementos naturais e construtivos no entorno dos pontos; comparar com as médias das séries históricas; determinar a cobertura do céu para os pontos de medição; comparar os dados climáticos das estações e finalmente verificar sua correlação com os índices de claridade obtidos.

Com isso será possível verificar o comportamento dos elementos climáticos em pontos da cidade de Cuiabá, com diversas tipologias de ocupação, contribuindo para o aprimoramento de parâmetros urbanísticos específicos ao clima local.

# 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 2.1 CLIMA URBANO

O Sistema Clima Urbano (SCU) é o resultado das interações entre as atividades humanas urbanas e as características da atmosfera local, dentro de um contexto regional. É a partir do sítio urbano, que constitui o núcleo do sistema, que o espaço urbanizado mantém relações estreitas com o ambiente regional (MONTEIRO 2003).

Para Romero (2001), o clima urbano numa cidade é influenciado pelos materiais de sua superfície, muito diferentes dos materiais das superfícies não construídas. Os materiais existentes nas cidades possuem uma capacidade térmica mais elevada que dos materiais das áreas rurais e são melhores condutores. A superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, acarretando uma maior fricção entre a superfície e os ventos que as atravessam. As superfícies das edificações atuam como refletoras e irradiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente.

Com o avanço dos estudos em climatologia, aparecem os conceitos das camadas limites da atmosfera sobre a influência urbana. A camada limite urbana *(urban boundary layer)* e a camada criada em conseqüência do deslocamento do ar através de uma superfície rugosa e rígida e da elevação convectiva das bolhas de ar; e a camada mais próxima a superfície urbana e recebe toda a sua influência térmica. A camada urbana no nível das coberturas *(urban canopy layer)* corresponde ao setor localizado entre uma fileira de edifícios que apresenta uma mescla dos micro climas produzidos pelo entorno mais imediato. A pluma urbana *(urban "plume")* seria a

prolongação da camada limite urbana a sotavento da cidade sobre a área rural, (ROMERO, 2001).

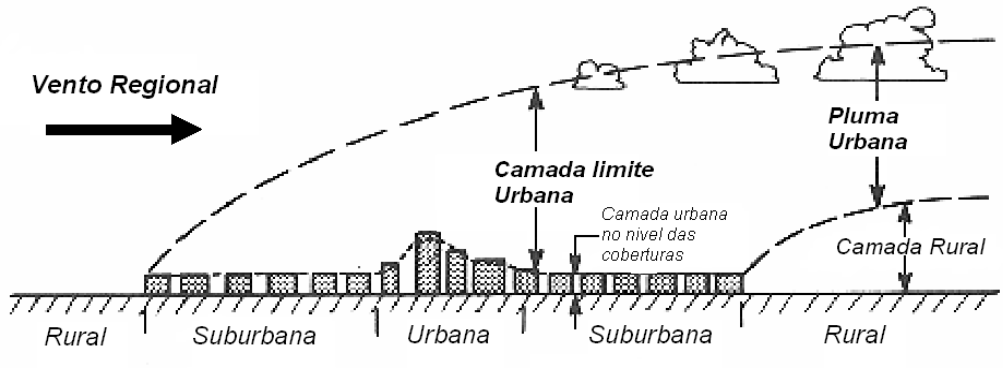


**FIGURA 1:** Atmosfera sob influência urbana
Fonte: Adaptado de Moreno (1993)

Monteiro (2003) analisa o clima urbano, do ponto de vista metodológico como sistema; ele conclui que o clima urbano e um sistema que compreende o clima de um determinado espaço urbanizado, ou seja, o espaço concreto e tridimensional que instantânea e ininterruptamente incorpora e desprende energia de natureza térmica. O homem, pela sua atuação, tem grande importância na estrutura do sistema, constituindo um referencial de problemas, pela ocupação desordenada ou excessivamente adensada de áreas urbanas, e de valores pela ação dos planejadores na manutenção ou recuperação do meio urbano.

O estudo do clima, para Maitelli (1994), compreende a formação resultante de fatores espaciais e geomorfológicos tais como: o movimento de rotação e translação da terra, radiação solar, latitude, altitude, ventos, topografia e cursos dágua, a vegetação, etc, como também a caracterização definida pelos seus elementos: temperatura do ar, umidade do ar, ventos e precipitações.

### 2.1.1. Fatores Climáticos Locais

Segundo Romero (2000), os fatores climáticos locais são aqueles que condicionam o clima que se verifica num determinado ponto (cidade, bairro, rua etc.), tais como a topografia, a vegetação e a superfície do solo natural ou construído.

A topografia, para Mascaró (1996), tem uma grande influência nos microclimas. Cada região possui características próprias. A orientação e a declividade variam a absorção da radiação incidente, que também influenciam a

força dos ventos e a condução de umidade. Os fluxos de ar podem ser desviados ou canalizados pelas ondulações da superfície terrestre.

> "A vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento do microclima. Em geral, a vegetação no processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar através do vapor d'agua que libera, tendendo a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os extremos ambientais", (ROMERO, 2000).

Para Duarte & Serra (2003), as diversas densidades construtivas de uma cidade afetam seu microclima, 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.

Outro fator a ser considerado, segundo Xavier et al. (2008), são os gases e aerossóis na atmosfera, os principais fatores do aquecimento global. Acrescidos pela poluição e aumento das temperaturas nas ilhas de calor sobre áreas urbanas, sua junção com o meio rural, podem representar contribuição importante ao acréscimo progressivo de temperaturas na superfície terrestre. Na verdade o aquecimento nas cidades é fenômeno intra-urbano, decerto ocorrendo desde os primórdios da civilização, em função de como as cidades são criadas, envolvendo agressões ao meio natural. Sabe-se que uma ilha de calor sempre se associa à cidade, independente de seu tamanho. Ou seja, mesmo um pequeno aglomerado urbano ou qualquer ajuntamento de edifícios, de pedra ou concreto, costuma criar sua "mini" ilha de calor.

### 2.1.2 Elementos Climáticos

#### *2.1.2.1 Temperatura do ar*

A temperatura do ar em uma localidade pode variar com o decorrer do tempo conforme o local analisado. Ayoade (1988), afirma que a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância 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.

### *2.1.2.2 Umidade relativa do ar*

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como o transporte e a distribuição de calor na atmosfera, a evaporação e evapotranspiração, a absorção de diversos comprimentos de onda da radiação solar e terrestre, etc. Angelocci et al. (2002), afirma que a presença de vapor d'água na atmosfera é igualmente importante como condicionante de ocorrência e controle de pragas/moléstias vegetais e animais, e também como determinante da qualidade, do armazenamento, da conservação dos produtos agrícolas, bem como do conforto ambiental.

Como o vapor d'água é oriundo da superfície do solo, a sua concentração máxima é próxima a ele e diminui a 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).

Ainda para Ometto (1981) o vapor d'água pode ser também 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.

### *2.1.2.3 Radiação solar*

Segundo Angelocci et al. (2002), a radiação solar é a maior fonte de energia para a Terra, sendo também o principal elemento meteorológico, pois é ela que desencadeia todo o processo meteorológico afetando todos os outros elementos (temperatura, pressão, vento, chuva, umidade, etc.). É um elemento primordial no entendimento da variação dos demais. A energia solar é a fonte primária de energia para todos processos terrestres, desde a fotossíntese, responsável pela produção vegetal e manutenção da vida na presente forma, até o desenvolvimento de furacões, tempestades, enfim, pela circulação geral da atmosfera e oceanos.

### *2.1.2.4 Velocidade e direção do vento*

A intensidade e a direção dos ventos são determinadas pela variação espacial e temporal do balanço de energia na superfície terrestre, que causa variância no

campo de pressão atmosférica, gerando os ventos. O vento se desloca de áreas de maior pressão (áreas mais frias) para aquelas de menor pressão (áreas mais quentes), e quanto maior a diferença entre as pressões dessas áreas, maior será a velocidade de deslocamento (ANGELOCCI et al., 2002).

Afirma também que a velocidade do vento é afetada, pela rugosidade da superfície do local e seus fatores (vegetação, construções, relevo montanhoso, etc.), e pela distância vertical acima da superfície em que ela é medida. Quanto mais próximo da superfície, maior o efeito do atrito com o terreno, desacelerando o movimento e diminuindo a velocidade de deslocamento do ar, (ANGELOCCI et al., 2002).

#### *2.1.2.5 Precipitação.*

As atividades humanas e as alterações da natureza e da morfologia da superfície terrestre provocam alterações dos balanços de energia, de massa (de componentes atmosféricos) e de momento na interface atmosfera-superfície terrestre, o que conduz a modificações na camada limite atmosférica e a conseqüentes alterações dos processos meteorológicos.

Para Carraça & Collier (2008), é reconhecido que as áreas urbanas influenciam as distribuições de temperatura, os padrões do vento e a qualidade do ar. Além disso, as áreas urbanas podem também afetar o desenvolvimento das nuvens e da precipitação; em particular o aumento da precipitação convectiva a jusante das áreas urbanas tem sido largamente estudado**.**

Dentre as causas de modificação da precipitação convectiva induzidas pela urbanização, a maioria dos estudos sugere que a desestabilização atmosférica associada à ilha de calor urbana e à rugosidade da superfície é a mais significativa, assumindo em geral maior importância do que aspectos microfísicos ou o aumento da umidade.

#### *2.1.2.6 Índice de Claridade*

O índice de claridade (*Kt*) normalmente utilizado em modelos de estimativa dos componentes de radiação solar pode também ser utilizado como variável

independente em modelos de estimativa da irradiância da radiação solar de ondas longas, uma vez que *Kt* é inversamente proporcional à umidade atmosférica. Ele pode ser definido pela razão entre a radiação global que atinge a superfície terrestre e a radiação que incide no topo da atmosfera ($Kt = Rsg/Ro$) e determina a fração da radiação global transmitida na atmosfera.

Há diversos estudos para determinar com maior precisão os índices de claridade em diversas regiões do Brasil (DALLACORT et al., 2004), podendo ser estimado por métodos estatísticos e por técnicas de rede neural artificial. Baseado no índice de claridade, Ricieri (1998) determinou uma metodologia para obtenção do tipo de cobertura do céu para a cidade de Botucatu, por meio de comparação gráfica das irradiações global, direta e difusa na incidência horizontal, observando o céu em função do índice de claridade (*Kt*) como: nublado quando $0 < Kt \leq 0{,}3$, parcialmente nublado quando $0{,}3 \leq Kt \leq 0{,}65$, e limpo quando $0{,}65 < Kt < 1{,}0$.

A distribuição da radiação solar, índice de claridade e o conhecimento do tipo de cobertura do céu são de suma importância para áreas urbanas e rurais do estado de Mato Grosso, pois influenciam em diversos processos termodinâmicos e no desenvolvimento de diversas culturas.

## 2.2 ESCALAS ESPACIAIS DO CLIMA

Segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007), a escala de estudo de todo e qualquer objeto de investigação, deve ser definida de modo a delimitar suas dimensões. Definir a escala do clima e delimitar a área de estudo é uma das primeiras ações de qualquer trabalho em climatologia. As escalas espaciais tem maior destaque na abordagem geográfica do clima, sendo as mais conhecidas as escalas macroclimática, mesoclimática e microclimática.

Macroclima é a maior das unidades climáticas e compreende áreas muito extensas da superfície da Terra. Sua abrangência vai desde o Planeta (clima global), passando por faixas ou zonas *(clima zonal),* até extensas regiões *(clima regional).* A extensão espacial dos climas desta unidade escalar é superior à ordem de milhões de $km^2$.

Mesoclima é uma unidade intermediaria entre as de grandeza superior e inferior do clima. A extensão espacial do mesoclima e bastante variável, sendo mais definidas as subunidades clima local e topoclima, que se enquadram de $km^2$ a dezena de $km^2$, enquanto o clima regional situa-se em dimensões superiores a esta.

Microclima é a menor e a mais imprecisa unidade escalar climática; sua extensão pode ir de algumas dezenas de m² ate a centena de m². Os fatores que definem essa unidade dizem respeito ao movimento turbulento do ar na superfície (circulação terciária), a determinados obstáculos à circulação do ar, a detalhes do uso e da ocupação do solo, entre outros.

Já para Monteiro & Mendonça (2003), a definição das escalas climáticas, estão definidas conforme a Quadro 1.

**QUADRO 1**: Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano

| UNIDADES DE SUPERFÍCIE | ESCALAS CARTOGRÁFICAS DE TRATAMENTO | ESPAÇOS CLIMÁTICOS | ESPAÇOS URBANOS | ESTRATÉGIAS DE ABORDAGEM | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Meios de observação | Fatores de Organização | Técnicas de análise |
| Milhoes de Km | 1:45.000.000<br>1:10.000.000 | Zonal | - | Satélites Nefanálises | Latitude Centros de ação atmosférica | Caracterização geral comparativa |
| Milhoes de Km | 1:5.000.000<br>1:2.000.000 | Regional | - | Cartas sinóticas Sondagens aerológicas | Sistemas meteorológicos (Circulção secundária) | Redes Transectos |
| Centenas de Km | 1:1.000.000<br>1:5.000.000 | Sub-Regional (fáceis) | Megalópole Grande área metropolitana | Rede meteorológica de superfície | Fatores geográficos | Mapeamento sistemático |
| Dezenas de Km | 1:250.000<br>1:100.000 | Local | Área metropolitana Metrópole | Posto meteorológico Rede complementar | Integração geológica Ação antrópica | Análise espacial |
| Centenas de Km | 1:50.000<br>1:25.000 | Mesoclima | Cidade grande bairro ou subúrbio de metrópole | Registros móveis (Episódios) | Urbanismo | Especiais |
| Dezenas de Metros | 1:10.000<br>1:5.000 | Topoclima | Pequena cidade Fáceis 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)

Ao discorrer sobre esse tema, Linacre (1981), argumenta que cada clima compreende um espaço tridimensional, em que um nível maior estaria situado acima dos climas de menor extensividade, com ação recíproca entre as camadas,

associando-se a um intervalo de tempo e velocidades características a essas escalas. Especifica seis níveis escalares hierarquizados, suas influências meteorológicas dominantes, extensão horizontal máxima, altitude da camada de uniformidade horizontal, processos relevantes, prazo e velocidades específicas do movimento. São eles: 1. Clima planetário: 40.000 km de extensão horizontal máxima, com altitude da camada de uniformidade horizontal de 15 km, com prazo característico de um ano; 2. Clima sinótico: 4.000Km de extensão horizontal máxima, com altitude da camada de uniformidade de 2 a 15 km e prazo característico de uma semana; 3. Mesoclima: abrangendo área regional (200 km), com altitude da camada horizontal de 0,5 a 2 km e duração típica de 8 h; 4. Topoclima: estendendo-se por 10 km de altitude de 0,01 a 0,5 km, com prazo característico de 20 minutos; 5. Microclima: extensão de 0,l km com altitude da camada de uniformidade horizontal entre 0,0001 e 0,0l km e prazo de 20 minutos. Clima superficial: com extensão da ordem de 0,000l km, altitude até 0,000l km, com prazo característico de um segundo.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida por classificação climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em geografia, climatologia e ecologia. A classificação foi proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wladimir Köppen, tendo sido por ele aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a publicação de novas versões, preparadas em colaboração com Rudolf Geiger (daí o nome Köppen-Geiger).

Segundo Pell et al. (2007), a classificação é baseada no pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente. Assim, as fronteiras entre regiões climáticas foram selecionadas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação, razão pela qual a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresenta elevada correlação. Na determinação dos tipos climáticos de Köppen-Geiger são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. Cada grande tipo climático é denotado por um código, constituído por letras maiúsculas e minúsculas, cuja combinação significa os tipos e subtipos considerados.

Sua classificação distingue em todo o mundo, cinco grandes tipos de clima: A (Clima Tropical); B (Clima Seco); C (Clima Mesotérmico); D (Clima Microtérmico); E (Clima Polar). Por sua vez, cada um destes tipos foi sub-dividido, resultando em sub-unidades de clima mais homogêneas.

O Clima tropical com estação seca (clima de savana ou clima tropical de estações úmida e seca) é a designação dada aos climas megatérmicos do grupo A da classificação climática de Köppen-Geiger em que todos os meses do ano têm temperatura média mensal superior a 18º C, mas pelo menos um dos meses do ano tem precipitação média total inferior a 60 mm. Dos subtipos possiveis o w (chuvas de verão) é o que mais se adequa a nossa região.

## 2.4 ILHAS DE CALOR

Segundo Pereira & Morais (2007), está plenamente comprovado que a cidade apresenta uma temperatura mais elevada que os arredores. Das alterações induzidas pela presença de uma cidade, o aumento de temperatura é a que mais se destaca. Este fenômeno é essencialmente noturno a que denominamos ilha de calor urbano, desenvolvendo-se em condições específicas, principalmente em situações de vento fraco e céu limpo, podendo variar na intensidade, configuração e localização espacial das suas maiores temperaturas. Apresenta padrões distintos consoante a hora do dia, situação meteorológica, localização da cidade, seus fatores e elementos climáticos.

Para Oke (1987), "Ilha de calor" é o resultado da modificação da superfície e da atmosfera pela urbanização em que o gradiente horizontal da temperatura do ar tende a aumentar das áreas rurais e suburbanas na direção do centro da cidade. Em conseqüência disso, pode ocorrer dificuldade de dispersão de poluentes pela alteração do regime de ventos, que passa a ser em direção dos locais mais quentes.

A manifestação de ilhas de calor depende diretamente da concepção urbana, tais como as ruas e as formas dos quarteirões, a localização de espaços verdes, o conjunto de construção que modula a forma do ambiente, a recuperação de materiais, bem como a qualidade das superfícies (CORBELLA E MAGALHÃES, 2008).

Zamparoni et al. (2004) afirmam que para efeitos de planejamento urbano o fenômeno da "ilha de calor", onde as áreas centrais apresentam temperaturas mais elevadas do que as da periferia é o mais representativo das variações térmicas e tem

recebido especial atenção por parte de pesquisadores do tema. Trata-se provavelmente, de uma das conseqüências climáticas locais mais representativas do desenvolvimento urbano

O crescimento horizontal das cidades é evidenciado com o surgimento de grandes assentamentos irregulares gerando sérias modificações na conformação urbana, com a eliminação das áreas verdes de espécies nativas que compunham o entorno da cidade e introduzindo novos materiais com o concreto, pavimentos flexíveis, vidro e outros. Esses materiais terão um saldo de radiação solar acumulado superior ao de áreas verdes. Esse fato reflete 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. (NOGUEIRA et al. 2006).

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

## 2.5 O PLANEJAMENTO DO MEIO URBANO

Segundo Romero (2001) o planejamento do uso e ocupação do solo é uma tarefa complexa, pois necessita de informações e análises de uma infinidade de áreas do conhecimento que contribuem a partir do seu campo específico para informar a situação que se deseja modificar; é na essência um processo de gestão e tomada de decisões por meio de práticas de transformação dos ambientes natural e construído. Essas práticas acontecem no espaço das cidades, sofrendo influência da formação social de seus habitantes, da territorialidade e dos fatores físicos e elementos climáticos locais.

Complementando, Romero (2001) afirma que o planejamento urbano tem se desenvolvido sem que haja uma preocupação com os impactos provocados no ambiente, repercutindo em desequilíbrio do meio e também no conforto e salubridade das populações.

Para Sevinate Pinto (2008) na maior parte dos países ditos desenvolvidos, salvo em alguns casos, o processo de urbanização, privilegia cada vez mais as

acessibilidades e a disponibilidade imediata de bens e serviços, tende a caracterizar-se por uma densificação do ambiente construído em detrimento de uma ocupação esparsa do território e ambientalmente mais saudável. Mesmo nos países em que o planejamento territorial é uma realidade, não são raros os casos em que as variáveis físicas e climáticas do território, são pouco consideradas nos processos de urbanização, contrariando toda a lógica de sustentabilidade ambiental.

Sevinate Pinto (2008) acrescenta que o planejamento urbano, enquanto processo que visa proceder a modificações no uso do solo de determinado território, deve reger-se em grande medida por variáveis ambientais (variáveis físicas). Na realidade estas variáveis nem sempre são levadas em consideração, por motivos que se prendem em grande parte com questões econômicas e sociais. A preocupação com as variações climáticas e do território para o desenho urbano buscando o conforto e a salubridade das populações urbanas começam a ser levadas em consideração por alguns autores a partir de década de 60.

Para que a ação transformadora do meio físico seja corretamente desenvolvida, fazem-se necessárias a organização e a instrumentalização das informações sobre os elementos físico-ambientais, em especial sobre o clima, já que este cria o cenário, expressando-se em dados de temperatura, umidade, precipitação, velocidade de direção do vento e insolação. Estes elementos sofrem desvios locais dando origem ao micro clima ou clima local que caracteriza o meio no qual se desenvolve a maioria das praticas (ROMERO, 2001).

Ainda segundo Romero (2001) o profundo conhecimento dessas variáveis, somadas as características locais observadas como o modo de ocupação da população ao longo do tempo, o traçado de suas ruas, da ventilação, da topografia, devem fundamentar as concepções arquitetônicas para o desenvolvimento de micro climas favoráveis às atividades do homem.

## 2.6 CARTAS BIOCLIMÁTICAS

Para Brown & Dekay (2004), a carta bioclimática determina as respostas climáticas apropriadas para alcançar o conforto térmico em um clima. Com o registro da temperatura e umidade relativa, é possível afirmar se a condição do meio é de

conforto (dentro da zona de conforto), se é muito frio (abaixo da zona de conforto), ou se é de muito calor (acima da zona de conforto).

Segundo Barbosa (1997), as cartas bioclimáticas são definidas como base nas zonas de conforto térmico e elementos de previsão de comportamento térmico das edificações, as informações do comportamento climático do entorno, da zona de conforto térmico e da previsão de estratégias indicadas para a correção desse comportamento climático por meio do desempenho esperado na edificação.

Para Leão (2007), os resultados obtidos após estudo das condições climáticas de um determinado local, podem ser utilizados para favorecer as condições de conforto em ambientes internos, determinando estratégias a serem adotadas por profissionais de projeto para suprir as exigências das diretrizes bioclimáticas, sugeridas genericamente de acordo com os elementos e fatores climáticos apresentados.

## 2.7 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS

Para Leão (2007), a normal climatológica de um elemento climático em determinado local é o valor médio correspondente a um número de anos suficiente para se poder admitir que ele represente o valor predominante daquele elemento no local considerado.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) fixou em 30 anos começando no primeiro ano de cada década. Os apuramentos estatísticos referentes a estes intervalos são geralmente designados por Normais Climatológicas Essas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 e 1961 a 1990.

As Normais Climatológicas disponibilizadas fornecem, para a estação climatológica selecionada, os valores mensais e os valores anuais de alguns dos principais parâmetros climáticos sob a forma de gráficos e tabelas: valores médios da temperatura máxima e mínima do ar; precipitação; insolação; vento e valores extremos da temperatura máxima e mínima do ar.

No Brasil, somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, o primeiro período padrão possível de ser

calculado foi o de 1931 a 1960. O Instituto Nacional de Meteorologia, INMET, disponibiliza em seu site, gráficos gerados com os valores mensais disponíveis nas duas séries de normais climatológicas de referência, de 1931 a 1960 e de 1961 a 1990, para 27 estações representativas das capitais brasileiras, segundo atributos selecionados pelo usuário.

# 3. MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área em estudo está localizada na região Centro-Oeste do Brasil, estado de Mato Grosso, nos municípios de Cuiabá, nas coordenadas 15º35'56" latitude Sul e 56º06'01" longitude Oeste, altitude de 165m e Chapada dos Guimarães distante por rodovia 62 km de Cuiabá, nas coordenadas 15º27'38" latitude Sul e 55º44'59" longitude Oeste com altitude de 811 m.

O município de Cuiabá possui uma área de 3.538,17 km² (IBGE, 2009), sendo que a área urbana ocupa 254,57 km² (PMC, 2009), limitando-se ao norte, com os municípios de Acorizal, Rosário Oeste e Chapada dos Guimarães, ao leste com Chapada dos Guimarães, ao sul com Santo Antônio do Leverger e a oeste com Várzea Grande. É um entroncamento rodoviário-aéreo-fluvial, interligando o norte do Brasil e o oeste da América do Sul e está cercado por três grandes ecossistemas: o Amazônico, o Cerrado e o Pantanal.

O clima de Cuiabá, conforme classificação de Koppen, é do tipo tropical quente e semi-úmido, com duas estações definidas pela distribuição das chuvas: estação chuvosa (primavera-verão) e estação seca (outono-inverno). Os índices pluviométricos variam de 1200 a 1500 mm e a média anual da umidade relativa do ar é de 74 % segundo dados do (INMET, 1961 a 1990) .

O clima de Chapada, segundo Dalponte & Lima (1999) é do tipo Aw na classificação de Koppen e a temperatura média anual é 24° C. Entretanto, a mínima mensal pode cair para 0°C (à noite) durante junho a agosto. A precipitação anual pode atingir 2000 mm, com a maior parte das chuvas de dezembro a fevereiro. Duas estações climáticas foram definidas para a região: uma estação chuvosa (outubro a

março) e uma estação seca (abril a setembro). A sazonalidade climática da área de estudo foi definida com base em médias mensais de precipitação em um período de 70 anos, obtidas 40 km a sudoeste da área de estudo.

A zona urbana esta localizada em uma depressão (baixada Cuiabana) circundada pelo relevo de chapadas fazendo com que a freqüência e a velocidade média do vento sejam extremamente baixas com média anual de 1,7 m/s, minimizando o efeito das trocas térmicas por convecção e ressaltando ainda mais a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar (MAITELLI & VILANOVA, 2009).

O estudo se desenvolveu com dados climáticos de estações meteorológicas em três pontos da cidade de Cuiabá e um em Chapada dos Guimarães do período de janeiro e dezembro de 2007.

Em Cuiabá foram selecionados três pontos que representam características diferentes de entorno urbano. A primeira intitulada estação CENTRO localizada na Rua Manoel Ferreira de Mendonça, n. 260, bairro Bandeirantes, nas coordenadas 15°36'1" latitude sul e 56°5'29" de longitude oeste, altitude 187m, em área de alta densidade construtiva na zona central urbana (Figura 2 - indicador 1).

O segundo ponto, estação CPA localizada na Rua C, Secretaria Estadual de Planejamento, Centro Político Administrativo, nas coordenadas 15°33'59" latitude sul 56°4'30" de longitude oeste, altitude 239m, em área de média densidade construtiva e próximo a lagoa Paiaguás (Figura 2 - indicador 2).

E o terceiro ponto, estação UNICAMPO localizada na estrada Cuiabá/ Santo Antonio de Leverger, km 15, sede do Unicampo, nas coordenadas 15º45 45” latitude sul e 56º03’57” longitude oeste, altitude 202m, área rural do município de Cuiabá (Figura 2 - indicador 3).

Na Chapada dos Guimarães foi selecionado um ponto distante 39 Km, em linha reta do centro de Cuiabá, representando um ponto com diferente altitude e conseqüentemente um microclima que pode interferir no mesoclima de Cuiabá.

A estação CHAPADA, localizada na Rua Penn Gomes, n. 89, bairro Jardim Bom Clima, nas coordenadas 15°27'32’’ latitude sul e 55°45'15" longitude oeste, altitude de 809m, área urbana de baixa densidade e clima característico de regiões serranas (Figura 2 - indicador 4).

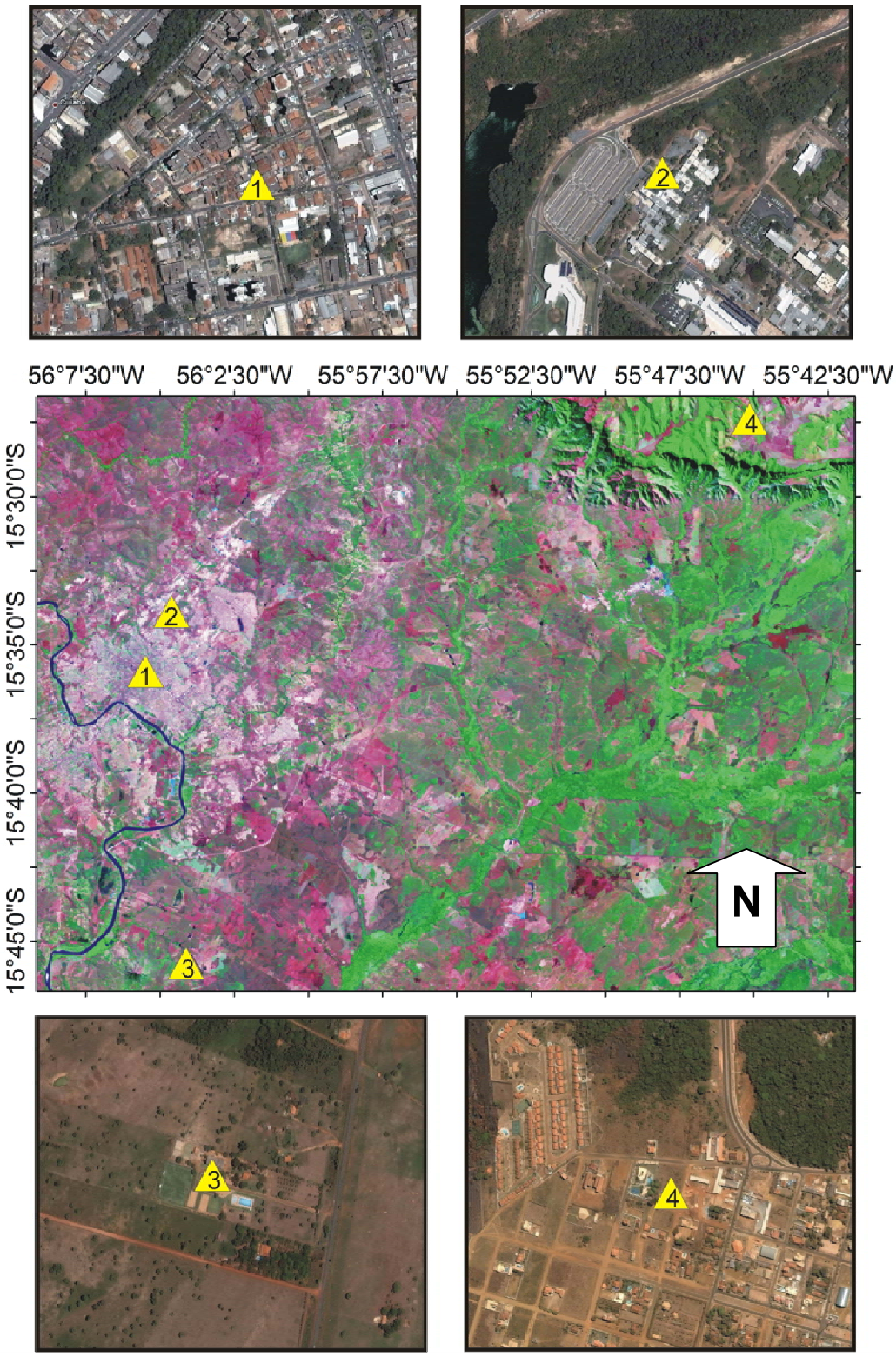


**FIGURA 2:** Localização da estação (1) Centro, (2) CPA, (3) Unicampo, e (4) Chapada em imagem LANDSAT 7 ETM$^{+}$ (GeoCover 2000) no centro e detalhe de cada estação em imagens QuickBird nas extremidades

## 3.2 INSTRUMENTAÇÃO

A temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u), precipitação pluviométrica (Ppt) e radiação solar global (Rsg) foram medidas por estações automáticas do modelo WM 918 com Dataloger e console Vantage Pro2 (fabricante Davis Instruments), programadas para armazenamento de dados a cada 30 minutos durante o ano de 2007.

Visando a segurança das estações meteorológicas, a estação Centro foi instalada a 4,20m de altura, a estação CPA a 10,50m de altura, a estação Unicampo a 7,60m de altura, e a estação Chapada a 7,40m de altura. A Figura 3 ilustra o equipamento e sua instalação.

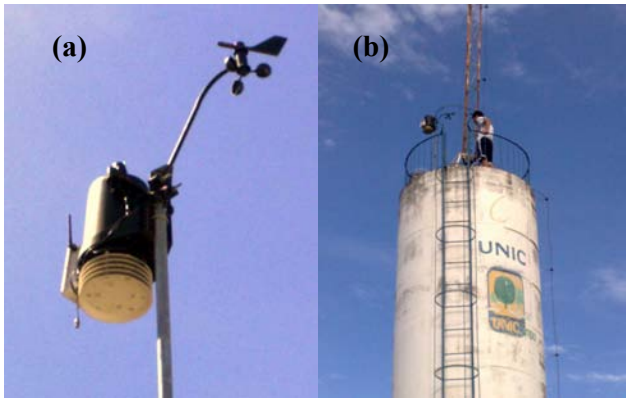


**FIGURA 3:** (a) foto da estação micrometeorológica (b) ilustração da instalação da estação Unicampo
**Fonte:** Acervo próprio

## 3.3 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A princípio foram escolhidas as estações que possuíam os registros do ano com maior continuidade dos dados e descartados os registros que apresentavam ausência de medição excluindo-os da média anual.

O descarte não foi somente da variável que apresentou falha, mas de todas as variáveis do respectivo horário, a fim de evitar o comprometimento das estimativas dependentes da qualidade/confiabilidade do dado medido em campo.

Na análise dos registros micrometeorológicos e estimativas a partir destes, foi considerada, além das médias estacionais e mensais, o dia médio estacional das

variáveis em estudo. Para tanto, os dados foram classificados conforme a estação climática e à hora, posteriormente a cada alteração da hora, calculada a média.

Para temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR), pressão atmosférica, velocidade do vento (u), precipitação pluviométrica (Ppt) foram consideradas os dados diurnos e noturnos e para a radiação solar global (Rsg) somente os diurnos.

Duas estações climáticas foram definidas para a região: uma estação chuvosa (outubro a março) e uma estação seca (abril a setembro). A definição foi feita considerando seis meses para cada estação, em função da média anual de precipitação das normais climatológicas de 1931 a 1960 e a de 1961 a 1990.

## 3.4 ESTIMATIVA DA COBERTURA DE CÉU

A cobertura do céu foi determinada pelo índice de claridade (*Kt*) (eq. 1), definida como a razão entre a radiação solar incidente (Rsg) (MJ $m^{-2}$ $dia^{-1}$) e a irradiação no topo da atmosfera (Ro) (MJ $m^{-2}$ $dia^{-1}$).

$$K_t = \frac{Rsg}{Ro} \qquad \text{eq. (1)}$$

A classificação da cobertura do céu foi baseada no trabalho de Dallacort et al. (2004) que, no intervalo de $0 < Kt < 0{,}3$ foi definido como céu nublado, entre $0{,}3 \leq Kt \leq 0{,}65$ como céu parcialmente nublado e entre $0{,}65 < Kt < 1{,}0$ como céu limpo.

A irradiação no topo da atmosfera ( $Ro$ ) (MJ $m^{-2}$ $dia^{-1}$) foi calculada por meio da eq. (2).

$$Ro = 1367 Eo\left(\frac{\pi}{180} W_s sen\varphi.sen\delta + \cos\varphi.\cos\delta.sen W_s\right) \qquad \text{eq. (2)}$$

Em que, *Eo* é o fator de correção da excentricidade da órbita terrestre (eq. 3), *Ws* é o ângulo solar (graus) (eq. 4), $\varphi$ é a latitude local (graus) e $\delta$ é a declinação solar (graus) (eq. 6).

$$Eo = 1{,}000110 + 0{,}034221\cos\Phi + 0{,}00128 sen\Phi + 0{,}000719\cos 2\Phi \qquad \text{eq. (3)}$$

Em que $\Phi$ é definido pela eq. (4) em função do dia Juliano (*dJ*).

$$\Phi = \frac{2\pi(dJ - 1)}{365{,}242} \qquad \text{eq. (4)}$$

$$W_s = ar\cos(tg\varphi.tg\delta) \qquad \text{eq. (5)}$$

$$\delta = \mathbf{23,45} sen\left[\frac{\mathbf{360}}{\mathbf{365}}\left(\mathbf{284} + dJ\right)\right] \qquad \text{eq. (6)}$$

## 3.5 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DA REGIÃO

Junto ao INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) foram pesquisados os dados das médias anuais e mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da precipitação, do período de 1961 a 1990, da estação meteorológica oficial daquele órgão, situada na Av. da FEB em Várzea Grande, com latitude Sul 15,61º, longitude Oeste 56,10º e altitude de 151m, para efeito de comparação com os dados medidos e identificando possíveis desvios.

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão primeiramente apresentados a análise dos dados micrometeorológicos das estações individualmente e, na sequência, uma análise comparativa entre as quatro estações e um comparativo com as Normais Climatológicas.

## 4.1 ESTAÇÃO CENTRO

Instalada num bairro central da cidade de Cuiabá, com edificações predominantemente térreas, horizontais e ocupação quase total dos terrenos, a Estação Centro esta posicionada acima da linha de cobertura dessas edificações. Neste local, a média anual da temperatura foi 27,52º C, a maior entre todos os pontos de medição, com maior média mensal 30,5º C em setembro e menor 24,48° C em julho (Tabela 1).

**TABELA 1:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal (±DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro em 2007.

| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) ±(DP) | UR (%) ±(DP) | u ($m\ s^{-1}$) ±(DP) | Rsg ($W\ m^{-2}$) ±(DP) |
|---|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 164,40 | 27,88 ±3,03 | 75,43 ±12,13 | 0,88 ±0,67 | 381,26 ±292,01 |
| Fevereiro | 228,60 | 27,06 ±3,08 | 78,10 ±12,46 | 0,74 ±0,66 | 373,16 ±299,30 |
| Março | 139,00 | 28,11 ±3,58 | 70,90 ±15,02 | 0,60 ±0,58 | 396,93 ±325,74 |
| Abril | 198,40 | 28,01 ±3,63 | 71,09 ±13,85 | 0,57 ±0,52 | 348,19 ±300,02 |
| Maio | 22,00 | 24,79 ±5,51 | 66,75 ±16,02 | 0,70 ±0,71 | 318,70 ±263,36 |
| Junho | 0,00 | 25,63 ±4,75 | 60,25 ±17,89 | 0,55 ±0,57 | 310,58 ±250,06 |
| Julho | 18,20 | 24,48 ±6,10 | 58,20 ±18,34 | 0,68 ±0,69 | 303,83 ±250,00 |
| Agosto | 0,00 | 25,64 ±6,05 | 48,96 ±18,89 | 0,82 ±0,73 | 359,12 ±277,04 |
| Setembro | 4,00 | 30,50 ±5,14 | 40,70 ±15,26 | 0,54 ±0,64 | 314,25 ±255,13 |
| Outubro | 167,40 | 28,97 ±4,22 | 61,15 ±18,00 | 0,64 ±0,60 | 328,59 ±276,04 |
| Novembro | 246,80 | 27,45 ±3,40 | 73,06 ±13,88 | 0,79 ±0,66 | 368,29 ±295,91 |
| Dezembro | 133,80 | 27,58 ±3,09 | 73,23 ±12,45 | 0,85 ±0,66 | 414,39 ±317,26 |
| Estação Úmida | 1080,00 | 27,73 | 73,14 | 0,76 | 377,21 |
| Estação Seca | 242,60 | 25,64 | 59,23 | 0,63 | 316,47 |
| Diferença Úmida/Seca | 77,54% | 7,54% | 19,03% | 17,91% | 16,10% |
| Média Anual | 1322,60 | 27,52 | 68,83 | 0,69 | 353,66 |

A máxima média horária, 36,28° C foi registrada em setembro às 15 horas com maior pico 40,6° C às 14 horas e a mínima média horária 19,5º C em julho às 7 horas (Figura 4).

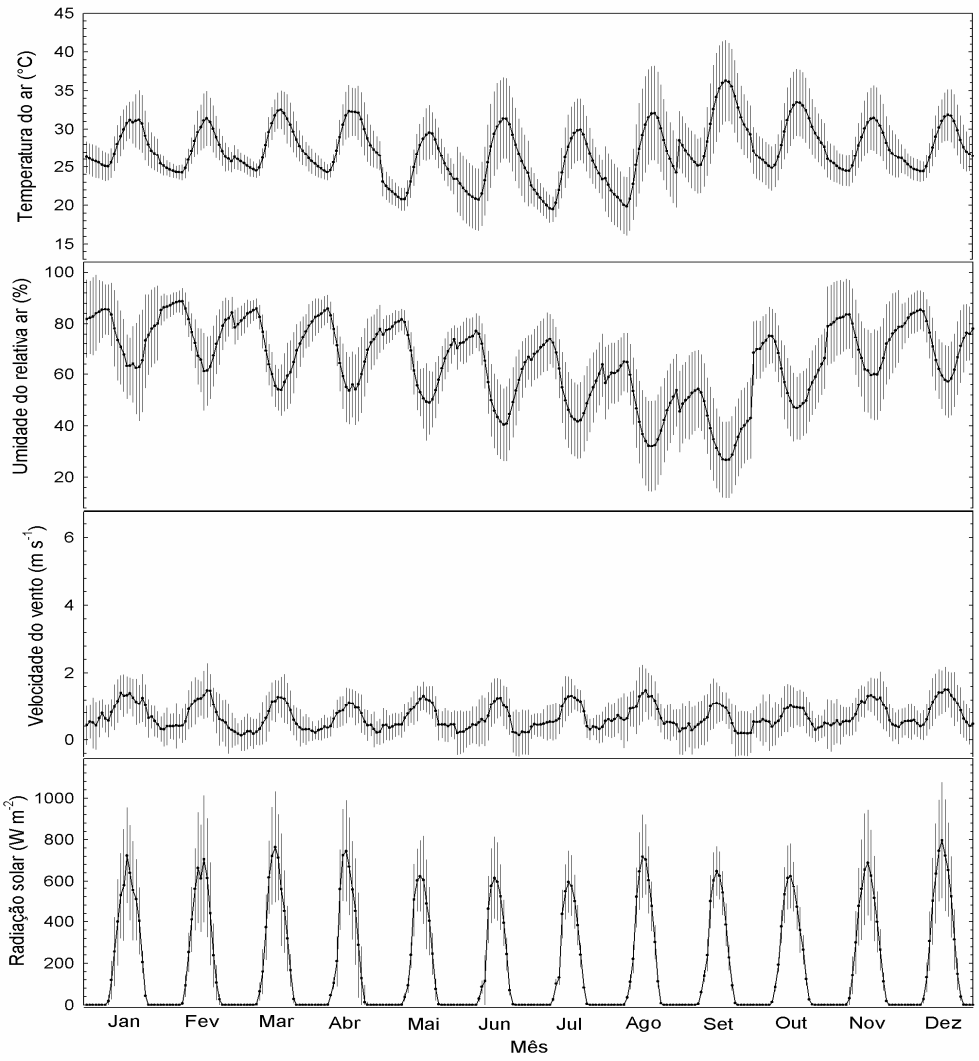


**FIGURA 4:** Ciclo horário mensal (Média±DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro

A UR apresentou uma sazonalidade característica com a máxima média mensal, 78,1% em fevereiro e a mínima de 40,7% em setembro (Tabela 1). Os maiores picos de umidade relativa foram registrados a noite durante o período

chuvoso (novembro a fevereiro) com máxima média horária foi 88,7% em fevereiro e os registros abaixo de 20% em setembro com mínima média horária foi 26,86%.

A máxima média mensal da velocidade do vento foi 0,88m $s^{-1}$ em janeiro e a mínima 0,54m $s^{-1}$ em setembro (Tabela 1). A amplitude entre a máxima e mínima média horária no mês variou entre 0,72 m $s^{-1}$ (outubro) e 1,19 m $s^{-1}$ (fevereiro) (Figura 4). As velocidades do vento foram são consideradas baixas em relação a outras estações mais distantes do centro. Uma explicação pode ser que o fluxo de vento em centro urbano pode ser influenciado pelo tamanho das quadras ou outros espaços abertos, promovendo a circulação do ar próximo à superfície, considerando que os corredores formados pelas ruas podem aumentar o fluxo de vento, e podem ocorrer zonas de calma mais próximas à superfície do chão (CORBELLA & MAGALHÃES, 2008).

A análise estacional de radiação solar incidente (Rsg) apresentou padrões de sazonalidade (Tabela 1) evidenciando o efeito da diminuição da radiação no período seco com média estacional 377,21 W $m^{-2}$ na úmida sendo a maior entre todos os pontos e 316,47 W $m^{-2}$ na seca, o que representou uma queda aproximada de 16,10% na Rsd em relação a estação chuvosa. Os padrões mensais de Rsg apontam para a menor incidência de radiação em julho 303,83 W $m^{-2}$ e maior incidência, em dezembro 414,39 W $m^{-2}$ (Tabela 1). Para o ciclo diurno, na estação seca o valor horário máximo foi 724 W $m^{-2}$ em junho. Na estação úmida, o valor máximo foi 795 W $m^{-2}$ em dezembro.

De acordo com Varejão-Silva (2006), para as latitudes afastadas do equador, os maiores valores de fluxo de radiação acontecem no verão e os menores no inverno.

A precipitação acumulada máxima mensal foi 246,8mm em novembro e os mínimos em junho e agosto pois não choveu (Tabela 1). O acumulado anual 1322,6 mm e o da estação úmida 1080 mm.

A correlação entre a precipitação (Ppt) e a umidade relativa (UR) foi 0,78 e entre a radiação solar (Rsg) e a precipitação, a umidade relativa (UR) e a velocidade do vento (u) foram de 0,59, 0,62 e 0,58 respectivamente (Tabela 2).

**TABELA 2:** Matriz de correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Centro. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$)

| | *Precipitação Acumulada* | *Temp. do ar* | *Umidade Relativa* | *Velocidade Vento* | *Radiação Solar* |
|---|---|---|---|---|---|
| Precipitação Acumulada | 1,00 | - | - | - | - |
| Temp.do ar | 0,39 | 1,00 | - | - | - |
| Umidade Relativa | **0,78** | -0,09 | 1,00 | - | - |
| Velocidade Vento | 0,27 | -0,24 | 0,40 | 1,00 | - |
| Radiação Solar | **0,59** | 0,26 | **0,62** | **0,58** | 1,00 |

## 4.2 ESTAÇÃO CPA

Instalada num local distante 4 km da estação Centro, destinado a edifícios governamentais predominantemente com 2 e 3 pavimentos, com ocupação parcial dos terrenos e que mantém áreas ajardinadas e sombreadas no entorno das edificações, a Estação CPA foi posicionada acima da linha de cobertura dessas edificações. No local, a média anual da temperatura foi 26,62º C, com maior média 30,16º C em setembro e a menor 24,18° C em julho (Tabela 3). A máxima média horária 35,31° C foi registrada em setembro às 16 horas, com maior pico 39,5° C às 14 horas e a mínima média horária 19,2º C em julho às 7 horas (Figura 5).

**TABELA 3:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação CPA.

| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) | ±(DP) | UR (%) | ±(DP) | u ($m\ s^{-1}$) | ±(DP) | Rsg ($W\ m^{-2}$) | ±(DP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 137,20 | 27,02 | ±2,60 | 74,66 | ±11,63 | 2,81 | ±1,56 | 348,64 | ±283,24 |
| Fevereiro | 178,60 | 26,38 | ±2,79 | 77,55 | ±12,41 | 2,28 | ±1,50 | 349,42 | ±284,97 |
| Março | 136,20 | 27,23 | ±3,31 | 71,43 | ±15,00 | 1,60 | ±1,15 | 404,29 | ±300,30 |
| Abril | 198,60 | 27,28 | ±3,42 | 70,62 | ±14,09 | 1,43 | ±1,01 | 391,26 | ±277,25 |
| Maio | 30,20 | 24,21 | ±5,32 | 65,50 | ±16,66 | 1,59 | ±1,23 | 345,70 | ±246,38 |
| Junho | 0,00 | 25,26 | ±4,64 | 57,27 | ±19,36 | 1,64 | ±1,18 | 331,70 | ±230,12 |
| Julho | 29,20 | 24,18 | ±5,99 | 55,03 | ±19,71 | 2,07 | ±1,55 | 330,09 | ±238,67 |
| Agosto | 0,00 | 25,44 | ±5,97 | 44,82 | ±19,94 | 2,15 | ±1,28 | 396,48 | ±254,90 |
| Setembro | 2,60 | 30,16 | ±4,99 | 36,22 | ±16,15 | 1,85 | ±1,34 | 342,72 | ±244,82 |
| Outubro | 167,00 | 28,29 | ±4,07 | 58,68 | ±18,72 | 2,06 | ±1,49 | 328,85 | ±266,28 |
| Novembro | 244,20 | 26,67 | ±3,10 | 71,51 | ±13,53 | 2,31 | ±1,52 | 361,62 | ±287,94 |
| Dezembro | 161,20 | 26,57 | ±2,73 | 73,15 | ±11,99 | 2,36 | ±1,51 | 375,96 | ±293,76 |
| Estação Úmida | 1024,40 | 26,84 | | 72,33 | | 2,30 | | 355,52 | |
| Estação Seca | 260,60 | 25,35 | | 56,15 | | 1,74 | | 344,21 | |
| Diferença Úmida/Seca | 74,56% | 5,56% | | 22,37% | | 24,07% | | 3,18% | |
| Média Anual | 1285,00 | 26,62 | | 68,06 | | 2,06 | | 349,03 | |

A UR apresentou uma sazonalidade característica com a máxima média mensal 77,55% em fevereiro e a mínima 36,22% em setembro com a média da estação seca em 56,15% e uma diferença entre as estações úmida e seca de 22,37% (Tabela 3).

A máxima média mensal da velocidade do vento 2,81 m $s^{-1}$ ocorreu em janeiro e a mínima 1,43 m $s^{-1}$ em abril. A maior média horária do mês 4,28 m $s^{-1}$ foi registrada às 12 horas em janeiro.

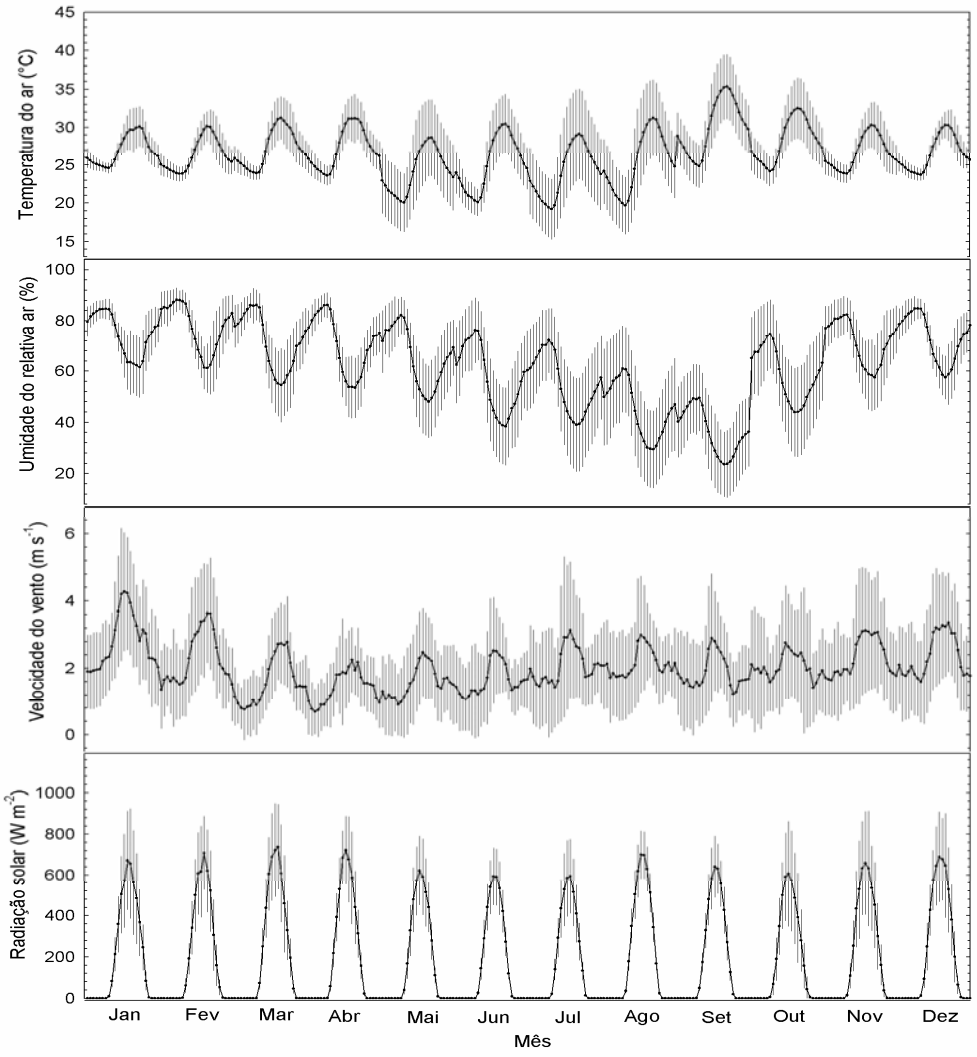


**FIGURA 5:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar global (Rsg) na estação CPA

A máxima média mensal da radiação solar incidente (Rsg) foi 404,29 W $m^{-2}$ no mês de março e a mínima 328,85 W $m^{-2}$ em julho (Tabela 3), apresentou padrões de sazonalidade evidenciando o efeito da diminuição da radiação no período seco com média estacional 355,52 W $m^{-2}$ na úmida e 344,21 W $m^{-2}$ na seca, o que representou uma queda de 3,18% na Rsg em relação à estação chuvosa. Para o ciclo

diurno, na estação úmida o valor horário máximo foi 707,36 W $m^{-2}$ em março coincidindo com o término do período de chuvas. Na estação seca, o valor máximo foi 699,13 W $m^{-2}$ em agosto (Figura 5).

A precipitação acumulada mensal máxima foi 244,2 mm em novembro e as mínimos em junho e agosto, meses em que não houve precipitação (Tabela 3). A maior diferença das médias das estações ficou em 74,56% de redução da estação seca em relação à estação úmida.

A correlação positiva apresentou-se entre a precipitação (Ppt) e a umidade relativa (UR) 0,76 (Tabela 4).

**TABELA 4:** Matriz de correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação CPA. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0{,}5$ e $p \geq 0{,}05$)

| | *Precipitação Acumulada* | *Temp. do ar* | *Umidade Relativa* | *Velocidade Vento* | *Radiação Solar* |
|---|---|---|---|---|---|
| Precipitação Acumulada | 1,00 | - | - | - | - |
| Temp. do ar | 0,28 | 1,00 | - | - | - |
| Umidade Relativa | **0,76** | -0,20 | 1,00 | - | - |
| Velocidade Vento | 0,28 | 0,05 | 0,24 | 1,00 | - |
| *Radiação Solar* | 0,25 | 0,07 | 0,21 | -0,18 | 1,00 |

## 4.3 ESTAÇÃO UNICAMPO

Instalada numa área rural distante 18 km da estação centro, na sede campestre da UNIC, com ocupação predominante de áreas gramadas e sombreadas no entorno de uma única edificação, a Estação 03 foi posicionada sobre a torre da caixa d'água metálica. Neste local, a média anual da temperatura foi 26,52º C, com maior média 29,69º C em setembro e menor 23,62° C em julho (Tabela 5)**.** A máxima média horária 35,46° C foi registrada em setembro às 16 horas com maior pico 38,7° C às 14 horas e a mínima média horária 18,54º C em julho e menor pico 10,9º C às 7 horas (Figura 6)**.**

A UR apresentou sua máxima média em fevereiro 80,97% e a mínima 39,07% em setembro caracterizando a sazonalidade da região. As médias horárias também apresentam suas máximas e mínimas em fevereiro e setembro e o maior pico foi registrado no período noturno de janeiro e o menor abaixo de 20% em setembro.

**TABELA 5:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo.

| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) | ±(DP) | UR (%) | ±(DP) | u (m $s^{-1}$) | ±(DP) | Rsg (W $m^{-2}$) | ±(DP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 63,20 | 27,00 | ±2,64 | 77,48 | ±11,83 | 2,15 | ±1,55 | 375,70 | ±294,60 |
| Fevereiro | 5,80 | 26,23 | ±2,74 | 80,97 | ±12,32 | 1,46 | ±1,37 | 358,26 | ±291,64 |
| Março | 7,40 | 26,87 | ±3,32 | 75,93 | ±15,15 | 1,29 | ±1,05 | 418,04 | ±316,92 |
| Abril | 61,40 | 27,03 | ±3,47 | 73,79 | ±14,71 | 1,34 | ±1,08 | 397,42 | ±293,77 |
| Maio | 28,60 | 23,77 | ±5,41 | 69,18 | ±17,07 | 1,65 | ±1,36 | 347,08 | ±257,66 |
| Junho | 0,00 | 24,64 | ±4,78 | 62,23 | ±20,08 | 1,54 | ±0,99 | 358,19 | ±247,70 |
| Julho | 32,40 | 23,62 | ±6,01 | 59,16 | ±20,17 | 1,93 | ±1,35 | 346,05 | ±248,87 |
| Agosto | 0,00 | 24,71 | ±6,13 | 49,21 | ±21,22 | 2,13 | ±1,26 | 404,68 | ±276,08 |
| Setembro | 2,20 | 29,69 | ±5,22 | 39,07 | ±17,43 | 1,67 | ±1,24 | 350,88 | ±263,87 |
| Outubro | 58,00 | 28,16 | ±4,13 | 60,49 | ±19,39 | 1,68 | ±1,35 | 339,75 | ±273,83 |
| Novembro | 186,00 | 26,52 | ±3,22 | 74,18 | ±14,34 | 1,80 | ±1,42 | 366,26 | ±287,63 |
| Dezembro | 153,80 | 26,53 | ±2,84 | 75,88 | ±13,14 | 1,77 | ±1,36 | 391,82 | ±285,20 |
| Estação Úmida | 474,20 | 26,70 | | 75,91 | | 1,73 | | 370,98 | |
| Estação Seca | 124,60 | 24,68 | | 60,69 | | 1,66 | | 354,54 | |
| Diferença Úmida/Seca | 73,72% | 7,57% | | 20,04% | | 3,94% | | 4,43% | |
| Média Anual | 598,80 | 26,52 | | 71,48 | | 1,67 | | 362,26 | |

A máxima média mensal da velocidade do vento foi 2,15 m $s^{-1}$ em janeiro e a menor 1,29 m $s^{-1}$ em março (Tabela 5). A média da velocidade do vento na estação úmida foi 1,73 m.$s^{-1}$ e na estação seca de 1,66 m $s^{-1}$ sendo a diferença 3,94%. Em janeiro ocorreu a maior diferença entre a máxima e a mínima média horária com valores de u em 3,68 m $s^{-1}$ e 0,7 m $s^{-1}$.

O local apresentou a maior média anual da radiação solar incidente (Rsg) 362,26 W $m^{-2}$ entre todos os pontos e também na média horária mensal esteve acima, de março a outubro, acima de todos os outros pontos. A média mensal da radiação aponta para a maior incidência, em março 418,04 W $m^{-2,}$ sendo o maior valor registrado entre todos os pontos, e a menor incidência em outubro 339,75 W $m^{-2}$. Evidencia-se também a sazonalidade das estações com média de 370,98 W $m^{-2}$ no período úmido e 354,54 W $m^{-2}$ no período seco. A máxima (Rsg) alcançada em março coincidem com o término do período das chuvas.

A precipitação acumulada mensal máxima foi 186,0mm em novembro e os mínimos em junho e agosto onde não choveu. Os dados de precipitação acumulada durante as estações seca e úmida sugerem alguma incoerência nas medições pois os valores acumulados em todos os pontos de medição foram de 80 a 100% maiores.

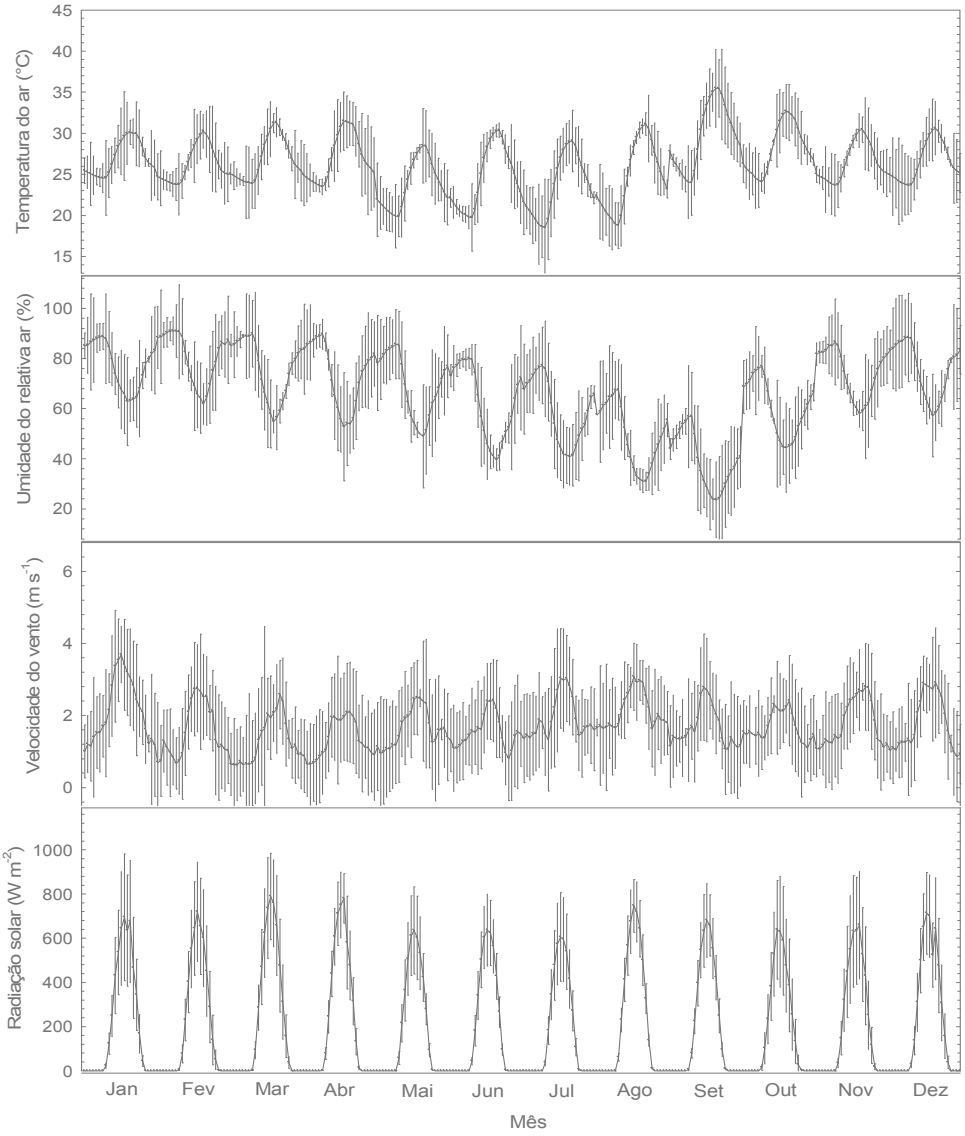


**FIGURA 6:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo

**TABELA 6: Matriz de** correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), e a média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Unicampo. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0{,}5$ e $p \geq 0{,}05$)

| | *Precipitação Acumulada* | *Temp. do ar* | *Umidade Relativa* | *Velocidade Vento* | *Radiação Solar* |
|---|---|---|---|---|---|
| Precipitação Acumulada | 1,00 | - | - | - | - |
| Temp. do ar | 0,14 | 1,00 | - | - | - |
| Umidade Relativa | 0,42 | -0,14 | 1,00 | - | - |
| Velocidade Vento | 0,19 | -0,22 | -0,29 | 1,00 | - |
| *Radiação Solar* | 0,06 | 0,04 | 0,27 | -0,12 | 1,00 |

## 4.4 ESTAÇÃO CHAPADA

Instalada numa área urbana de Chapada dos Guimarães e distante 39 km em linha reta da estação Centro, com ocupação predominante residencial de baixa densidade, com predominância de áreas gramadas e sombreadas no entorno das edificações, a Estação Chapada foi posicionada ao nível da cobertura da edificação. No local a temperatura média anual foi de 27,01º C, com maior média mensal 29,20º C em setembro e a menor 23,51° em julho (Tabela 7).

A máxima média horária 36,07° C (Figura 7) foi registrada em setembro às 14 horas com maior pico 39,1° C às 15 horas e a mínima média horária 18,01º C em julho com menor temperatura do ano 11,4° C às 6 horas. A média da temperatura do ar (T) da estação seca 24,57º C e com uma diferença de 9,56% entre as estações úmida e seca.

A máxima umidade relativa do ar 85,09% em fevereiro e a mínima 45,70% em setembro (Tabela 7). Este ponto apresentou a maior média estacional 77,51% entre todos e a menor diferença 16,43% entre as estações úmida e seca. As médias horárias também apresentam suas máximas e mínimas em fevereiro e setembro e o maior pico foi registrado no período noturno de janeiro e o menor abaixo de 20% em setembro.

**TABELA 7:** Precipitação acumulada (Ppt) e média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada.

| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) | ±(DP) | UR (%) | ±(DP) | u ($m\ s^{-1}$) | ±(DP) | Rsg ($W\ m^{-2}$) | ±(DP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 156,40 | 27,26 | ±3,13 | 79,70 | ±12,20 | 0,14 | ±0,28 | 320,34 | ±306,31 |
| Fevereiro | 141,60 | 26,55 | ±3,00 | 85,09 | ±11,19 | 0,17 | ±0,28 | 321,78 | ±303,72 |
| Março | 156,60 | 27,16 | ±3,72 | 77,51 | ±14,97 | 0,11 | ±0,23 | 343,33 | ±329,45 |
| Abril | 147,80 | 27,07 | ±3,76 | 77,48 | ±14,16 | 0,09 | ±0,22 | 317,61 | ±291,06 |
| Maio | 17,80 | 23,78 | ±5,39 | 72,63 | ±15,95 | 0,21 | ±0,36 | 207,65 | ±212,12 |
| Junho | 0,60 | 24,45 | ±4,98 | 66,39 | ±18,43 | 0,12 | ±0,21 | 174,62 | ±173,27 |
| Julho | 16,40 | 23,51 | ±6,17 | 63,16 | ±18,64 | 0,22 | ±0,35 | 195,51 | ±185,31 |
| Agosto | 11,20 | 24,68 | ±6,14 | 53,09 | ±19,14 | 0,32 | ±0,39 | 319,52 | ±253,08 |
| Setembro | 8,60 | 29,20 | ±5,46 | 45,70 | ±16,45 | 0,20 | ±0,38 | 307,99 | ±252,38 |
| Outubro | 142,80 | 28,06 | ±4,27 | 66,26 | ±18,09 | 0,15 | ±0,30 | 278,44 | ±266,25 |
| Novembro | 96,00 | 27,01 | ±3,36 | 76,09 | ±13,35 | 0,10 | ±0,21 | 286,36 | ±278,57 |
| Dezembro | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estação Úmida | 693,40 | 27,16 | | 77,51 | | 0,14 | | 320,34 | |
| Estação Seca | 202,40 | 24,57 | | 64,78 | | 0,20 | | 257,82 | |
| Diferença Úmida/Seca | 70,81% | 9,56% | | 16,43% | | 40,85% | | 19,52% | |
| Média Anual | 895,80 | 27,01 | | 72,63 | | 0,15 | | 307,99 | |

A média anual radiação solar incidente (Rsg) 307,99 W $m^{-2}$, a média da estação úmida 320,82 W $m^{-2}$, a média da estação seca 257,82 W $m^{-2}$, confirmando padrões de sazonalidade (Tabela 7).

Apresentou a maior queda 19,52% na Rsg em relação a estação chuvosa. Os padrões mensais de Rsg apontam para a menor incidência de radiação em junho (174,62 W $m^{-2}$) e maior incidência, em março (343,33 W $m^{-2}$) (Tabela 7). Para o ciclo diurno, na estação seca o valor horário máximo foi 542 W $m^{-2}$ em junho. Na estação úmida, o valor máximo foi 739 W $m^{-2}$ em fevereiro.

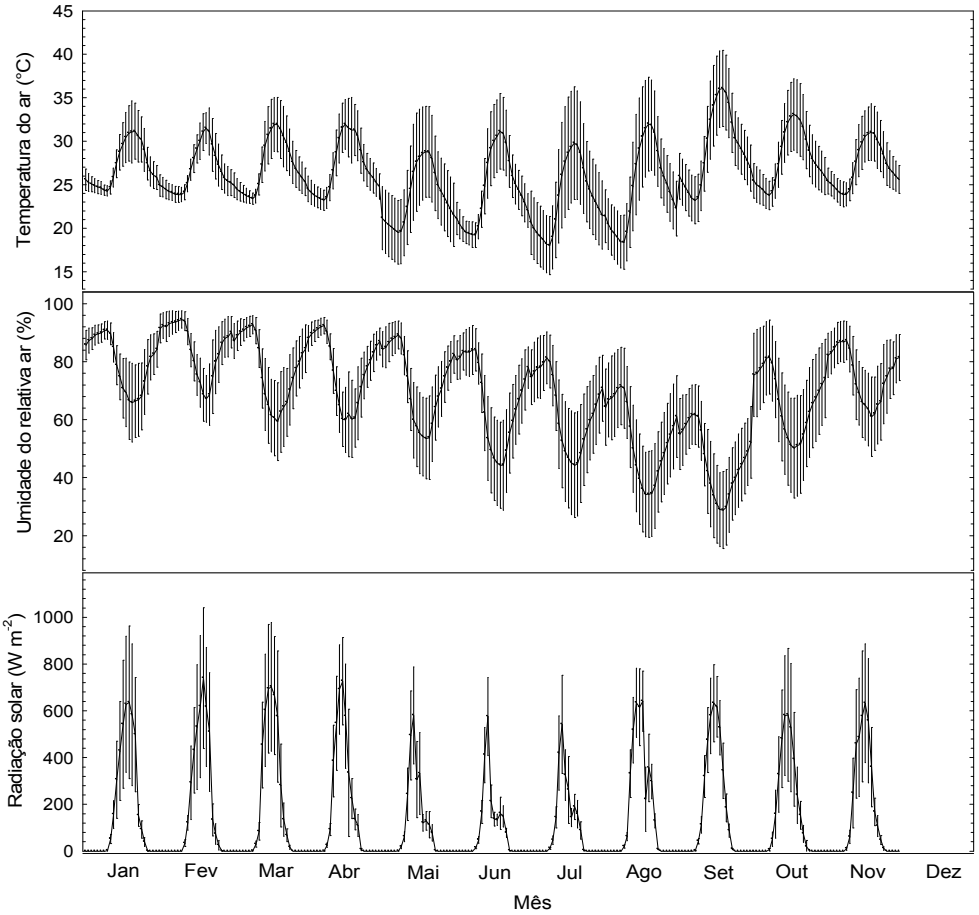


**FIGURA 7:** Ciclo horário mensal (Média ± DP) da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada

A precipitação acumulada mensal máxima foi 156,40mm em janeiro e o mínimo 0,6mm em junho. Apesar de ser a única estação em que choveu todos os meses do ano, a média da estação seca 202,40mm foi a menor entre todas as

estações, a apresentou também a menor redução 70,81% entre as estações úmida e seca.

O coeficiente de correlação entre a precipitação (Ppt) e a temperatura do ar (T), a umidade relativa, a velocidade do vento (u), a radiação solar (Rsg) foram de 0,55, 0,73, -0,62, e 0,65 respectivamente e, entre a temperatura do ar e a radiação solar, foi de 0,70 e entre a umidade relativa e a velocidade do vento -0,62 (Tabela 8).

**TABELA 8:** Correlação entre a precipitação acumulada (Ppt), média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) na estação Chapada. Números em negrito representam correlação significativa ($r \geq \pm 0,5$ e $p \geq 0,05$)

| | *Precipitação Acumulada* | *Temp. do ar* | *Umidade Relativa* | *Velocidade Vento* | *Radiação Solar* |
|---|---|---|---|---|---|
| Precipitação Acumulada | 1,00 | - | - | - | - |
| Temp. do ar | **0,55** | 1,00 | - | - | - |
| Umidade Relativa | **0,73** | -0,01 | 1,00 | - | - |
| Velocidade Vento | **-0,62** | -0,43 | **-0,62** | 1,00 | - |
| Radiação Solar | **0,65** | **0,70** | 0,18 | -0,09 | 1,00 |

## 4.5 COMPARATIVO DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS NOS QUATRO PONTOS

Conforme tabela de máximas e mínimas no Anexo, a análise das variáveis meteorológicas de temperatura do ar (T), o Centro apresentou a maior média anual (27,52º C) e as maiores médias das estações úmida (27,27º C) e seca (25,64º C). O Unicampo apresentou a menor média anual (26,52º C). Chapada apresentou a menor média mensal (23,51º C) em junho e na análise dos gráfico das médias horárias, é a segunda mais quente nos horários de pico (13 às 15 horas) e a mais fria nos horários de inicio da manhã às 6 e 7 horas.

Na umidade relativa (UR) a maior média anual (72,63%) bem como nas estações seca e úmida foi Chapada e a menor diferença sazonal (16,43%). A menor média anual foi CPA (68,03%) com a maior diferença sazonal (22,37%).

Na velocidade do vento, CPA obteve a maior média anual (2,06 m $s^{-1}$) e mensal (2,18m $s^{-1}$) em janeiro com a maior variação entre as estações úmida e seca (24,07%). Unicampo registrou respectivamente (1,67 m $s^{-1}$) e (2,15 m $s^{-1}$) também em janeiro e (3,94%). A menor media anual foi no Centro (0,69m $s^{-1}$).

A maior média da radiação solar (Rsg) foi no Unicampo (362,26 W $m^{-2}$) seguida pelo Centro (353,66 W $m^{-2}$), pelo CPA (349,03 W $m^{-2}$) e a menor em

Chapada (362,26 W $m^{-2}$). Chapada teve a maior diferença entre as estações seca e úmida (19,52%)

A maior precipitação anual foi registrada no Centro (1322,60 mm) e também a maior diferença entre as estações úmida de seca (77,54%) seguida pelo CPA (74,56%), Unicampo (73,72%) e Chapada (70,81%), porém foi a única, entre todas, que registrou precipitação nos meses de junho e agosto.

A maior precipitação anual foi registrada no Centro (1322,60 mm) e também a maior diferença entre as estações úmida de seca (77,54%) seguida pelo CPA (74,56%), Unicampo (73,72%) e Chapada (70,81%), porém foi a única, entre todas, que registrou precipitação nos meses de junho e agosto.

## 4.6 CORRELAÇÃO ENTRE AS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961 A 1990) E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS MEDIDAS NO ANO 2007

Para analise foram gerados os gráficos agrupando os dados da média mensal das estações; Centro, CPA e Unicampo que estão localizadas numa altitude entre 187 e 239m região da baixada cuiabana e destacando os de Chapada dos Guimarães na altitude de 809m.

### 4.6.1 Análise das Médias

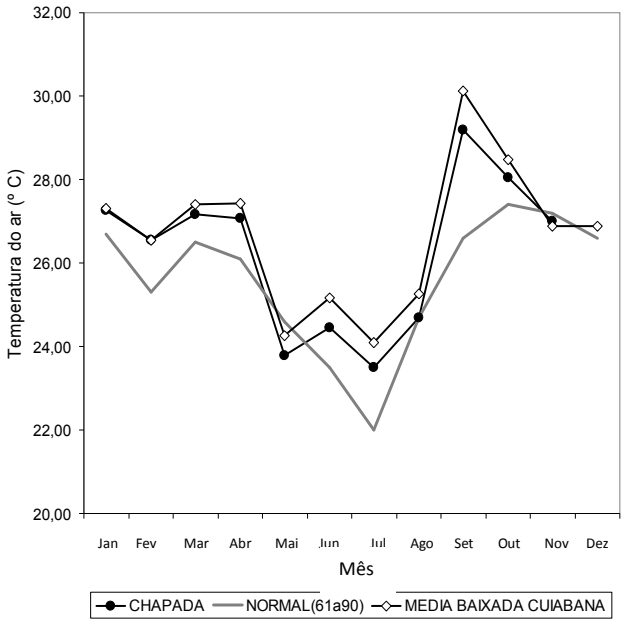


**FIGURA 8:** Comparativo da Normal temperatura do ar (T) 1961 a 1990 (INMET) com a média das estações da Baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007

A média da temperatura (T) nas estações da baixada cuiabana (Centro, CPA e Unicampo) apresentaram valores acima das médias históricas de 1961 a 1990 (Figura 8), com uma característica de sazonalidade nos meses de inverno, maio a agosto. Chapada conforme já observado nas análises anteriores apresenta as menores temperatura do ar entre os pontos mas ainda acima das médias históricas na grande maioria dos meses o que caracterizou um ano mais quente.

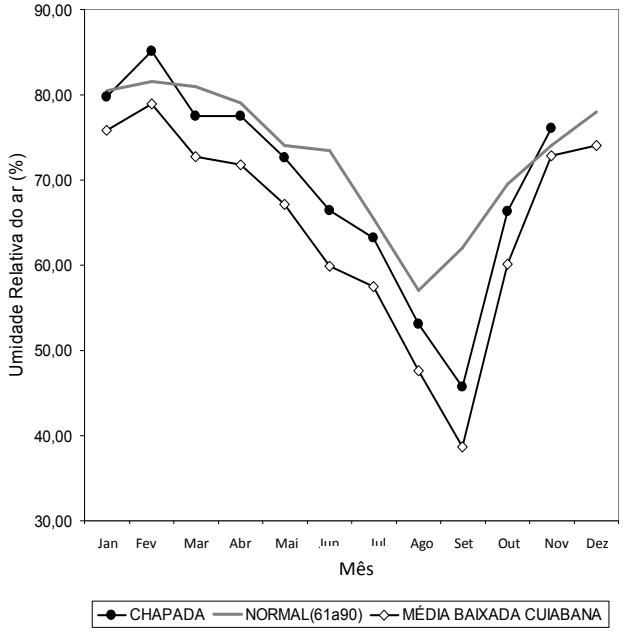


**FIGURA 9:** Média mensal da Normal umidade relativa do ar (UR) 1961 a 1990 (INMET) e das estações da baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007

A Figura 9, apresenta a umidade relativa do ar e as Normais da umidade relativa (1961 a 1990) em que observou-se uma sazonalidade das estações seca e úmida e que, as médias dos pontos da baixada cuiabana, ficaram em todos os meses, abaixo das médias históricas de 1961 a 1990 e a estação Chapada apresentou maiores valores de umidade, em 100% dos meses, em relação aos pontos da baixada cuiabana e das normais exceto nos meses de fevereiro e novembro o que pode caracterizar o ano seco em de 2007.

Na Figura 10, comparativo da precipitação, observa-se nas três curvas analisadas, nos meses de maio a setembro, os baixos índices de precipitação caracterizando a estação seca e nos meses de outubro a abril, os maiores índices pluviométricos sendo que os dados de 2007 apontam para um ano mais seco que a média. Os pontos da baixada cuiabana apresentaram valores médios pluviométricos

menores que a Normal (1961 a 1990) e de Chapada, exceto em novembro e março apresentaram uma queda acentuada coincidindo com o término da estação das chuvas. Chapada teve precipitações médias mensais abaixo da Normal (1961 a 1990) e acima das médias da baixada cuiabana exceto no mês de abril que registrou índices maiores e novembro que apresentou uma queda acentuada, provavelmente pela falta de dados de 15 dias naquele mês.

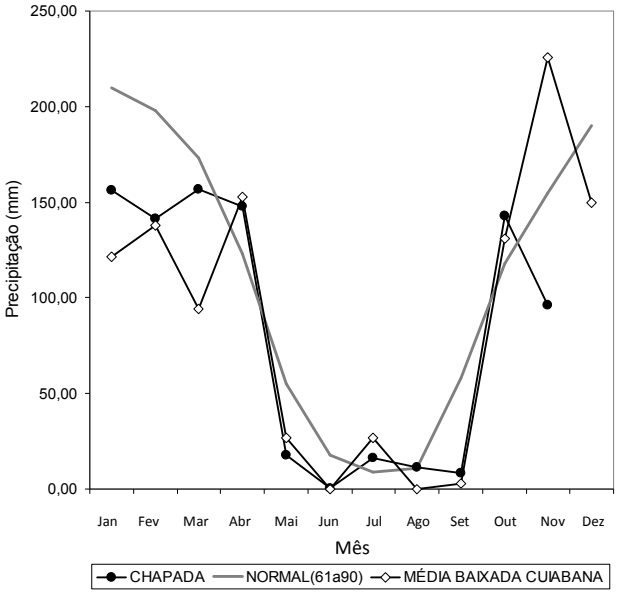


**FIGURA 10: M**édia mensal da Normal precipitação (Ppt) 1961 a 1990 (INMET) e das estações da baixada Cuiabana e Chapada do ano de 2007

### 4.6.2. Correlação entre as Normais Climatológicas e as variáveis meteorológicas

A Figura 11 apresenta a correlação entre a temperatura das Normais Climatológicas (1961 a 1990) e as médias mensais das temperaturas das estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada. Os resultados apresentados para o coeficiente de correlação (r), que estabelece o grau de correlação entre as variáveis, variou de 0,76 na estação CPA a 0,87 na estação Chapada, onde 87,16% das temperaturas do ar de Chapada no ano de 2007, tem relação com as médias Normais de (1961 a 1990) ficando também com Chapada a maior diferença de correlação entre as variáveis tendo assim a seus valores médios mais próximos da Normal.

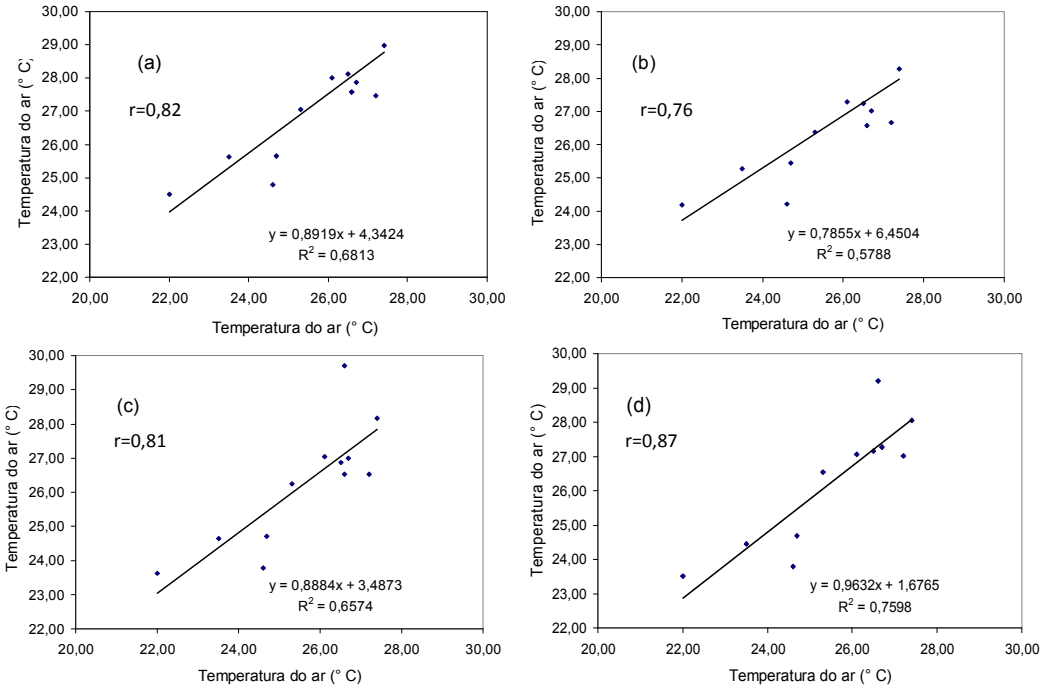


**FIGURA 11:** Correlações da Normal (1961 a 1990) da temperatura (T) e as médias mensais das estações (a) Centro, (b) CPA, (c) Unicampo e (d) Chapada. A linha solida representa a média

A Figura 12 apresenta os resultados da análise de dispersão da Umidade Relativa das normais (1961 a 1990) x médias mensais das Umidades relativas das estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada. Os resultados apresentados para o coeficiente de determinação (r) variou de 0,91 na estação Centro a 0,93 na estação Chapada, onde 93% da Umidade relativa do ar de Chapada no ano de 2007 tem relação com as médias Normais de (1961 a 1990) e ficando também com chapada a menor diferença de correção entre as variáveis, assim sendo, seus valores médios foram os que mais se aproximaram da Normal.

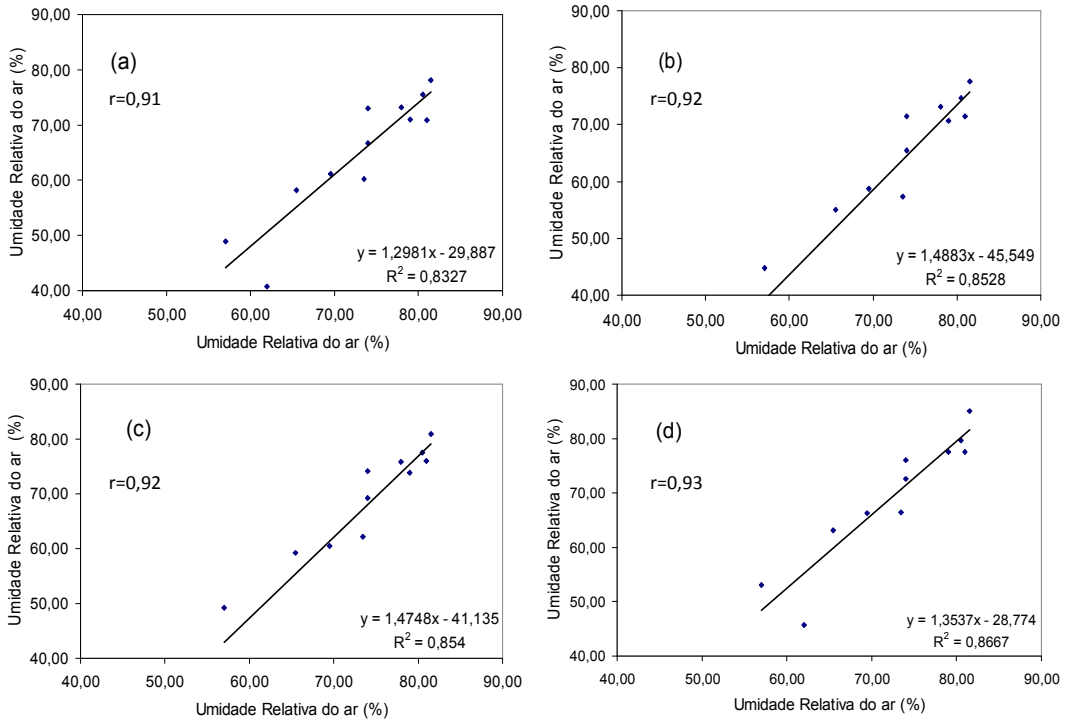


**FIGURA 12:** Correlações da Normal (1961 a 1990) de umidade relativa do ar (UR) e as médias mensais das estações (a) Centro, (b) CPA, (c) Unicampo e (d) Chapada. A linha sólida representa a média

A Figura 13 apresenta os resultados da correlação linear entre a Umidade relativa do ar obtidas das Normais Climatológicas (INMET 1961 a 1990) e as médias mensais das Umidades relativas das estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada. Os resultados apresentados para o coeficiente de correlação (r) variou de 0,47, demonstrando uma grande disparidade de valores, na estação Unicampo a 0,90 na estação Chapada, em que 90% da precipitação de Chapada no ano de 2007 teve correlação significativa entre as médias Normais Climatológicas (INMET 1961 a 1990). Houve uma melhor correlação linear entre as variáveis meteorológicas entre a Chapada e as Normais Climatológicas (INMET), em conseqüência de sua menor diferença entre os valores das variáveis meteorológicas, assim sendo, seus valores médios foram os que mais se aproximaram da Normal.

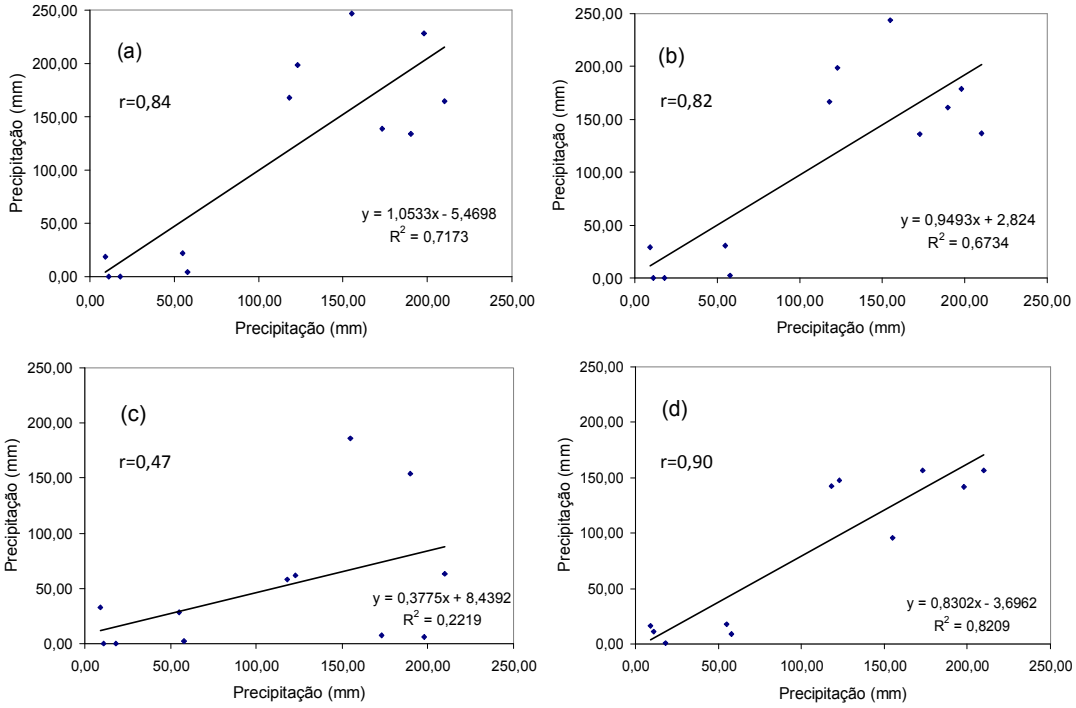


**FIGURA 13:** Gráficos das correlações da Normal (1961 a 1990) de precipitação (Ppt) e as médias mensais das estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada. A linha sólida representa a média

## 4.7 IRRADIAÇÃO SOLAR NO TOPO DA ATMOSFERA E NA SUPERFÍCIE

A Figura 14 apresenta a irradiação solar no topo da atmosfera (Ro) e o da radiação solar incidente na superfície (Rsg) para cada estação instalada em função do dia Juliano de 2007. Os maiores valores de radiação no topo da atmosfera foram obtidos em março 36,57MJ $m^{-2}dia^{-1}$ (dJ 71) e outubro 36,00 MJ $m^{-2}$ $dia^{-1}$ (dJ 275) e o menor valor ocorreu em junho 32,24 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ (dJ 174) com semelhante variação entre as estações. A radiação incidente máxima na superfície foi 26,2 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ (dJ 358) no CPA e 22,1 MJ $m^{-2}$ $dia^{-1}$ (dJ 60) na Chapada.

A máxima de radiação solar incidente na superfície foi 76,47% (dJ 358) no CPA. Na Chapada houve menor incidência média à superfície podendo ser atribuída a característica geográfica da cidade de Chapada dos Guimarães, uma cidade em região serrana e de maior altitude.

A Figura 15 apresenta os índices de claridade (*Kt*) no Centro, CPA, Unicampo e Chapada. O maior valor de (*Kt*) foi 0,76 (dJ 358) no CPA. Observou-se que só houve dias classificados como limpos ($0,65<Kt<1$) nos períodos úmidos. A média do índice de claridade do período seco, para $0,3 \leq Kt \leq 0,65$ parcialmente nublado foi 0,45 nas Estações 1, 2 e 3 e de 0,32 para a Chapada.

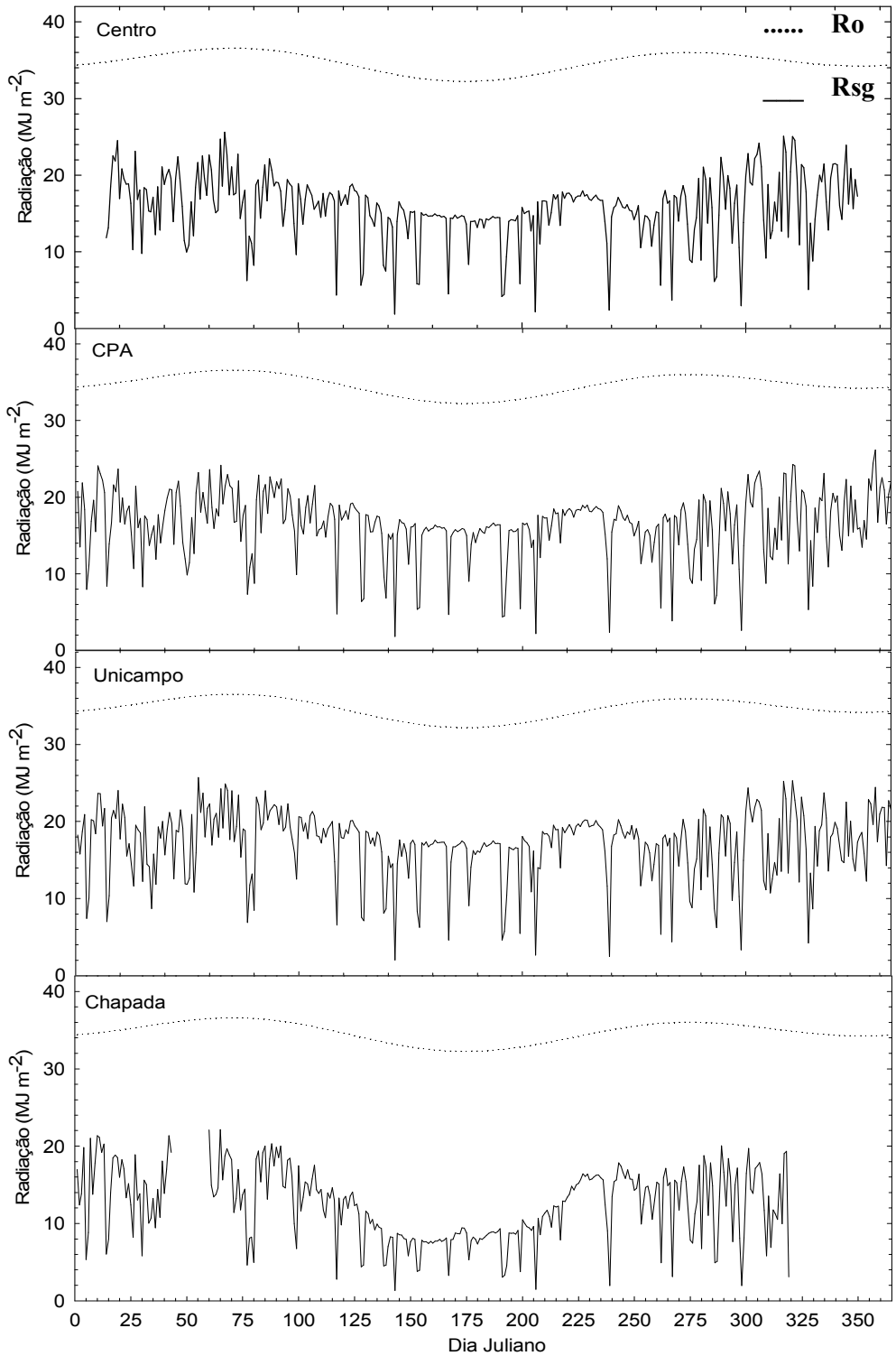


**FIGURA 14:** Média diária da radiação solar incidente (linha sólida) e radiação no topo da atmosfera (linha tracejada) no Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007.

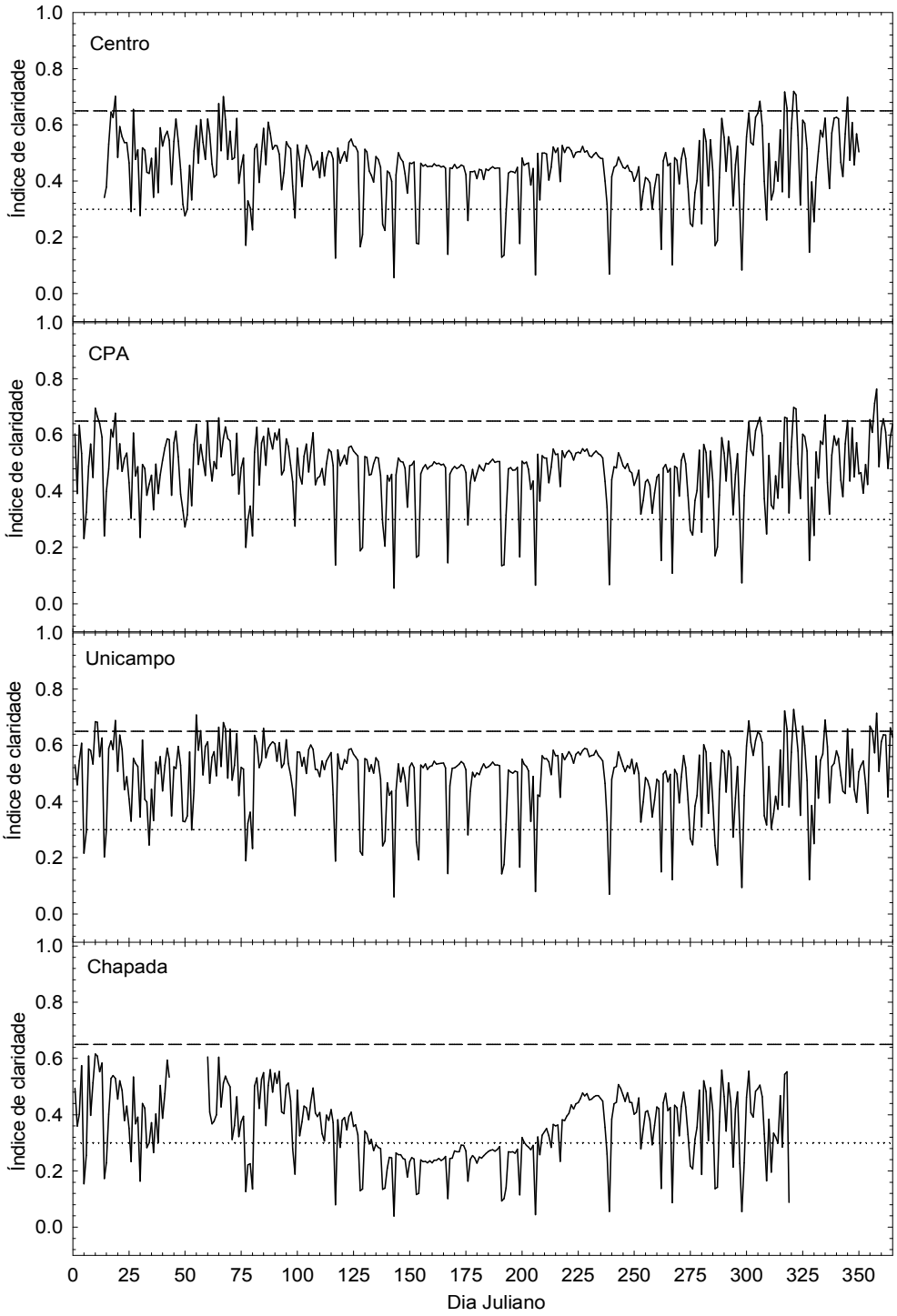


**FIGURA 15:** Índice de claridade diário no Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007. Índices entre a linha tracejada e a linha pontilhada representam céu parcialmente nublado, índices superior a linha tracejada representam céu limpo, índices inferiores a linha pontilhada representam céu nublado.

A Tabela 9 apresenta os percentuais dos dias do ano conforme sua classificação para as 4 estações. As médias nas estações 1 a 3, instaladas em Cuiabá, diferem bastante dos percentuais na estação 4 (Chapada dos Guimarães). A média geral de dias nublados das estações 1 a 4 foi significativamente maior que a Média Cuiabá (Centro, CPA e Unicampo). A estação Centro apresentou o maior percentual de dias nublados com relação às estações da baixada Cuiabana porém apresentou 9,32% de dias nublados enquanto a Chapada apresentou 37,6%. A estação Unicampo apresentou os menores percentuais de dias nublados e parcialmente nublados e os maiores percentuais de dias limpos. A estação Chapada apresentou os maiores percentuais de dias nublados e nenhum dia classificado como limpo.

**TABELA 9:** Percentual de dias Julianos em função da classificação do céu para as Estações Centro, CPA, Unicampo e Chapada; Média Cuiabá (Centro, CPA, Unicampo) e Média Geral (Centro, CPA, Unicampo e Chapada).

| *Kt* | Classificação do Céu | Porcentagem (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Centro | CPA | Unicampo | Chapada | Média Cuiabá | Média Geral |
| $0<Kt<0,3$ | Nublado | 11,0 | 9,6 | 9,32 | 37,6 | 9,96 | 16,9 |
| $0,3\leq Kt\leq 0,65$ | Parcialmente Nublado | 86,1 | 86,3 | 84,66 | 62,4 | 85,67 | 79,8 |
| $Kt>0,65$ | Limpo | 3,0 | 4,1 | 6,03 | 0,0 | 4,37 | 3,3 |

## 4.8 COMPARATIVOS COM A ESTAÇÃO CENTRO

Por estar localizada na região mais adensada entre todas as estações, a estação Centro foi escolhida como referencia devido a apresentar nas medições os maiores valores de temperatura tanto nos períodos úmido e seco bem como na máxima média anual.

Segundo Souza & Massanbani apud Lombardo (1984)[1] as cidades alteram o balanço de energia, por meio dos bolsões térmicos sobre áreas urbanas, denominadas de "ilha de calor urbana". Uma das mais significativas expressões da alteração climática na cidade está relacionada à temperatura e a concentração de poluentes. A ilha de calor urbana corresponde a uma área onde a temperatura da superfície é mais elevada do que nas suas adjacências, proporcionando o aparecimento de circulações locais devido à redução da evaporação, aumento da rugosidade e as propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais utilizados na pavimentação das vias de acesso.

[1] LOMBARDO, M.A., 1984. **The Heat Urban Island of Paulistan Metropolis.** PhD.Degree. Instituto de Geografia – USP.

É no centro das áreas urbanas, nos lugares pobres em vegetação, que as temperaturas atingem valores máximos. Por outro lado, os valores mínimos são registrados em áreas verdes e reservatórios de água.

### 4.8.1 Temperatura do ar (T)

No comparativo das médias horárias mensais da Temperatura do ar (T) dos pontos de medição em relação ao Centro, considerando as distancias entre elas, houve comportamento similar da variação da temperatura do ar entre os pontos bem como a sazonalidade dos períodos seco e úmido (Figura 16).

Os pontos de CPA e Unicampo registraram temperaturas máximas e mínimas horárias mensais menores, durante todo o ano, entretanto apresentaram a mesma sazonalidade da temperatura no Centro. A temperatura do ar no Unicampo foi menor que no CPA em relação as médias horárias do período da tarde e início da noite, provavelmente em função de sua localização na área rural. A Chapada apresentou temperaturas máximas horárias mensais maiores que as outras estações e muito próximas da estação Centro inclusive em setembro, e as mínimas de 0,5 a 1,5º C abaixo de maio a agosto, mantendo a média mensal diária de chapada a mais baixa entre todas as estações.

A Figura 17 apresenta as diferenças das médias mensais da temperatura do ar (T) em relação à estação Centro, em que se observou que não houveram valores negativos, o que representa que as médias mensais da temperatura do ar no Centro foram as maiores médias no decorrer do ano em relação aos demais pontos.

O ponto que apresentou as maiores diferenças foi Chapada durante a estação seca invertendo essa tendência na estação úmida. CPA comportou-se ao contrario, apresentando as maiores diferenças na estação úmida e menor na seca. Unicampo foi o que manteve suas diferenças constantes no decorrer do ano sendo que todos apresentaram um aumento das diferenças no mês de março podendo estar relacionado ao termino do período de chuvas e a menor formação de nuvens fora da área central.

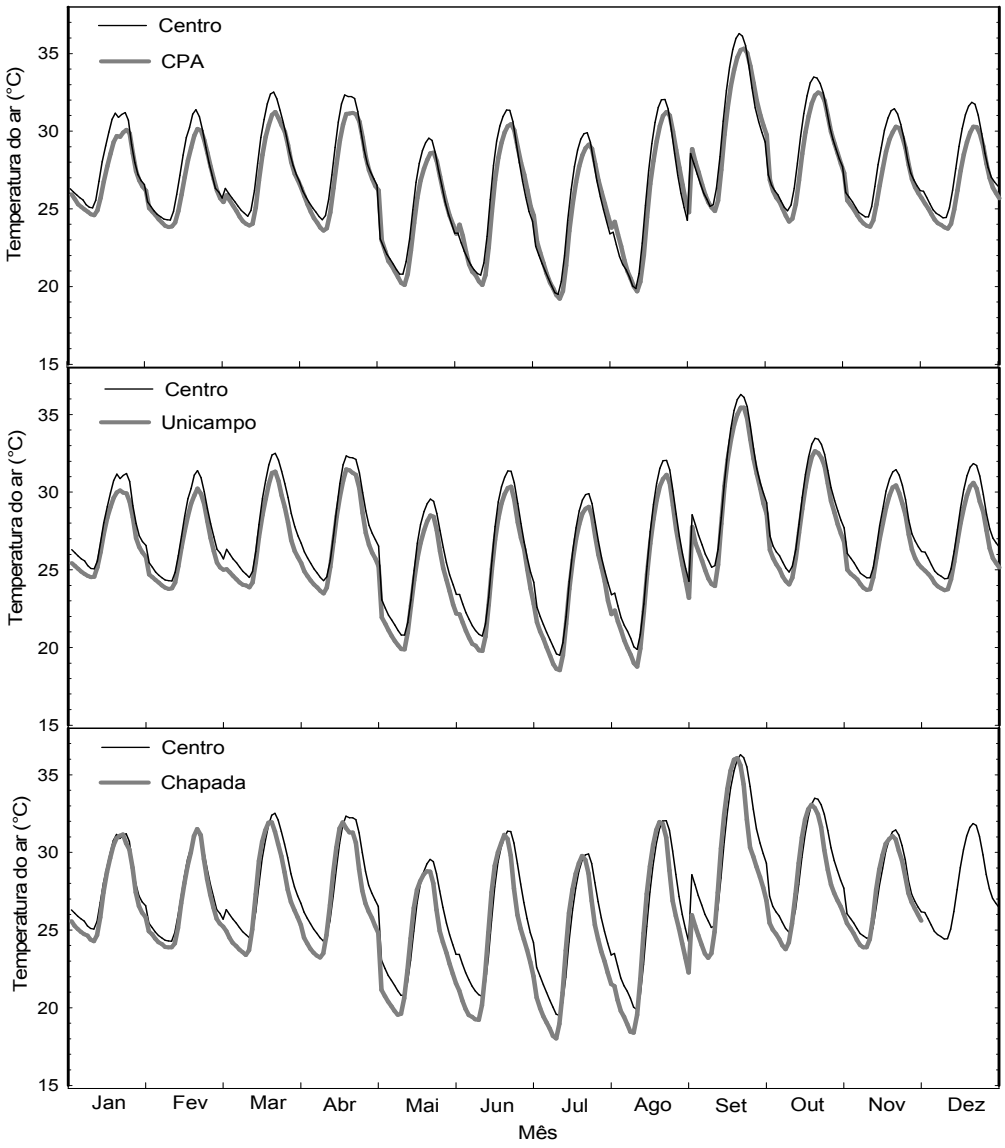


**FIGURA 16:** Comparativo das médias horárias mensais da temperatura do ar (T) em relação a estação Centro.

Uma característica do centro urbano é que sua temperatura é diferente de uma área rural próxima, em geral uma situação típica é que o centro de uma cidade seja mais quente que o entorno (DAVIES et al., 2008). Um dos fenômenos mais impressionantes da urbanização é o efeito térmico-urbano, que se refere às mudanças do ambiente térmico dentro da área, devido à alteração do balanço energético (OKE,

1982 e OKE, 1988), este efeito térmico urbano pode resultar em uma temperatura de uma área urbana maior do que a zona que a envolve em geral, zona rural.

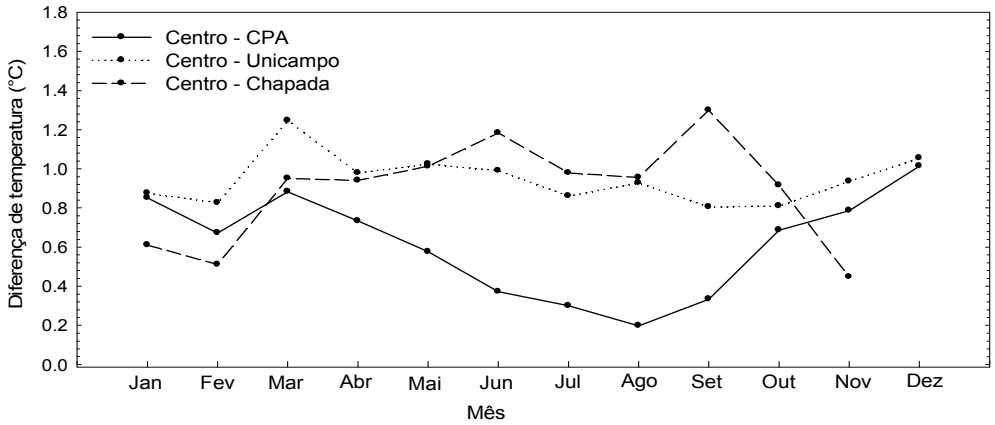


**FIGURA 17:** Diferenças das médias mensais da temperatura do ar (T) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença varia em favor da estação Centro.

### 4.8.2 Umidade relativa do ar (UR)

Na Figura 18 o comparativo da umidade relativa do ar (UR), o CPA apresentou índices constantemente menores em até 5% em setembro em relação ao Centro exceto nos meses de março, abril e maio em seus valores máximos às 6 horas e 7 horas da manhã. O Unicampo, durante todos os meses do ano apresentou valores máximos de Umidade maiores e nos valores mínimos, nos meses de agosto, setembro e outubro da estação seca, abaixo dos valores do Centro. Chapada apresentou invariavelmente índices maiores durante todo o ano com diferenças na máxima de 9,5% em setembro e na mínima 8% em fevereiro (Figura 19).

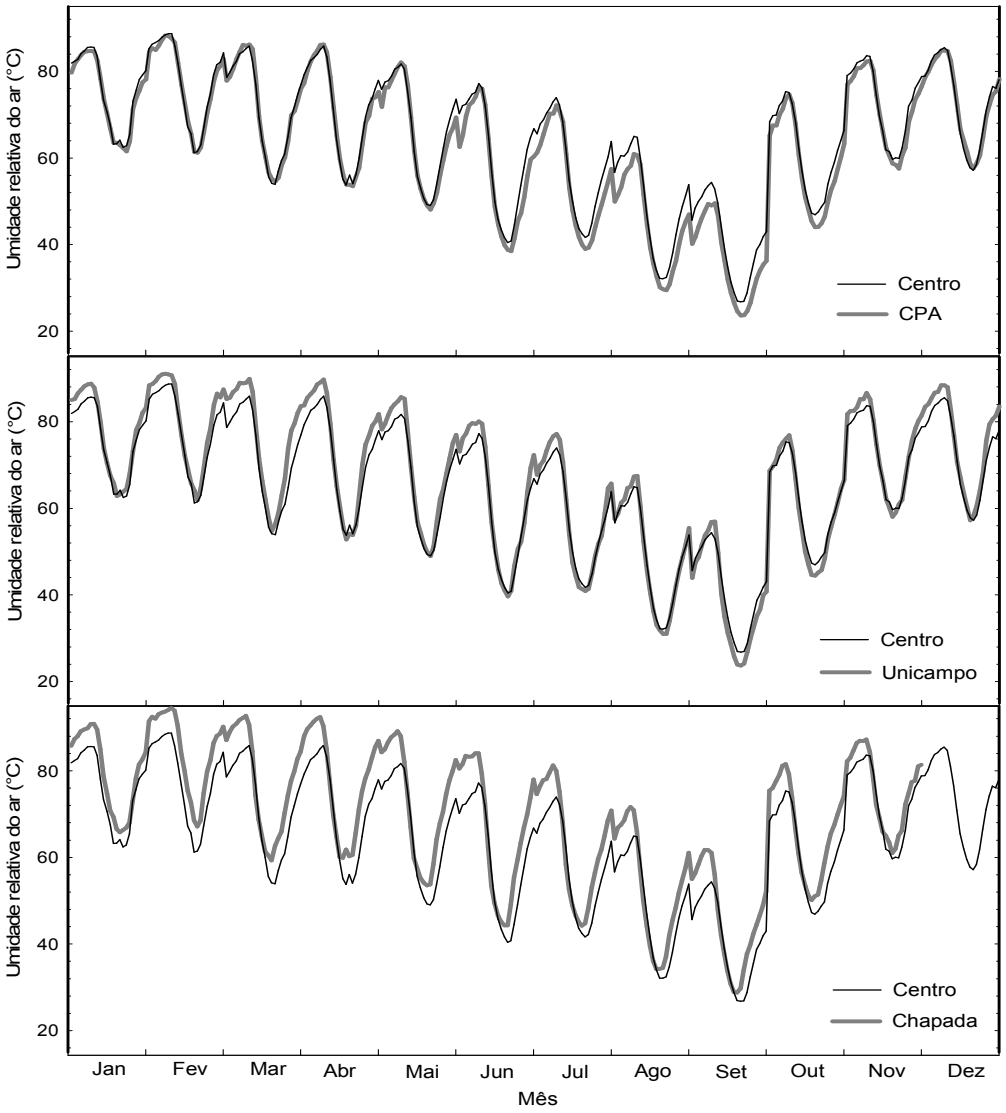


**FIGURA 18:** Comparativo das médias horárias mensais da umidade do ar (UR) em relação a estação Centro.

Na Figura 19 o ponto que apresentou maior diferença foi Chapada, que sendo negativo, indica maior média mensal de umidade durante todo o ano. Os pontos CPA e Unicampo apresentaram tendências idênticas de variação no decorrer do ano porém Unicampo apresentou-se mais úmido e CPA menos úmido. Nestes dois pontos ocorreu em março uma variação de aumento da umidade a seu favor que pode ser explicado pelo aumento da evaporação de áreas sem pavimentação.

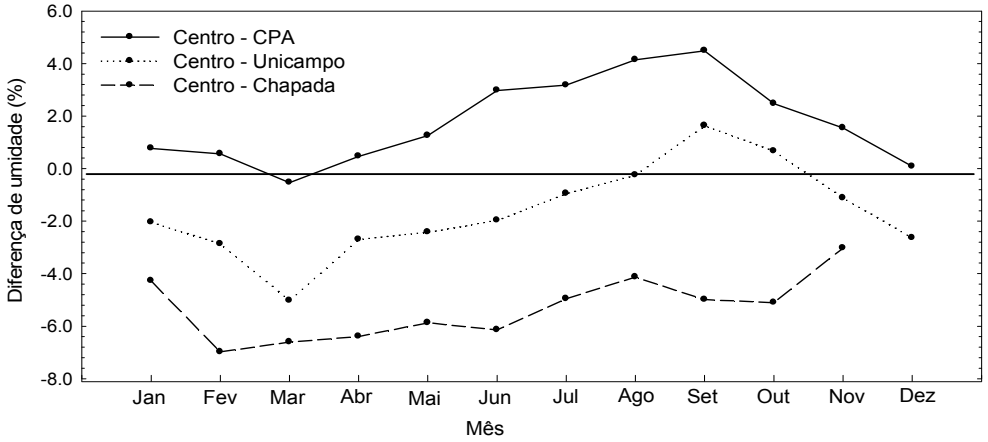


**FIGURA 19:** Diferenças das médias mensais da umidade relativa do ar (UR) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença é maior na estação Centro.

### 4.8.3 Radiação solar (Rsg)

A Figura 20 apresenta as diferenças da umidade relativa do ar entre os pontos de medição. As médias horárias mensais do CPA acompanharam a sazonalidade do Centro ficando abaixo na totalidade dos meses e, em dezembro, apresentou a maior diferença com 13,4% menor ou 107,5 W $m^{-2}$.

O Unicampo registrou valores máximos horários mensais maiores que o Centro exceto nos meses de janeiro, novembro e dezembro com maior diferença em 12% menor ou 96 W $m^{-2}$. Chapada somente em fevereiro registrou 1% a mais ou 2 W $m^{-2}$, ficando a grande diferença em função da diminuição da radiação solar a partir das 12 horas, na maioria dos meses do ano (Figura 20).

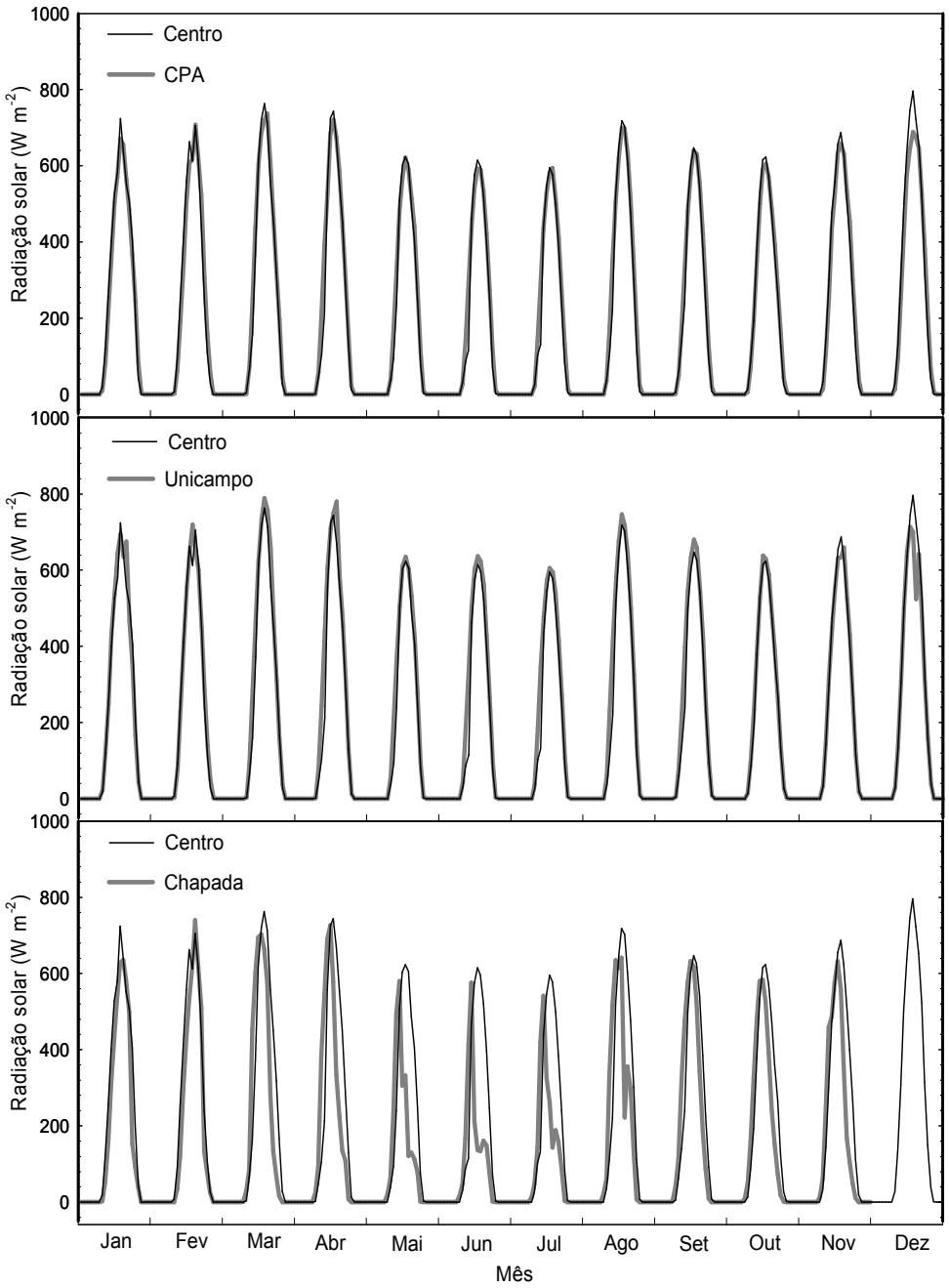


**FIGURA 20:** Média horária mensal da radiação solar (Rsg) em relação à estação Centro.

.

A diferença de radiação solar entre o Centro e a Chapada foi a maior em relação aos demais pontos (Figura 21). No ponto da Chapada destacou-se ainda o aumento das diferenças, ou seja, a diminuição da radiação em relação ao centro, no

início do inverno (Junho) e no verão (Novembro) e diminuição no outono (Março) e primavera (Setembro). A diferença entre a temperatura do ar entre Unicampo e CPA apresentaram um comportamento equivalente entre si porém, em junho, Unicampo apresentou uma tendência alta na radiação mas ainda inferior a abril.

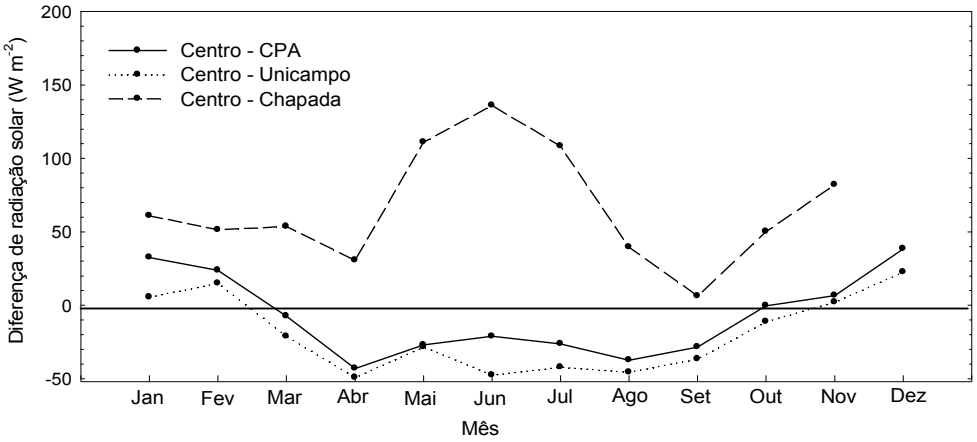


**FIGURA 21:** Diferenças das médias mensais da radiação solar (Rsg) em relação à estação Centro. Valores positivos crescentes indicam que a diferença varia em favor da estação Centro.

## 4.9 CORRELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE CLARIDADE E VARIÁVEIS MICROMETEOROLÓGICAS

O coeficiente de correlação de Pearson, mede o grau da correlação e a direção dessa correlação, se positiva ou negativa entre duas variáveis de escala métrica. Este coeficiente assume apenas valores entre -1 e 1. Quando 1 significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis, quando -1 significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui e quando 0 significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Na Figura 22 a correlação entre temperatura (T) e a umidade relativa do ar (UR) apresenta a sazonalidade das estações úmida e seca sendo a estação úmida a que apresenta maior correlação entre os pontos destacando-se a Chapada com menor correlação com as outras devido a manter a maior umidade relativa durante todo o ano com as maiores diferenças nos meses de maio e setembro. Pode-se inferir ainda que as estações Centro, CPA e Unicampo estão na região da baixada cuiabana, com altitudes equivalentes e de Chapada numa maior altitude em relação às demais. O

aumento da correlação durante junho e agosto se deva a redução das médias horárias de temperatura sem o equivalente aumento da umidade relativa do ar nesses meses.

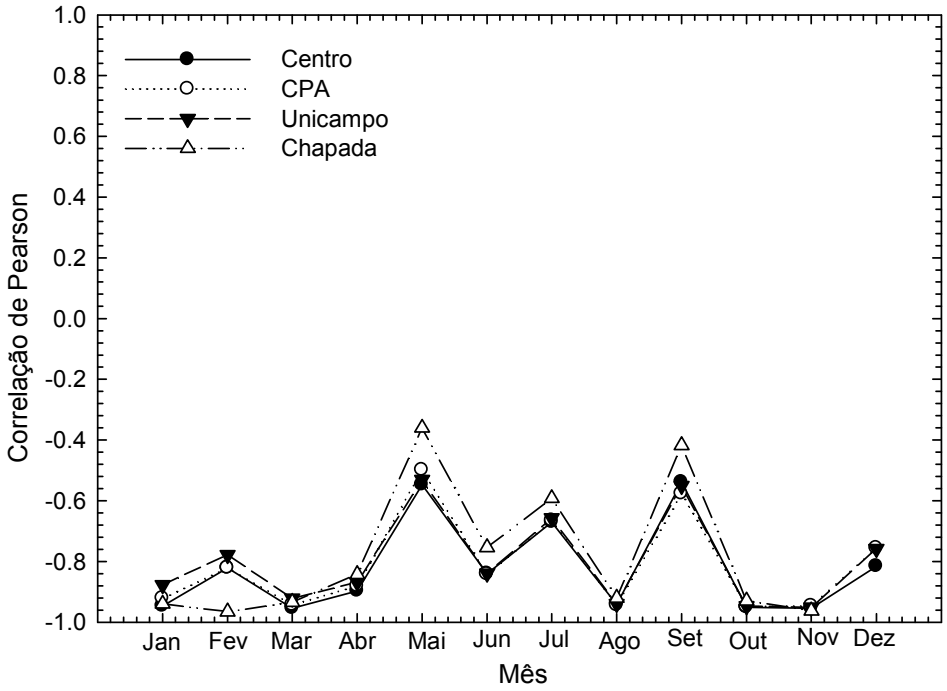


**FIGURA 22:** Correlação de Pearson entre temperatura do ar (T) e umidade relativa do ar (UR) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada.

A correlação entre o índice de claridade (*Kt*) e a temperatura do ar (T) (Figura 23), apresentou-se fortemente relacionada durante a estação úmida e uma diminuição nos meses mais quentes da estação seca. Em março, apesar da grande correlação entre elas, houve correlação negativa perfeita que pode ser explicado pela significativa diminuição do índice de claridade no final do mês de março por um grande volume de chuva registrado em todos os pontos de medição, sem refletir necessariamente em queda da temperatura.

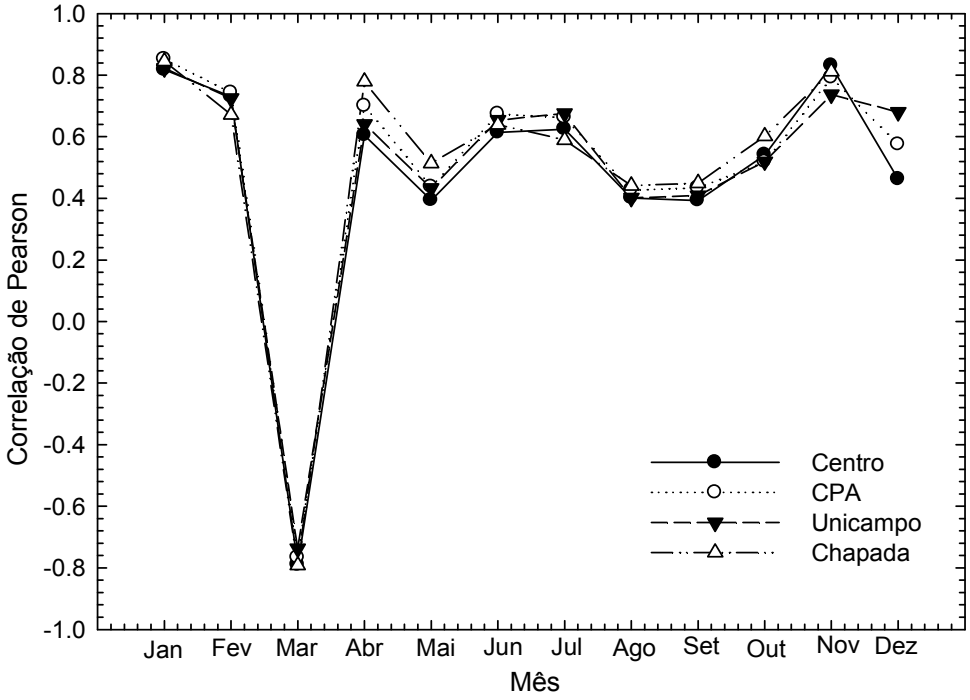


**FIGURA 23:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (*Kt*) e temperatura do ar (T) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada.

Na Figura 24, a correlação entre o índice de claridade (*Kt*) e a umidade relativa do ar (UR) apresenta-se coerente em relação ao gráfico anterior, do índice de claridade com a temperatura, pela variação inversa entre a temperatura do ar e umidade relativa do ar. As variações nos pontos de medição apresentou-se fortemente relacionada nos meses mais úmidos (janeiro, novembro e dezembro) e uma diminuição nos meses mais quentes da estação seca. Em fevereito e março, houve uma baixa correlação, que pode ser explicado pelo significativo aumento da umidade do ar nas estações Unicampo de Chapada em relação a estação centro e uma significativa diminuição do índice de claridade no final do mês de março por um grande volume de chuva registrado em todos os pontos de medição.

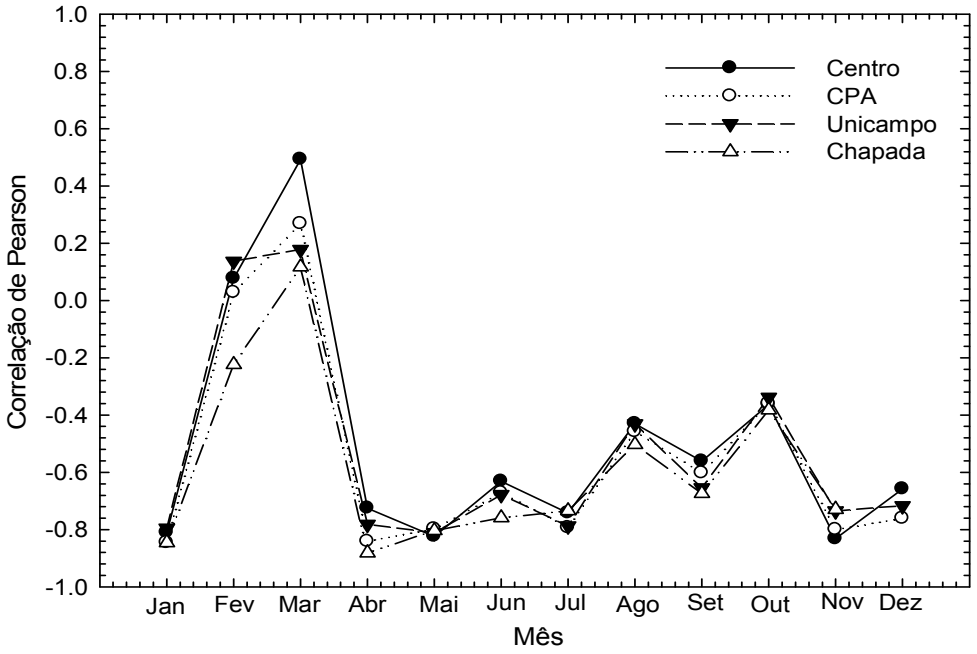


**FIGURA 24:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (*Kt*) e umidade relativa do ar (UR) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada em 2007.

Na maioria dos meses não houve correlação entre Índice de claridade (*Kt*) e a Velocidade do vento (u), exceto em abril, maio e junho onde foram registradas as menores médias e amplitude da velocidade do vento nas estações (Figura 25).

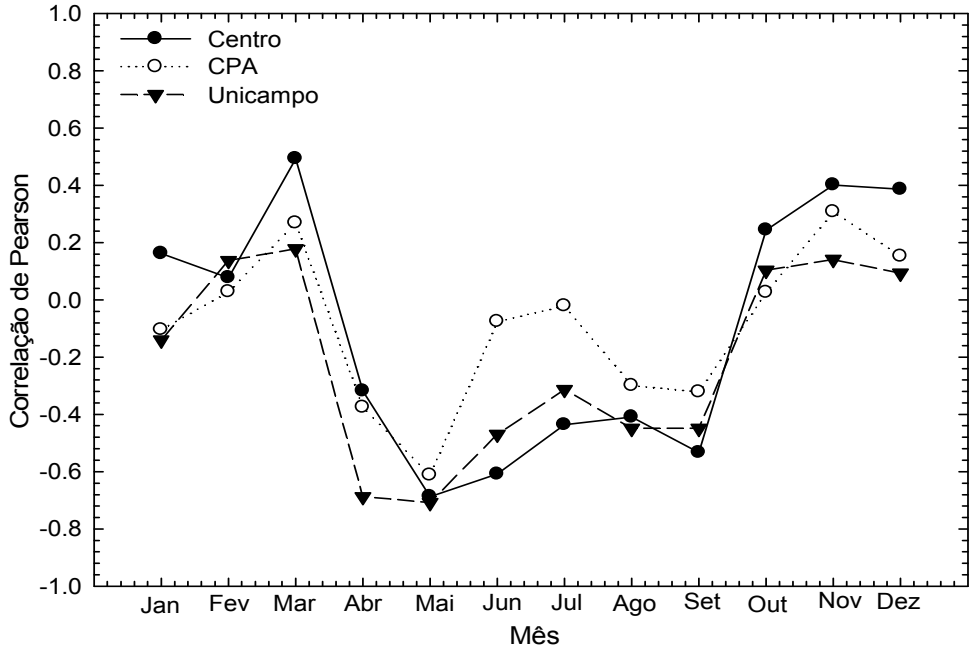


**FIGURA 25:** Correlação de Pearson entre índice de claridade (K) e a velocidade do vento (u) nos pontos de medição Centro, CPA, Unicampo e Chapada.

# 5. CONCLUSÕES

Os elementos naturais e construtivos do entorno dos pontos demonstraram sua influência nas variáveis meteorológicas, com maiores médias anuais de temperaturas e precipitação nas estações mais urbanizadas e as menores nas estações mais afastadas.

O ano de 2007 apresentou-se, comparativamente as médias mensais das Normais climáticas de 1961 a 1990, mais quente na maioria dos meses exceto em abril, menos úmido e com menor precipitação nos meses de janeiro, fevereiro e março.

Na determinação da cobertura do céu, os pontos da baixada cuiabana apresentara 9,96% dias nublados, 85,67% parcialmente nublados e 4,37 limpos. Em contraponto Chapada apresentou 37,6% dias nublados, 62,4% parcialmente nublados e nenhum dia limpo.

No comparativo dos dados em relação à estação mais urbanizada, a estação Centro, pela característica de seus fatores climáticos, tem os maiores valores anuais na temperatura e precipitação, a menor umidade relativa do ar, exceto em relação ao CPA nos meses da estação seca e a maior radiação solar exceto ao Unicampo. Chapada apresenta a segunda maior média anual de temperatura, a maior umidade relativa e a menor incidência de radiação solar.

A análise da relação das variáveis meteorológicas com a cobertura do céu indicam a relação entre elas quando constata-se a inversão da correlação, mantendo-se significativa, quando da queda brusca do índice de claridade no mês de março, e seu comportamento regular no restante dos meses.

Em geral as variáveis de temperatura, umidade e radiação solar, quando comparadas num único gráfico, apresentaram o mesmo comportamento nas médias horárias, inclusive em pequenas oscilações pontuais caracterizando a homogeneidade da região independente de seu posicionamento geográfico e as diferenças se apresentam, quando estudados os microclimas de cada ponto.

Como sugestão a trabalhos futuros, podem ser desenvolvidos estudos dos índices de claridade em relação da urbanização, topografia e vegetação, existentes no entorno dos pontos de medição, para estabelecer modelos que subsidiem o planejamento urbano na determinação de índices de ocupação, favoráveis ao conforto térmico de áreas já ocupadas ou a serem urbanizadas.

# 6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ANGELOCCI, L. R. ; PEREIRA, A. R. ; SENTELHAS P.C. **Agrometeorologia - Fundamentos e Aplicações Práticas.** 1. ed., Guaiba, RS: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2002, 475p.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988. 332p, 1v.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, vento e luz: estratégia para projeto de arquitetura**. Trad. Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. Brookman, 2 ed. Porto Alegre, 2004.

CARRAÇA M.G.D.; COLLIER C.G. **Influência da morfologia urbana na distribuição da precipitação na Grande Manchester**, **Cidades e Alterações Climáticas. Que futuro?**. CEG, Universidade de Lisboa, 15-16, 2008.

CORBELLA, O.D.; MAGALHÃES, M.A.A.A. Conceptual differences between the bioclimatic urbanism for Europe and for the tropical humid climate Renewable. **Energy**, Volume 33, Issue 5, Pages 1019-1023, May 2008,

DALLACORT, R.; RICIERI, R.P.; SILVA, S. L.; PAULO, S.L. F.; SILVA, F.F; Análises do comportamento de um actinógrafo bimetálico (R. Fuess-Berlin-Steglitz) em diferentes tipos de cobertura do céu. **Acta Scentiarum Agronomy**, Maringá, 2004, vol.26, n 4, p.413-419.

DALPONTE, J. C.; LIMA, E. de S.; Disponibilidade de frutos e a dieta de Lycalopex vetulus (Carnivora - Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, vol.22, s.2, São Paulo Oct. 1999
Print version ISSN 0100-8404

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador**. Revista Ambiente Construído**, v.3, n.2, p. 7-20, abril/junho 2003.

LEÃO, E. B.; **Carta Bioclimática de Cuiabá – Mato Grosso,** 2007**,** 147 f, 1v. Dissertação Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2007.

LINACRE, E.; Características das várias escalas do clima. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, (5), 1981. p. 11-14.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá – MT**. 1994. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MAITELLI , G. T.; **Interações atmosfera-superfície: o clima**. In: MORENO, G; TEREZA HIGA, T.C.S; MAITELLI, G.T. (Org.). Geografia de Mato Grosso Território, Sociedade, Ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. p. 238-249.

MAITELLI , G. T., VILANOVA, S. R. F.; **A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT**, UNICiências, v.13, 2009

MASCARÓ, L. R. **Ambiência urbana = Urban enviroment**, 1 ed., Porto Alegre: Sagra-Luzatto, 1996. 199p, 1v.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p, 1v.

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

NOGUEIRA, M. C. J. A.; XAVIER, A. L.; NOGUEIRA, J. S.; CAMPOS NETO, A. A.; DE MUSIS, C. R.; OLIVEIRA, A. G. **Estudo da influência de diversos tipos de morfologia urbana no microclima do campus da Universidade Federal De Mato Grosso.** 1ed. Uniciências. Cuiabá: Edunic, 2006. 158p, 10v.

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island, **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 108 (1982), pp. 1–24.

OKE, T.R. The urban energy balance, ***Progress in Physical Geography*** **12** (1988), pp. 471–508.

OKE, T. R. The micrometeorology of the urban forest. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** London, Series B,324. 335-349. (1989).

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo SP: Agronômica Ceres, 1981. 440p, 1v.

PEEL M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Published in Hydrol. Earth Syst**. Sci. Published: 11 October 2007

PEREIRA, P.; MORAIS L. Clima urbano e evolução da temperatura estival em Lisboa no século XX**. Finisterra**, Lisboa, XLII, 83, 2007, pp. 109-126.

PINTO, S. **A cartografia climática no planejamento, Riscos e instrumentos de planejamento físico**. In 14º Congresso da Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional, 2008. Tomar, Portugal. Disponível em *www.apdr.pt/congresso/2008/pdf/C_tudo.pdf* , p 446 - 463.

RICIERI, R. P. **Modelos de estimativa e avaliação dos métodos de medida da radiação solar difusa**. 1998. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1998.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do Espaço Publico.** 1ª ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000, 225p, 1v.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano,** 2 ed**.,** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001. 123p, 1v.

SOUZA, A. L. F. ; MASSAMBANI, O.; **Ilha de calor urbana na região metropolitana de São Paulo** Congresso brasileiro de Meteorologia Anais 1980 a 2006; http://www.cbmet.com/cbm-files/22-b07e8d3ddfd251531f933eb2223ce005.doc; acesso em maio de 2010.

VAREJÃO-SILVA, M. A**. Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2. Recife, Brasil, 449p, 2006.

XAVIER, T. M. B. S.; PEREIRA FILHO, A. J.; XAVIER, DIAS, A. F. S.; P. L. S.; **Mudanças Climáticas Nas Cidades e Interferências com o Aquecimento Global,** Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, (5), p. 61 a 68 , ago.-dez. 2008

ZAMPARONI, C. A. G. P.; BARROS, T. C. P.; D´ORNELLAS, J. P. F. **O Ambiente Urbano e o Clima Local,** 2004. II Encontro de Geografia de Mato Grosso e I seminário de pós-graduação em geografia. Disponível em http://servicos.capes.gov.br/ arquivos/avaliacao/estudos/dados1/ 2004/50001019/036/ 2004_036_50001019006P0_ Prod_Bib.pdf

## 6.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ALMEIDA JÚNIOR, N. L.; CAMPOS NETO, A. 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.

ALMEIDA JÚNIOR, N. L. **Proposta Metodológica para Controle Natural da Temperatura em Meio Urbano: O Caso de Cuiabá/MT**. 2005. 109f, 1v. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2005.

ANDRADE, H. O Clima Urbano – Natureza, Escalas de Análise e Aplicabilidade, **Finisterra**, Lisboa, XL, 80, p. 67-91, 2005.

ANDRIOTTI, L. S. J. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São LeopoldoRS, Unisinos, 2005, 165 p.

BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

CAMPOS NETO, A. A. **Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso.** 2007. 177f, 1v**,** Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2008.

CHILETTO, E. C. **Caracterização Climática da Região do Lago de Manso: Um Estudo Comparativo com a Área Urbana da Grande Cuiabá**. 2005 185f, 1v. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2005.

COX, E. P. **Interação Entre Clima E Superfície Urbanizada: O Caso Da Cidade De Várzea Grande/MT,** 2008**,** 157 f, 1v. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2008.

DAVIES, M.; STEADMANAND, P.; ORESZCZYN, T. Strategies for the modification of the urban climate and the consequent impact on building energy use.**Energy Policy**, Volume 36, Issue 12, December 2008, Pages 4548-4551 doi:10.1016/j.enpol.2008.09.013

DUARTE , D. H. S.; **O Clima como parâmetro de projeto para a região de Cuiabá**. 1995. 214 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

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.urbanclimate. org/ITM04-Oke.pdf. Acesso em 23 de novembro de 2008.

# 7. ANEXOS

## 7.1 RESUMO DAS MÁXIMAS E MÍNIMAS

**TABELA 10:** Resumo da precipitação acumulada (Ppt), média mensal da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (u) e radiação solar (Rsg) nas quatro estações com indicação das máximas e mínimas. Valores em negrito são máximos e com borda são mínimos.

| | ESTAÇÃO CENTRO | | | | | ESTAÇÃO UNICAMPO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) | UR (%) | u ($m\ s^{-1}$) | Rsg ($W\ m^{-2}$) | Ppt (mm) | T (ºC) | UR (%) | u ($m\ s^{-1}$) | Rsg ($W\ m^{-2}$) |
| Janeiro | 164,40 | 27,88 | 75,43 | **0,88** | 381,26 | 63,20 | 27,00 | 77,48 | **2,15** | 375,70 |
| Fevereiro | 228,60 | 27,06 | **78,10** | 0,74 | 373,16 | 5,80 | 26,23 | **80,97** | 1,46 | 358,26 |
| Março | 139,00 | 28,11 | 70,90 | 0,60 | 396,93 | 7,40 | 26,87 | 75,93 | 1,29 | **418,04** |
| Abril | 198,40 | 28,01 | 71,09 | 0,57 | 348,19 | 61,40 | 27,03 | 73,79 | 1,34 | 397,42 |
| Maio | 22,00 | 24,79 | 66,75 | 0,70 | 318,70 | 28,60 | 23,77 | 69,18 | 1,65 | 347,08 |
| Junho | 0,00 | 25,63 | 60,25 | 0,55 | 310,58 | 0,00 | 24,64 | 62,23 | 1,54 | 358,19 |
| Julho | 18,20 | 24,48 | 58,20 | 0,68 | 303,83 | 32,40 | 23,62 | 59,16 | 1,93 | 346,05 |
| Agosto | 0,00 | 25,64 | 48,96 | 0,82 | 359,12 | 0,00 | 24,71 | 49,21 | 2,13 | 404,68 |
| Setembro | 4,00 | **30,50** | 40,70 | 0,54 | 314,25 | 2,20 | **29,69** | 39,07 | 1,67 | 350,88 |
| Outubro | 167,40 | 28,97 | 61,15 | 0,64 | 328,59 | 58,00 | 28,16 | 60,49 | 1,68 | 339,75 |
| Novembro | **246,80** | 27,45 | 73,06 | 0,79 | 368,29 | **186,00** | 26,52 | 74,18 | 1,80 | 366,26 |
| Dezembro | 133,80 | 27,58 | 73,23 | 0,85 | **414,39** | 153,80 | 26,53 | 75,88 | 1,77 | 391,82 |
| Est. Úmida | **1080,00** | **27,73** | 73,14 | 0,76 | **377,21** | 474,20 | 26,70 | 75,91 | 1,73 | 370,98 |
| Est. Seca | 242,60 | **25,64** | 59,23 | 0,63 | 316,47 | 124,60 | 24,68 | 60,69 | 1,66 | 354,54 |
| Dif.Úmida/Seca | **77,54%** | 7,54% | 19,03% | 17,91% | 16,10% | 73,72% | 7,57% | 20,04% | 3,94% | 4,43% |
| Média Anual | 1322,60 | **27,52** | 68,83 | 0,69 | 353,66 | 598,80 | 26,52 | 71,48 | 1,67 | **362,26** |

| | ESTAÇÃO CPA | | | | | ESTAÇÃO CHAPADA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mês | Ppt (mm) | T (ºC) | UR (%) | u ($m\ s^{-1}$) | Rsg ($W\ m^{-2}$) | Ppt (mm) | T (ºC) | UR (%) | u ($m\ s^{-1}$) | Rsg ($W\ m^{-2}$) |
| Janeiro | 137,20 | 27,02 | 74,66 | **2,81** | 348,64 | 156,40 | 27,26 | 79,70 | 0,14 | 320,34 |
| Fevereiro | 178,60 | 26,38 | **77,55** | 2,28 | 349,42 | 141,60 | 26,55 | **85,09** | 0,17 | 321,78 |
| Março | 136,20 | 27,23 | 71,43 | 1,60 | **404,29** | **156,60** | 27,16 | 77,51 | 0,11 | **343,33** |
| Abril | 198,60 | 27,28 | 70,62 | 1,43 | 391,26 | 147,80 | 27,07 | 77,48 | 0,09 | 317,61 |
| Maio | 30,20 | 24,21 | 65,50 | 1,59 | 345,70 | 17,80 | 23,78 | 72,63 | 0,21 | 207,65 |
| Junho | 0,00 | 25,26 | 57,27 | 1,64 | 331,70 | 0,60 | 24,45 | 66,39 | 0,12 | 174,62 |
| Julho | 29,20 | 24,18 | 55,03 | 2,07 | 330,09 | 16,40 | 23,51 | 63,16 | 0,22 | 195,51 |
| Agosto | 0,00 | 25,44 | 44,82 | 2,15 | 396,48 | 11,20 | 24,68 | 53,09 | **0,32** | 319,52 |
| Setembro | 2,60 | **30,16** | 36,22 | 1,85 | 342,72 | 8,60 | **29,20** | 45,70 | 0,20 | 307,99 |
| Outubro | 167,00 | 28,29 | 58,68 | 2,06 | 328,85 | 142,80 | 28,06 | 66,26 | 0,15 | 278,44 |
| Novembro | **244,20** | 26,67 | 71,51 | 2,31 | 361,62 | 96,00 | 27,01 | 76,09 | 0,10 | 286,36 |
| Dezembro | 161,20 | 26,57 | 73,15 | 2,36 | 375,96 | | | | | |
| Est. Úmida | 1024,40 | 26,84 | 72,33 | **2,30** | 355,52 | 693,40 | 27,16 | **77,51** | 0,14 | 320,34 |
| Est. Seca | 260,60 | 25,35 | 56,15 | **1,74** | **344,21** | 202,40 | 24,57 | **64,78** | 0,20 | 257,82 |
| Dif.Úmida/Seca | 74,56% | 5,56% | **22,37%** | **24,07%** | 3,18% | 70,81% | **9,56%** | 16,43% | 40,85% | **19,52%** |
| Média Anual | 1285,00 | 26,62 | 68,06 | **2,06** | 349,03 | 895,80 | 27,01 | **72,63** | 0,15 | 307,99 |