

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

**“ESTUDO DA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS COM A COBERTURA DO SOLO
URBANO”**

VANESSA DE SOUZA LUZ

Prof^a. Dr^a. MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA

Cuiabá, MT
Junho de 2013

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

**“ESTUDO DA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS COM A COBERTURA DO SOLO
URBANO”**

VANESSA DE SOUZA LUZ

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

Prof.^a. Dr.^a. MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA

Cuiabá, MT
Junho de 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

L979e Luz, Vanessa de Souza.

Estudo da interação das variáveis microclimáticas com a cobertura do solo urbano / Vanessa de Souza Luz. -- 2013
xii, 53 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física
Ambiental, Cuiabá, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Climatologia urbana. 2. Crescimento urbano. 3. UFMT e
Bairro Pedra 90. I. Título.

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

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

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

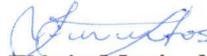
FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ESTUDO DA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS COM A COBERTURA DO SOLO
URBANO**

AUTORA: VANESSA DE SOUZA LUZ

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 24 de junho de 2013, pela comissão julgadora:


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


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


Prof. Dra. Nadja Gomes Machado
Examinadora Externa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo incentivo e apoio incondicional ao desenvolvimento dos meus estudos.

Agradeço imensamente a Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira pela paciência, apoio e orientação concedidos em todos esses anos.

Agradeço ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira, a todos os professores e colegas do programa de pós-graduação em Física Ambiental.

Agradeço ao Prof. Shozo Shiraiwa pelos dados disponibilizados da Região 02: Pedra 90.

Agradecimento a Prof. Dr.^a Nadja Machado por ajudar com as análises estatísticas.

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida.

E, por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | viii |
| LISTA DE TABELAS | x |
| RESUMO | xi |
| ABSTRACT | xii |
| 1.0 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 PROBLEMÁTICA | 13 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA..... | 14 |
| 2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 2.1 CRESCIMENTO URBANO DAS CIDADES..... | 16 |
| 2.2 CRESCIMENTO URBANO DE CUIABÁ | 20 |
| 2.3 MICROCLIMA URBANO..... | 23 |
| 2.3.1 Variáveis do Clima | 25 |
| 2.4 PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DOS MATERIAIS NO MEIO URBANO | 30 |
| 3.0 MATERIAL E MÉTODOS..... | 34 |
| 3.1 ÁREAS DE ESTUDO | 34 |
| 3.1.1 Região 01 – UFMT | 34 |
| 3.1.2 Região 02 – Pedra 90 | 35 |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 36 |
| 3.3 VARIÁVEIS MICROCLIMATOLÓGICAS | 37 |
| 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 38 |
| 4.0 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 39 |
| 4.1 MAPAS TEMÁTICOS..... | 39 |
| 4.1.3 Área edificada..... | 41 |
| 4.1.4 Uso do solo | 42 |
| 4.1.5 Altura das edificações | 43 |
| 4.1.6 Áreas verdes..... | 44 |
| 4.2 MICROCLIMA LOCAL | 45 |
| 4.2.1 Radiação Solar..... | 46 |
| 4.2.2 Temperatura do Ar..... | 49 |
| 4.2.3 Umidade do ar | 52 |
| 4.3 RELAÇÕES ESPACIAIS E SAZONAAIS ENTRE A COBERTURA DO SOLO E O MICROCLIMA..... | 55 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.0 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 56 |
| 5.1 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 57 |
| 6.0 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |
| 6.1 | REFERÊNCIAS CITADAS..... | 58 |
| 6.2 | REFERÊNCIAS CONSULTADAS..... | 60 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Evolução Urbana de Cuiabá..... | 22 |
| Figura 2: Localização de Cuiabá/MT | 24 |
| Figura 3: Corte Esquemático do Mapa Físico de Mato Grosso..... | 24 |
| Figura 4: Translação da Terra e localização dos trópicos. | 25 |
| Figura 5: Modelo para céu claro, anisotrópico e isotrópico. | 26 |
| Figura 6: Circulação dos ventos no globo terrestre | 30 |
| Figura 7: Localização das regiões de estudo | 34 |
| Figura 8: Região 01 – UFMT, Cuiabá/MT | 35 |
| Figura 9: Região 02 - Pedra 90, Cuiabá/MT | 36 |
| Figura 10: Estação micrometeorológica Vantage Pro 2 Plus (Davis Instruments)..... | 38 |
| Figura 11: Estação micrometeorológica U-30 (HOBO) | 38 |
| Figura 12: Imagens da Região 01: UFMT: Satélite GeoEye – Google Earth de 30/09/2009 (A) e Mapa temático (B) | 39 |
| Figura 13: Imagens da Região 02: Pedra 90: Satélite GeoEye – Google Earth de 01/06/2010 (A) e Mapa temático (B) | 40 |
| Figura 14: Mapa do atributo área edificada - Região 01 (A) e Região 02 (B). | 41 |
| Figura 15: Mapa do atributo uso do solo - Região 01 (A) e Região 02 (B). | 42 |
| Figura 16: Mapa do atributo altura das edificações - Região 01 (A) e Região 02 (B). . | 44 |
| Figura 17: Mapa do atributo áreas verdes - Região 01 (A) e Região 02 (B). | 45 |
| Figura 18: Médias mensais de radiação solar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT | 46 |
| Figura 19: Médias diárias de radiação solar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT..... | 47 |
| Figura 20: Gradiente de radiação solar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT | 48 |
| Figura 21: Médias mensais de temperatura do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 22: Médias diárias de temperatura do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT | 50 |
| Figura 23: Gradiente de temperatura do ar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT | 51 |
| Figura 24: Médias mensais de umidade do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT | 52 |
| Figura 25: Médias diárias de umidade do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT | 53 |
| Figura 26: Gradiente de umidade do ar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Características urbanas e suburbanas importantes para a formação de ilhas de calor e seus efeitos no balanço de energia sobre a superfície terrestre | 32 |
| Tabela 2: Períodos de coletas de dados | 37 |
| Tabela 3: Quantificação das áreas de cobertura do solo Região 01 e Região 02 | 40 |
| Tabela 4: Quantificação das categorias do atributo áreas edificadas | 41 |
| Tabela 5: Quantificação das categorias do atributo uso do solo | 43 |
| Tabela 6: Quantificação das categorias do atributo altura das edificações | 44 |
| Tabela 7: Quantificação das categorias do atributo áreas verdes | 45 |
| Tabela 8: Resultado das análises realizadas no Programa R..... | 55 |

RESUMO

LUZ, V. S. *“Estudo da interação das variáveis microclimáticas com a cobertura do solo urbano”*. 65f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

O crescimento da população demanda a alteração do meio urbano para adaptá-lo às novas necessidades. A cobertura do solo é alterada, substituindo a cobertura natural por pavimentos impermeáveis e construções. No entanto, esse crescimento vem sendo feito de forma desordenada, sem preocupação com as consequências das alterações causadas no meio ambiente. Visando colaborar com os estudos na área de climatologia urbana, este trabalho vem analisar a influência das alterações na cobertura do solo nas variáveis microclimáticas como forma de subsidiar futuros projetos de edificações e de planejamento urbano. Para tanto foram analisadas duas regiões com características distintas no município de Cuiabá/MT em dois períodos também distintos: estação quente-seca e estação quente-úmida. A Região 01 trata-se do campus da Universidade Federal de Mato Grosso localizado em área central e a Região 02 trata-se do bairro Pedra 90 localizado próximo ao limite do perímetro urbano do município. As medições ocorreram entre agosto e outubro de 2011 e entre março e maio de 2012 para que fosse possível analisar o comportamento dessas regiões nessas duas estações opostas e bem definidas. Com base nos dados apresentados, observou-se que a Região 02 apresenta melhores resultados que a Região 01, com temperaturas mais amenas e maior umidade diante de equivalente radiação solar. No entanto, a Região 02 apresenta valores semelhantes à Região 01 nos horários de incidência solar, apresentando baixa inércia térmica. Dessa forma, a Região 01, apesar de ter apresentado valores mais altos de temperatura solar e baixos valores de umidade relativa do ar, apresentou um desempenho térmico mais satisfatório. No entanto, um fator preocupante são as grandes áreas impermeabilizadas que impactam no conforto ambiental de seus usuários. Espera-se que com os resultados desta pesquisa, que os estudos de conforto ambiental para o estado do Mato Grosso região seja enriquecido, atentando para a importância de áreas verdes ou sombreadas e diminuição das áreas impermeabilizadas como forma de mitigar o rigor climático imposto pelo clima de cidades, ainda em desenvolvimento, como Cuiabá.

Palavras-chave: Climatologia urbana, Crescimento urbano, UFMT e Bairro Pedra 90.

ABSTRACT

LUZ, V. S. “*Study of the interaction of microclimatic variables with urban ground cover*”. 65f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

Population growth demands the change of urban adapt it to new needs. The land cover is changed by replacing the natural cover by impermeable pavements and buildings. However, this growth has been done in a disorderly way, without concern for the consequences of alterations in the environment. Aiming to collaborate with studies on urban climatology, this work analyzes the influence of changes in land cover in microclimatic variables as a way to support future building designs and urban planning. Therefore, we analyzed two regions with distinct features in Cuiabá / MT also in two distinct periods: dry-hot season and wet-hot season. Region 01 is the campus of the Federal University of Mato Grosso located in the city center and Region 02 is the neighborhood called Pedra 90 located near the boundary of the urban perimeter. Measurements occurred between August and October 2011 and between March and May 2012 to make it possible to analyze the behavior of these regions in these two opposite seasons and well defined. Based on the data presented, we observed that the Region 02 presents better results than the Region 01, with lower temperatures and higher humidity in the face of equivalent solar radiation. However, the Region 02 presents similar values to the Region 01 on times of sunlight, with low thermal inertia. Thus, Region 01, despite having higher values of solar temperature and low values of relative humidity, thermal performance was more satisfying. However, a concern is the large impermeable areas that impact the environmental comfort of its users. It is expected that the findings of this research, which studies environmental comfort for the state of Mato Grosso and region are fortified, noting the importance of green areas or shaded areas and decreased of impermeable areas as way to reduce the rigor imposed by climate of cities, still under development, such as Cuiabá.

Keywords: Urban climatology, Urban growth, UFMT and neighborhood Pedra 90

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

Segundo relatório da UNFPA (Fundo de População das Nações Unidas) de 2011, a população mundial atingiu 7 bilhões de habitantes em 2011 e poderá aumentar para 9,3 bilhões até 2050. O crescimento populacional é esperado, no entanto, preocupante. Há muito alarde sobre como o planeta comportará tanta gente, principalmente em relação às condições básicas de vida como saneamento básico, alimentação e moradia.

As cidades estão em crescimento buscando acompanhar esse ritmo global com grande parte dessa população vivendo em áreas urbanas. Esse crescimento ocorre muitas vezes de forma desordenada, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil.

Ribeiro (2004) aponta que os principais problemas das cidades brasileiras são de ordem social, econômica e institucional. Quanto ao perfil da pobreza, as aglomerações urbanas abrigam cerca de 47,76% dos pobres brasileiros, o equivalente a 24,5 milhões de pessoas, dos quais 16,08% estão situados nas regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro. A dificuldade de acesso a terra por parte dos mais pobres, ao longo de muitos anos, culminou na proliferação de áreas urbanas informais. Verificam-se o crescimento físico elevado das manchas de ocupação, principalmente em torno de metrópoles, com adensamento excessivo de áreas desprovidas de infraestrutura urbana e equipamentos sociais, e o agravamento da situação de informalidade da ocupação do solo urbano, com favelização e ocupações irregulares – um nítido comportamento de segregação social. Em paralelo, pontuam vazios urbanos infraestruturados como retenção especulativa do solo. No conjunto, esses processos provocam agressão ao meio ambiente urbano, com comprometimento dos recursos naturais.

No entanto, muitas das construções regulares acontecem sem planejamento. Não há preocupação com o quanto as escolhas e decisões tomadas impactarão em seus moradores. Para o crescimento da cidade, ocupa-se desordenadamente o solo urbano e aumentam-se as áreas construídas, o que, juntamente com o grande adensamento populacional, a redução das áreas verdes e a poluição atmosférica, causam alteração no microclima prejudicando o conforto ambiental. Como consequência, há o aumento da temperatura, a diminuição da umidade do ar e mudança na direção dos ventos. O conforto nas áreas externas fica em segundo plano, uma vez que as pessoas preocupam-se somente em condicionar os espaços internos, aumentando a demanda de energia elétrica.

A cidade de Cuiabá, capital de Mato Grosso, possui um rigor climático constante quase o ano todo e é visível o crescimento desordenado e falta de planejamento. É importante o planejamento bioclimático baseado no microclima local em que a cidade está inserida para mitigar os problemas atmosféricos urbanos resultantes do crescimento demográfico e ainda adotar medidas preventivas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A evolução da cidade envolve modificações quantitativas e qualitativas nas atividades urbanas e, como consequência, surge a necessidade de adaptação tanto dos espaços necessários para o desenvolvimento dessas atividades quanto para a acessibilidade aos mesmos e da infraestrutura que a eles serve.

A ocupação desordenada do solo devido ao crescimento das cidades envolve em grande parte, a alteração da cobertura natural das superfícies através da substituição de áreas vegetadas por pavimentos asfálticos e concreto.

Apesar das diversas pesquisas realizadas na área de climatologia urbana, ainda há muito a ser feito para ser possível relacionar com exatidão as consequências das alterações do ambiente causadas pelas transformações urbanas no microclima e o quanto essas transformações influenciam no conforto ambiental.

O objetivo geral dessa pesquisa é relacionar os padrões de cobertura do solo com as variáveis microclimáticas em áreas urbanas localizadas no município de Cuiabá/MT.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

1.2.1 Analisar áreas urbanas com características espaciais distintas;

1.2.2 Quantificar as categorias de cobertura do solo;

1.2.3 Analisar a influência da cobertura do solo nas variáveis microclimáticas através das coletas de dados por estações micrometeorológicas.

Este trabalho tem como local de estudo a região da Universidade Federal de Mato Grosso e a região do bairro Pedra 90 e pretende ser uma contribuição aos estudos de climatologia urbana e que possa auxiliar no desenvolvimento de projetos bioclimáticos e nas escolhas de estratégias para mitigar o rigor climático de cidades com clima tropical como Cuiabá/MT.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CRESCIMENTO URBANO DAS CIDADES

Kotkin (2012) afirma que a maior criação da humanidade foi suas cidades. Elas representam a extrema realização de nossa imaginação enquanto espécie, atestando nossa capacidade de reformar o ambiente natural das maneiras mais profundas e duradouras [...] Ao longo dos cinco a sete milênios em que os humanos vêm criando cidades, eles já o fizeram de incontáveis formas. Algumas começaram como pouco mais que vilas, as quais, com o tempo, aglomeraram-se e ganharam volume.

Foi a partir da Revolução Industrial iniciada a partir de meados do século XVIII que foram introduzidas novas relações de produção e formas de apropriação do espaço, o que acelerou o processo de urbanização.

Simon (2006) descreve a paisagem urbana como o meio no qual se desenvolvem as atividades humanas sociais e econômicas, que dependem da agregação de pessoas para viabilizá-las.

A paisagem urbana é o meio espacial no qual acontecem as atividades e é consequência do modo como a comunidade conduz o processo construtivo de seu meio de realizações. Assim, as alterações processadas nos interesses da sociedade provocam alterações na configuração da cidade (SIMON, 2006).

A tendência na maioria das cidades em todo o mundo é aumentar o crescimento urbano e, como consequência, há o aumento de áreas pavimentadas e diminuição de cobertura arbórea e vegetação.

A urbanização excessiva significa, em muitas ocasiões, colocar em segundo plano as características do local, incluindo nesse descaso o relevo e outras características morfológicas do sítio. O impacto negativo ao qual a população é submetida quando o construído transforma-se em indutor de alterações climáticas pode ser evitado com um desenho adequado (BUS-TOS ROMERO, 2007).

De acordo com Zmitrowicz e Angelis Neto (1997), com o crescimento das cidades surge a necessidade de adaptação tanto dos espaços necessários às atividades

humanas, como da acessibilidade desses espaços, e da própria infraestrutura que a eles serve. O crescimento físico da cidade, resultante do seu crescimento econômico e demográfico, se traduz numa expansão da área urbana através de loteamentos, conjuntos habitacionais, indústrias, *shopping centers*, diversos equipamentos urbanos, e/ou em adensamento, que se processa nas áreas já urbanizadas e construídas, muitas vezes resultando em renovações suburbanas, quando construções existentes são substituídas por outras, mais adequadas às novas atividades pretendidas, em locais dos quais são expulsas as atividades anteriores.

O espaço da cidade é o reflexo da produção histórica do homem, resultado da sua forma de organização. Local do desenvolvimento industrial, tecnológico, do consumo, do lazer, da divisão social do trabalho e da informação (BARBOSA & JUNIOR, 2004).

Mascaró (1987) aponta que, no século XIX, a máquina a vapor passa a permitir o transporte de grandes cargas a grandes distâncias e, assim como se internacionalizou a tecnologia de edificação, se internacionalizou também a tecnologia das redes urbanas. A relativa liberalização das restrições de materiais locais tem seus aspectos positivos, mas apresenta também fortes aspectos negativos: por exemplo, os pavimentos das ruas se internacionalizaram nos seus materiais, desenho e tecnologia, perdendo-se algumas vezes, porém, interessantes e econômicas soluções locais. O asfalto se difunde de Paris, Londres e Nova Iorque, até Rio, Brasília e São Paulo, independentemente de disponibilidades (é um derivado de petróleo) e de climas (a cor escura o leva a absorver o calor do sol), e passa a ser quase a única solução para pavimentos urbanos, pelo "*status*" de modernidade que confere à maioria das cidades do mundo.

De acordo com Santos (1988) no início dos tempos modernos as cidades ainda contavam com jardins, porém isso vai tornando-se mais raro, pois o meio urbano é cada vez mais artificial.

Malheiros (2006) aponta que no exemplo de Le Corbusier¹, a estrutura proposta para a cidade moderna considerava as zonas verdes como uma das funções que deveria proporcionar à cidade o bem-estar de seus habitantes. Entre essas preocupações, a insolação e a ventilação natural ocupavam um papel essencial como fatores de uma vida urbana saudável.

¹ Le Corbusier, arquiteto franco-suíço. Considerado uma das personalidades mais importantes da arquitetura moderna.

No Brasil, de acordo com Malheiros (2006), Roberto Burle Marx² incorporou às suas obras paisagísticas o conceito de planejamento ecológico da paisagem, com a utilização adequada da vegetação local a partir da sua relação e consideração ao contexto urbano em que se insere, constituindo um avanço na forma de intervenção humana sobre a paisagem que incluía a percepção da natureza e da função representada por esta no ambiente.

O conceito de ecologia da paisagem surge com o intuito de introduzir princípios ecológicos na prática do planejamento urbano e ambiental. Nessa prática emerge a necessidade de ser reconhecida a função ambiental dos elementos naturais no meio urbano e mais ainda, o valor social da natureza da cidade (MALHEIROS, 2006).

Nota-se que os espaços urbanos crescem de maneira desordenada desrespeitando o meio natural no qual está inserido. Grandes áreas são desmatadas para implantação de novos loteamentos, necessidade decorrente da intensa densidade populacional. No entanto, a forma como essa nova estrutura é executada é reflexo da desorganização urbana quando não há um planejamento urbano adequado. Essa falta de integração entre a cidade e o meio ambiente natural resulta, principalmente, na degeneração e degradação da paisagem.

O problema não é o efeito da urbanização sobre o ambiente, mas a sua relação com ela mesma, pois está faltando organização em nossas cidades (GORE, 1992).

Benévolo (1981)³ *apud* Scalise (2004-a) afirma que a Revolução Industrial alterou drasticamente a configuração das cidades, com funções e atividades de difícil incorporação ao tecido urbano preexistente, transformando a estrutura essencial da sociedade e das condições de vida e tornando as cidades em locais física e moralmente degradados.

Ebenezer Howard idealizou um conceito de Cidade Jardim, cujo projeto apresentado em 1898 apontava ideias apoiadas nas teorias de uma sociedade corporativista propondo uma alternativa aos problemas urbanos e rurais que então se apresentavam.

² Roberto Burle Marx, artista plástico brasileiro, atuava como arquiteto-paisagista, cujo talento era reconhecido internacionalmente.

³ BENÉVOLO, E. *As origens da urbanística moderna*. Martins Fontes, 1981 *apud* SCALISE, B. - *Complexo Híbrido: Reintegração da "Cidade Partida"*. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v.6, nº1, pag. 11-24, 2004-a.

Segundo Saboya (2008), Howard fez uma síntese das vantagens e dos problemas tanto de um ambiente como de outro. A cidade era o espaço da socialização, da cooperação e das oportunidades, especialmente de empregos, mas padecia de graves problemas relacionados ao excesso de população e à insalubridade do seu espaço. Por outro lado, o campo era o espaço da natureza, do sol e das águas, bem como da produção de alimentos, mas também sofria de problemas como a falta de empregos e de infraestrutura, além de uma carência de oportunidades sociais.

A partir dessas questões Howard apontou como solução ideal juntar as características benéficas tanto do campo quanto das cidades, aproveitando o que há de melhor em cada um deles. Dessa união nasceria “uma nova esperança, uma nova vida, uma nova civilização” (HOWARD, 1996 *apud*⁴ SABOYA, 2008). A cidade possuía um centro comercial e cultural, zonas de indústria, comércio e educação rodeados por um cinturão verde agrícola e grandes áreas destinadas a parques públicos.

As cidades industriais surgidas no século XIX, que possuíam condições de extrema insalubridade, provocaram uma tendência ao verde e à saúde, num pensamento sanitarista que trouxe as origens de um novo conceito: o de preservação da natureza. A natureza seguiu como elemento secundário na urbanização, as áreas verdes eram uma das funções que a cidade deveria ofertar aos seus habitantes, porém, sem a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais e o efeito da tecnologia sobre o meio ambiente (SCALISE, 2004-b).

De acordo com Scalise (2004-b), foi no início dos anos 70, que surgiu uma consciência social sobre a fragilidade do planeta. Na década seguinte foi elaborado o relatório “Nosso Futuro Comum”, onde aparece o conceito de desenvolvimento sustentável e coloca que é possível desenvolver sem destruir o meio ambiente, a partir de um esforço comum e global no sentido de alterar os caminhos do modelo de desenvolvimento econômico vigente.

A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e desenhada de acordo com isso. A cidade e a periferia rural precisam ser vistas como um único sistema evolutivo dentro da natureza... dentro do todo mais amplo. A natureza na cidade tem que ser cultivada, como um jardim, e não ignorada ou subjugada (SPIRN, 1995⁵ *apud*. SCALISE, 2004-b).

⁴ HOWARD, Ebenezer. *Cidades-Jardins de amanhã*. São Paulo: Hucitec, 1996 *apud* SABOYA, R. *Ebenezer Howard e a Cidade-Jardim*. In: *Urbanidades - Urbanismo, Planejamento Urbano e Planos Diretores*. Disponível em: <http://urbanidades.arq.br/2008/10/ebenezer-howard-e-a-cidade-jardim/> acesso: 30/03/13.

⁵ SPIRN, A. W. *O jardim de Granito – a natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp, 1995 *apud* SCALISE, W. – *O Ecourbanismo e a busca do (re) equilíbrio entre Natureza e Cidade*. Revista

Muitos são os fatores que prejudicam a relação da cidade com a natureza, no entanto, o principal é como o homem organiza seu espaço. Scalise (2004-b) afirma “que as construções estão assentadas sobre um solo que influi na maneira como é utilizada e nos seus usuários. Inclusive os materiais utilizados: areia, terra, rocha, pedras, mármore, concreto, asfalto, pertenceram ao entorno natural. A impermeabilização desenfreada do solo, as grandes concentrações de edifícios, os desmatamentos, o assoreamento e a retificação dos rios são ações que afetam o ambiente natural. Como reação à ação do homem, a natureza provoca efeitos inesperados para o ambiente construído como: enchentes, secas, erosão, etc. Tudo isso porque as raízes da degradação ambiental urbana encontram-se na forma como o ser humano se organiza em padrões de poder, produção e ideologia”.

Tem-se aqui que o desenvolvimento sustentável das cidades implica muito mais do que preservar uma porção de área verde no traçado urbano. Deve-se pensar no desenho urbanístico como um todo, no que diz respeito à implantação dos edifícios, à impermeabilização do solo, a escolha dos materiais de construção, a densidade demográfica, etc. Faz-se necessário que a cidade relacione-se com a natureza como um todo indivisível.

2.2 CRESCIMENTO URBANO DE CUIABÁ

De acordo com relatório de Azevedo (2010), a história de Cuiabá teve início no século XVIII por consequência da expansão bandeirante, que partiu de São Paulo para o interior do país em busca de índios e encontrou na região um terreno rico em ouro.

Com as descobertas das Lavras do Sutil em 1722, no morro do Rosário, no lugar denominado Tanque do Arnesto, teve início a ocupação do que seria a parte central da cidade, à margem direita do córrego da Prainha. O povoamento teve como limites naturais, à margem esquerda, o morro do Rosário e, à direita, como ponto mais distante, o morro da Boa Mor-te. (CUIABÁ, 2011)

Em Cuiabá (2011) registrou-se que no decorrer do século XVIII diversas crises que fizeram a cidade de Cuiabá passar por fases de fluxo e de refluxo populacional, resultando em uma expansão descontínua do espaço urbano.

Assentamentos Humanos, Marília, v.6, nº1, pag. 25-34, 2004-b.

A transferência da capital do Estado para Cuiabá contribuiu para que no início do século XX a cidade começasse a ganhar as características de metrópole que tem hoje.

De acordo com Mendonça (1906)⁶ apud AZEVEDO (2010), na primeira década do século XX, Cuiabá era da seguinte forma:

A cidade, formada irregularmente, segundo as necessidades e os caprichos dos antigos mineiros, é dividida em dois distritos e consta de 24 ruas, 17 praças e 28 travessas, sendo a rua Barão de Melgaço a mais extensa, com quase três quilômetros; existem alguns edifícios públicos e particulares de feição moderna, dois elegantes jardins situados nas praças Coronel Alencastro e Marquês de Aracati,... mas ressentem-se da falta de bons importantes melhoramentos – bom calçamento e boa iluminação.

Cuiabá (2011) aponta que o processo de urbanização, iniciado no final dos anos 30 do século XX, intensificou-se na década de 60, quando Cuiabá passou à condição de polo de apoio à ocupação da Amazônia meridional brasileira, sendo chamada de “Portal da Amazônia”. A população aumentou consideravelmente, ocorrendo a conurbação com o município vizinho de Várzea Grande.

O Processo de urbanização foi intensificado com a construção de Brasília, quando Cuiabá “despontou como centro de captação e distribuição de recursos para as áreas agricultáveis e as de expansão da bovinocultura no Estado de Mato Grosso” (CUIABÁ, 2011).

Graças a esse crescimento, de acordo com Cuiabá (2011), foram tomadas as seguintes medidas urbanísticas na cidade de Cuiabá: a abertura de um amplo corredor, a partir da Igreja do Rosário até o Porto, com a canalização do córrego da Prainha, a construção de pontes de concreto e a abertura de pistas laterais; o asfaltamento e a arborização da Avenida 15 de Novembro até a Ponte Júlio Müller...

Já em 1970, a expansão dos serviços públicos tornaram insuficientes as instalações do Palácio do Governo e as secretarias e autarquias do governo estadual dispersaram-se por vários edifícios particulares do centro da cidade, aumentando o adensamento desses serviços no centro e, conseqüentemente, aumentando os problemas de trânsito. “Então o governador José Fragelli interferiu no traçado urbanístico da cidade criando novo eixo de crescimento com a construção do Centro Político Administrativo do Estado (CPA)” (CUIABÁ, 2011).

⁶ MENDONÇA, E. *Quadro Corográfico de Mato Grosso*. Págs 91-92. 1906 apud AZEVEDO, A. Cuiabá – Estudo da Geografia Urbana. Cuiabá. Publicações Avulsas nº 73. IHGMT, 2010.

Vilarinho Neto (1983) apud Romancini (2011) assinala a intervenção do Estado direcionando a expansão urbana. Na segunda década de 1960, ocorreram a implantação da Universidade Federal de Mato Grosso, no distrito de Coxipó da Ponte e o asfaltamento da Avenida Fernando Correa da Costa. Ações que valorizaram o solo daquela área.

Romancini (2011) aponta que devido ao aumento populacional e da especulação imobiliária, Cuiabá teve seu espaço urbano ampliado por diversas vezes. Entre os anos de 1970 e 2000, a área urbana, que era de 1,2 mil hectares, passou para 25,1 mil hectares (Figura 1); e o número de bairros passou de 18 para 115.

Para acomodar este contingente populacional, os poderes públicos estadual e municipal construíram diversos núcleos habitacionais, muitos deles fora do limite do perímetro urbano: o Três Barras na Região Norte e, na Região Sul, o Jardim Fortaleza, o Pascoal Ramos, o São Sebastião, parte do Tijucal e o Pedra 90, este último com mais de 8 mil lotes (CUIABÁ, 2011)

Cuiabá (2011) aponta que anteriormente a essas sucessivas ampliações do perímetro urbano, a cidade de Cuiabá já dispunha de grande número de lotes vagos em loteamentos com infraestrutura, cujos proprietários aguardavam sua valorização imobiliária. Com as ampliações do perímetro urbano, surgiram maior número e maior extensão de áreas vazias e ociosas. A densidade demográfica urbana no ano de 2004 era de 20,88 hab./ha, sendo a taxa ideal para o aproveitamento ótimo da infraestrutura urbana de 250 hab./ha.

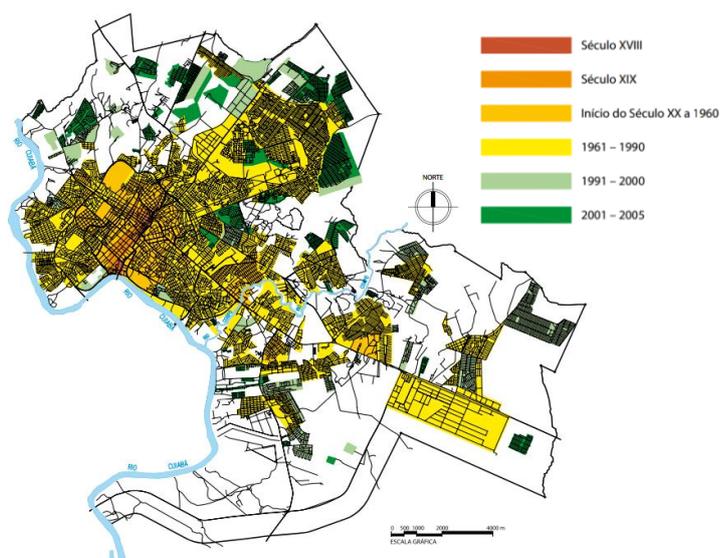


Figura 1: Evolução Urbana de Cuiabá

Fonte: Perfil Socioeconômico de Cuiabá – Volume V. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – IPDU. Diretoria de Pesquisa e Informação – DPI. Cuiabá, MT: Central de Texto, 2011.

2.3 MICROCLIMA URBANO

Cada lugar ou região apresenta um conjunto distinto de fatores climáticos que determinam o clima: latitude, altitude, massas de ar, continentalidade, maritimidade, correntes marítimas, relevo, vegetação e urbanização. A reunião desses fatores é responsável pelo comportamento da temperatura, da umidade e da pressão atmosférica, que são os elementos climáticos do local (MOREIRA & SENE, 2005).

Bustos Romero (2007) aponta que o clima de um lugar pode ser considerado como a integração de uma série de elementos que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macro até a microescala.

Mascaró (1996) afirma que as informações climáticas devem ser consideradas em três níveis:

Os dados macroclimáticos descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. “Essas características podem ser encontradas em latitudes similares, estabelecendo-se como as temperaturas das estações e o regime de chuvas”. (BUSTOS ROMERO, 2007)

Os dados mesoclimáticos informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local, como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno.

Dados microclimáticos: são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios.

De acordo com Moreira & Sene (2005), o fato de 92% do território brasileiro estar situado no interior da faixa intertropical determina a dominância de climas quentes, que é favorecida pelo predomínio das baixas e médias altitudes do relevo.

O Estado de Mato Grosso ocupa uma posição central na América do Sul, ocorrendo em seu território o divisor de águas das bacias dos rios Amazonas, Tocantins-Araguaia e Prata. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado possui uma área de 903.366,192km², estendendo-se aproximadamente entre 8° e 18° de latitude Sul e entre 51° e 61° de longitude Oeste.

De acordo com o Censo (2010), o município de Cuiabá possui área de 3.495,424km², sendo que 254,57km² correspondem à macrozona urbana de acordo

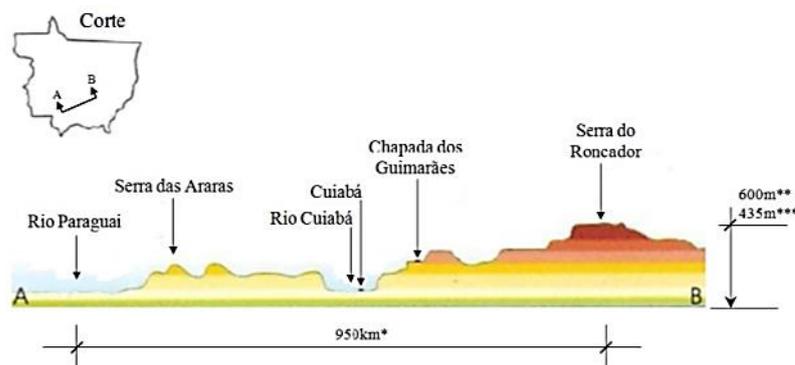
com a Lei n.º 4.719/04. (CUIABÁ, 2011). Em 2010, possuía 551.098 habitantes, sendo que 1,86% correspondem aos moradores da área rural (CENSO, 2010).



Figura 2: Localização de Cuiabá/MT

Fonte: Adaptado de Prefeitura de Cuiabá. Perfil Socioeconômico de Cuiabá – Volume III. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – IPDU. Diretoria de Pesquisa e Informação – DPI. Cuiabá, MT: Central de Texto, 2011.

De acordo com Cuiabá (2011), segundo demarcação realizada pela Comissão Rondon, em 1909, o município de Cuiabá encontra-se no Centro Geodésico da América do Sul, nas coordenadas geográficas 15° 35' 56" de latitude sul (S) e 56° 06' 01" de longitude oeste (O). Situa-se na província geomorfológica denominada Baixada Cuiabana, onde predominam relevos de baixas amplitudes. Na área urbana as altitudes variam de 146 a 259 metros.



* Distância aproximada ** Em relação ao nível do mar *** Em relação a Cuiabá

Figura 3: Corte Esquemático do Mapa Físico de Mato Grosso

Fonte: MORENO et al. (2005)⁷ apud SANTOS (2012)

⁷ MORENO, G.; HIGA, T. C. S., (orgs.); colaboradora MAITELLI, G. T. *Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente*. Cuiabá: Entrelinha, 2005. pg. 238-287 apud SANTOS, F. M. M. *Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT*. 2012.87f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-

Bustos Romero (2007) aponta as características do clima quente-seco representativas do clima de Cuiabá. Durante o dia, as temperaturas máximas alcançam valores mínimos na madrugada. O clima apresenta, em geral, duas estações: uma seca e outra úmida. As chuvas não alcançam os valores de umidade característicos das regiões tropicais-úmidas. Há pouca radiação difusa em virtude da baixa umidade. A radiação direta é intensa. A umidade relativa do ar é baixa. As massas de ar quente conduzem partículas de poeira em suspensão nos seus deslocamentos durante o período seco.

2.3.1 Variáveis do Clima

2.3.1.1 Radiação Solar

A radiação solar é uma onda eletromagnética curta, responsável pela energia no planeta por ser sua principal fonte. A trajetória elíptica da Terra ao redor do Sol, em conjunto com o movimento de rotação da terra determinam as variações na intensidade da radiação ao longo do ano e durante o dia, respectivamente (LAMBERTS et. al., 2007).

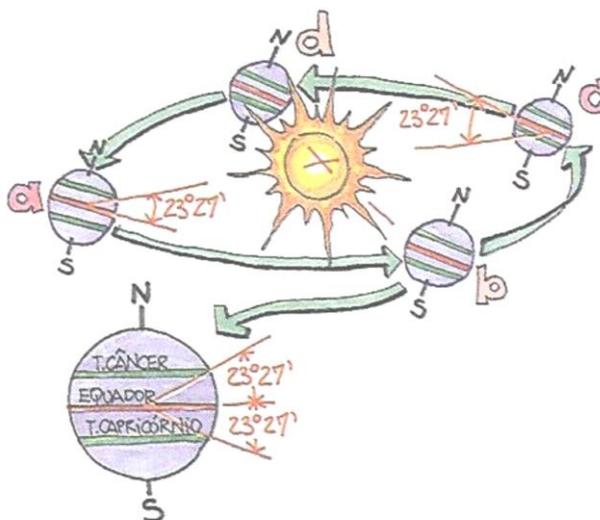


Figura 4: Translação da Terra e localização dos trópicos.

Fonte: LAMBERTS, R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores. 1997. 192p.

No movimento de translação, a Terra percorre sua trajetória elíptica em um plano inclinado de $23,27'$ em relação ao plano do equador. É este ângulo que define a posição dos trópicos e isto faz com que os dois hemisférios terrestres recebam quantidades distintas de radiação solar ao longo do ano, caracterizando as estações pelos solstícios de verão e de inverno (“a” e “c”) e pelos equinócios de primavera e de outono (“b” e “d”), conforme figura 01 (LAMBERTS et. al., 1997).

De acordo com Bustos Romero (2000), parte da radiação solar que penetra na

atmosfera é refletida pela superfície terrestre ou pelas nuvens, outra parte é absorvida pela atmosfera, produzindo um aumento da temperatura do ar. O padrão de energia solar incidente sobre a superfície da Terra, tanto diário quanto anual, depende da intensidade da radiação solar e da duração da presença do sol na abóbada celeste.

A radiação solar, quando atinge a atmosfera terrestre, é dividida entre a porção direta e difusa. A radiação direta, como diz o próprio nome, é a parcela que atinge diretamente a terra. A radiação difusa é a parcela que sofre um espalhamento pelas nuvens e pelas partículas da atmosfera, sendo refletida na abóbada celeste e nas nuvens e re-irradiada para a terra. Um céu muito nublado pode apresentar uma parcela de radiação difusa maior que a parcela direta, enquanto o céu claro, sem nuvens, apresenta uma parcela maior da radiação direta (LAMBERTS *et. al.*, 2007).

Lamberts et al. (1997) afirma que quanto menor a altitude solar, mas longo é o caminho percorrido pela radiação através da atmosfera, dessa forma menos radiação atinge a superfície terrestre. O fato é que a radiação é absorvida pelo ozônio, vapores e partículas contidas na atmosfera. Esse fenômeno é conhecido como dissipação térmica e é graças a ele que o sol poente tem tom avermelhado, pois apenas a luz nesta frequência de onda consegue atravessar a camada atmosférica.

Embora quantificável, a radiação solar pode variar enormemente de um instante para outro. Para simplificar esta variação são criados modelos padrões que representam alguns tipos de céu, basicamente o céu limpo (claro), o céu parcialmente nublado (anisotrópico) e o céu nublado (isotrópico). No caso do céu limpo, a radiação direta é preponderante, vinda diretamente do Sol, e a radiação difusa é mais intensa ao redor do Sol e próxima do horizonte. No caso do céu nublado, há um turvamento da abóbada celeste e o sol não está visível. O modelo que considera o céu parcialmente nublado é o mais próximo da realidade, pois representa a maior parte dos dias (LAMBERTS *et. al.*, 1997).

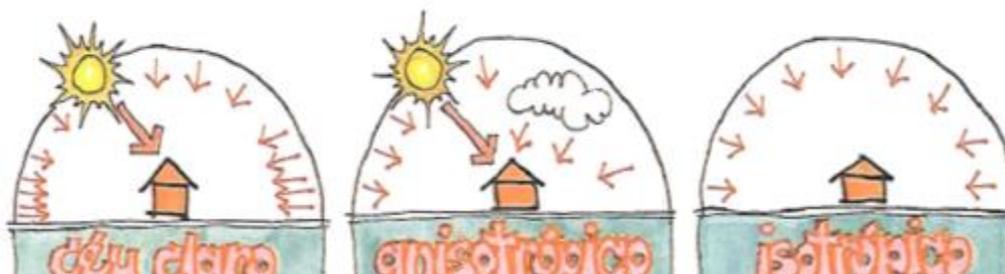


Figura 5: Modelo para céu claro, anisotrópico e isotrópico.

Fonte: LAMBERTS, R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores. 1997. 192p.

2.3.1.2 Temperatura

De forma qualitativa, podemos descrevê-la de um objeto como aquela que determina a sensação de quanto ele está quente ou frio quando entramos em contato

com ele. A temperatura é explicada pela Física como a grandeza termodinâmica intensiva comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico.

As temperaturas superficiais da Terra estão amplamente relacionadas com a latitude. Pela radiação solar recebida em diferentes latitudes, cria-se um efeito especial: as temperaturas máximas da superfície da terra não se registram no Equador, como era de se esperar, mas nos trópicos. Para isso, contribuem uma série de fatores. A migração aparente do sol no zênite é relativamente rápida durante sua passagem pelo Equador, mas sua velocidade diminui à medida que se aproxima dos trópicos. Entre os 6°N e 6°S os raios do sol permanecem quase verticais durante apenas 30 dias dos equinócios, não havendo tempo para armazenar calor na superfície e originar altas temperaturas. Ao contrário, entre os 17,5°N e 23,5°S de latitude, os raios do sol caem verticalmente durante 86 dias consecutivos no período solstício. Este período de maior duração, bem como o fato que nos trópicos os dias são maiores do que no Equador, é a causa do máximo aquecimento nas regiões mais próximas dos trópicos (MASCARÓ, 1996).

2.3.1.3 Pressão atmosférica

De acordo com Varejão-Silva (2006), a pressão atmosférica representa o peso que a atmosfera exerce por unidade de área. Para estudá-la é importante lembrar que o ar é um fluido que tem a tendência de movimentar-se em direção às áreas de menor pressão. Nota-se que o movimento da atmosfera está intimamente relacionado com a distribuição da pressão atmosférica, embora existam outras forças intervenientes que modificam a tendência inicial do ar de mover-se diretamente para as regiões onde a pressão estiver mais baixa.

Com uma experiência bem simples, Torricelli mostrou que a pressão atmosférica é capaz de compensar a pressão reinante na base de uma coluna de mercúrio (Hg) mantida em equilíbrio, inventando assim o barômetro.

Em geral, a pressão atmosférica muda de ponto para ponto e, em cada ponto ao longo do tempo. Essa contínua variação da pressão decorre da incessante alteração da massa específica do ar, nas diferentes camadas da atmosfera situadas acima do local em questão, causada por alterações na temperatura, no conteúdo de vapor d'água, ou em ambas. A massa específica do ar diminui quando aumenta a temperatura, o teor de umidade, ou ambos (VAREJÃO-SILVA, 2006).

2.3.1.4 Precipitação

A evaporação das águas de superfície leva à formação de nuvens que redistribuem a água na forma de chuva ou outras precipitações; esta água flui através

de córregos, rios e outros e volta para o oceano, completando o ciclo hidrológico. A restituição da água evaporada para a atmosfera à terra ocorre por condensações superficiais ou por precipitações sob forma líquida.

As precipitações se dão a partir da condensação do vapor d'água na atmosfera, na forma de nuvens. As massas de ar quando impulsionadas a subir produzem três tipos de precipitações: convencional, orográfica e convergente.

A precipitação convencional começa a partir das massas carregadas de umidade ascendentes que foram aquecidas pelo contato com superfícies quentes. O calor latente liberado quando começa a condensação reduz a taxa de esfriamento com velocidade ascendente. Esta precipitação acontece principalmente nas zonas tropicais, durante as tardes das estações quentes. Também pode ser provocada pelas massas de ar de origem marítima, levadas pelo vento para a terra, que fica mais aquecida durante o dia que as superfícies do mar (ROMERO, 2000).

A chuva convencional usualmente se precipita em pesados chuviscos de curta duração.

A precipitação orográfica se origina em massas de ar que foram impulsionadas a elevar-se sobre as declividades das montanhas pelo gradiente de pressão. A precipitação é maior no barlavento da montanha e diminui na declividade oposta, a partir da cumeeira, afetando desta forma a vegetação do lugar. Assim, uma cumeeira pode delimitar a divisão entre diferentes tipos de clima (ROMERO, 2000).

A precipitação convergente acontece quando a elevação das massas de ar se dirige para as zonas de baixa pressão ou frentes: numa frente tropical, duas correntes de ar convergente têm características similares, e sua ascensão simultânea e rápida dá origem ao aguaceiro (ROMERO, 2000).

2.3.1.5 Massas de ar

Em Meteorologia, a expressão *massa de ar* é usada especificamente para designar uma grande porção da atmosfera, cobrindo milhares de quilômetros da superfície terrestre e que apresenta uma distribuição vertical aproximadamente uniforme, tanto da temperatura, como da umidade (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Uma massa de ar se forma quando uma considerável porção da atmosfera estabelece um prolongado contato com uma vasta região, cuja superfície possui características aproximadamente homogêneas (oceanos, grandes florestas, extensos desertos, amplos campos de gelo). Por influencia da superfície, a camada de ar termina adquirindo propriedades termodinâmicas bastante definidas no que diz respeito a calor e umidade. Quanto mais prolongado o contato com a superfície, mais espessa a camada de ar atingida por sua influencia (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Sob o ponto de vista termodinâmico, as massas de ar são discriminadas quanto à temperatura e à umidade. Em relação à temperatura, as massas de ar subdividem-se em quente- fria; em relação à umidade, elas podem ser secas ou úmidas.

2.3.1.6 Umidade

O vapor de água contido no ar origina-se da evaporação natural da água, da evapotranspiração dos vegetais e de outros processos de menor importância. A capacidade do ar para conter vapor de água aumenta com a temperatura. A distribuição do vapor sobre a terra não é uniforme, sendo em média maior nas zonas equatoriais e menor nos pólos, acompanhando os padrões anuais de radiação e temperatura (ROMERO, 2000).

Segundo Lamberts *et. al.* (2007) a topografia e a ocupação urbana são outros fatores que influenciam a umidade do ar. No ambiente urbano, com a falta de vegetação em decorrência da pavimentação excessiva, há uma redução da umidade relativa, podendo alterar o regime de chuvas da cidade e sua cobertura de nuvens.

Se a umidade influencia na amplitude térmica, a temperatura influi na quantidade de vapor de água que o ar pode conter. Quanto maior a temperatura, maior a quantidade de vapor de água por metro cúbico de ar (LAMBERTS *et. al.*, 2007).

2.1.1.1 Ventos

Uma das principais causas da distribuição dos ventos no globo é o desequilíbrio de radiação entre as latitudes baixas e altas. O aquecimento desigual da Terra e de sua atmosfera pela radiação solar gera energia potencial, parte da qual se transforma em energia cinética pela evaporação do ar quente na região próxima ao equador, abrindo caminho para a entrada do ar frio que vem do norte e do sul (LAMBERTS *et. al.*, 2007).

Sobre cada hemisfério há cintos de alta e baixa pressão atmosférica, podendo ser permanentes ou cíclicos. O cinto equatorial é a principal região de baixa pressão, sendo mantido durante todo o ano. Nas latitudes tropicais de ambos os hemisférios há cintos de alta pressão que se deslocam no verão na direção dos pólos e no inverso para o Equador. As regiões polares são regiões de alta pressão, permanentes, mas menores que a dos cintos subtropicais. Assim, têm-se três cintos globais de ventos em cada hemisfério: os aliseos, os de oeste e os polares (FROTA & SCHIFFER, 2001).

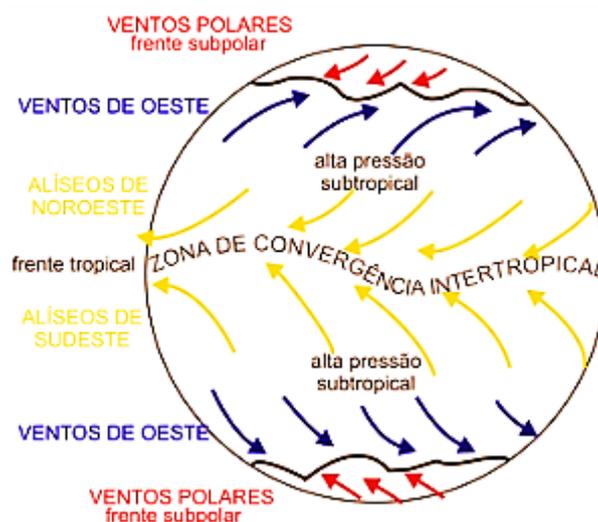


Figura 6: Circulação dos ventos no globo terrestre

Fonte: Adaptado de VAREJÃO-SILVA, M. A.; *Meteorologia e Climatologia* – Versão digital 2 – Recife, 2006.

2.4 PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DOS MATERIAIS NO MEIO URBANO

O clima local numa cidade é influenciado pelos materiais que compõem a superfície urbana, o que é muito diferente dos materiais das superfícies não construídas. De acordo com Bustos Romero (2007), os materiais urbanos possuem uma capacidade térmica mais elevada que a dos materiais das áreas do entorno e são melhores condutores de calor. As superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente.

Quando a radiação atinge uma superfície, parte dela se transforma em calor. Quanto dessa radiação se transforma depende das propriedades óticas da superfície e não da radiação incidente (CORBELLA & YANNAS, 2003).

De acordo com Lamberts (2007), a temperatura do ar não é consequência da ação direta dos raios do sol. A radiação solar atinge o solo onde é absorvida em parte e transformada em calor. Portanto, a temperatura do solo aumenta e, por convecção, aquece o ar. A temperatura do solo será consequência de um balanço energético que envolve: a radiação solar incidente e o coeficiente de absorção da superfície receptora; a condutividade e a capacidade térmica do solo que determinam a transmissão de calor por condução; e, as perdas por evaporação, convecção e radiação.

Mora (2010) atribui como propriedade térmica a resposta ou reação do

material ao calor. As condições térmicas na vizinhança de um material afetam-no de diversas formas, sendo os efeitos mais importantes àqueles que produzem alterações nas propriedades dos materiais.

A absorção e a emissão das superfícies determinam (em parte) a temperatura de um corpo, o que modifica a sensação de conforto das pessoas que estão próximas a essas superfícies.

Lamberts (2007) aponta que a emissividade do corpo representa as propriedades da superfície receptora e está relacionada à fontes de baixa temperatura (ondas longas). Quando a superfície está exposta à radiação solar (fonte de alta temperatura – ondas curtas) as propriedades destas superfícies são representadas pela absorptividade.

Corbella & Yannas (2003) afirmam que dois corpos com superfícies diferentes obterão diferentes temperaturas, mesmo sendo atingidos pela mesma radiação. Por terem superfícies diferentes os corpos terão absorvido porções diferentes de radiação solar incidente.

Conforme diz Gartland (2010), toda energia absorvida pela superfície por meio de radiação, vai para algum lugar. Essa energia irá aquecer o ar acima da superfície ou será evaporada com a umidade ou será armazenada nos materiais em forma de calor.

Armazenamento de calor depende de duas propriedades dos materiais: a condutividade térmica e a capacidade calorífica. Materiais com maior condutividade térmica são mais aptos para direcionar o calor para seus interiores. Materiais com grande capacidade calorífica são capazes de armazenar mais calor em suas massas. À medida que mais calor é armazenado, a temperatura do material aumenta (GARTLAND, 2010).

Alcoforado (1999) aponta que em 1937 foi editado por A. Kratzer, autor alemão, o primeiro manual de climatologia urbana, que inclui uma extensa compilação de exemplos de modificações dos diversos elementos do clima pelas edificações e pelas atividades do Homem.

De acordo com Frota & Schiffer (2001), as modificações climáticas podem transformar as áreas urbanas em verdadeiras Ilhas de Calor, pois essas são geradas a partir de modificações impostas à drenagem do solo, através da impermeabilização das superfícies por concreto e asfalto. As massas edificadas modificam o curso natu-

ral dos ventos, prejudicando a ventilação natural e a poluição gerada em um meio urbano modifica as condições do ar quanto a sua composição química e odores.

Segundo Gartland (2010), estudos realizados ao longo do século XX determinaram que as superfícies urbanas são mais quentes do que as superfícies rurais por dois motivos principais: o primeiro é que as superfícies construídas pelo homem são compostas por materiais escuros que absorvem e armazenam o calor do sol. O segundo é que a maioria dos materiais de construção é resistente à água, assim a água da chuva não penetra na superfície, não conseguindo dissipar o calor por meio de evaporação.

Ainda de acordo com Gartland (2010), dois materiais amplamente utilizados nas áreas urbanas possuem baixos valores de refletância solar: pavimentos asfálticos e coberturas com mantas asfálticas. A utilização predominante desses materiais diminui a refletância solar total das regiões, aumentando sua temperatura e consequentemente aumentando a temperatura da camada de ar em contato com essa superfície.

A falta de árvores também reduz o arrefecimento por meio da evapotranspiração. A evapotranspiração converte a energia solar em água evaporada ao invés de calor, mantendo as temperaturas da vegetação e do ar mais baixas. As árvores e vegetação promovem sombras para as superfícies e protegem-nas do calor do sol, mantendo essas superfícies mais frescas e reduzindo o calor armazenado por elas.

Nas áreas urbanizadas o ar e as temperaturas da superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. Conforme as cidades vão se expandindo, as ilhas de calor também tendem a ficarem mais intensas.

Tabela 1: Características urbanas e suburbanas importantes para a formação de ilhas de calor e seus efeitos no balanço de energia sobre a superfície terrestre

| Características que contribuem para a formação de ilhas de calor | Efeitos sobre o balanço de energia |
|---|---|
| Falta de vegetação | Reduz evaporação |
| Utilização difundida de superfícies impermeáveis | Reduz evaporação |
| Maior difusividade térmica dos materiais urbanos | Aumenta o armazenamento de calor |
| Baixa refletância solar dos materiais urbanos | Aumenta saldo de radiação |
| Geometrias urbanas que aprisionam o calor | Aumenta saldo de radiação |
| Geometrias urbanas que diminuem as velocidades dos ventos | Reduz convecção |
| Aumento dos níveis de poluição | Aumenta saldo de radiação |
| Aumento da utilização de energia | Aumenta o calor antropogênico |

Fonte: GARTLAND, L. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. Tradução Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina dos Textos, 2010.

Os estudos realizados por Asaeda et. al. (1996) indicam que o fluxo de calor próximo à superfície do solo demonstrou a importância da pavimentação na alteração da temperatura do ar para diferentes tipos de pavimentos como asfalto, concreto e solo descoberto. A pesquisa demonstrou que os pavimentos asfálticos absorvem substancialmente maiores quantidades de radiação solar durante o dia, conservando, desta forma, a temperatura da superfície alta durante toda a noite, contribuindo para o aquecimento do ar, sendo esta contribuição maior que a proporcionada tanto pela superfície de concreto como pela superfície de solo descoberto.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

As áreas das quais se tratam este trabalho estão localizadas no município de Cuiabá/MT: a Universidade Federal de Mato Grosso denominada como Região 01 e o Bairro Pedra 90, denominado como Região 02 (Figura 7).

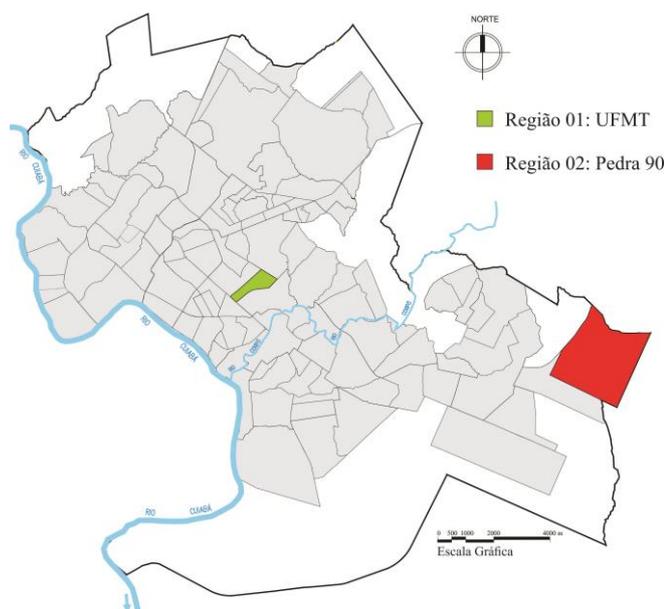


Figura 7: Localização das regiões de estudo

Fonte: Adaptado de Cuiabá. Prefeitura. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – IPDU. Diretoria de Pesquisa e Informação – DPI. *Perfil Socioeconômico de Cuiabá* – Volume III – Cuiabá, MT: Central de Texto, 2007. p. 204.

3.1.1 Região 01 – UFMT

Localizado na Av. Fernando Correa da Costa, o campus da UFMT-Cuiabá é uma cidade universitária com infraestrutura e equipamentos urbanos. Difere-se de seu entorno por ter baixa densidade demográfica, abrigando edificações extensas horizontalmente implantadas de maneira esparsa, com predominância de áreas verdes em todo o campus (Figura 8).



Figura 8: Região 01 – UFMT, Cuiabá/MT
Fonte: GeoEye – Google Earth de 30/09/2009

A Região é contornada por vias de grande fluxo de veículos (Av. Fernando Correa da Costa e Avenida Jorn. Arquimedes Pereira Lima) e em menor escala por vias coletoras (Av. Brasília no bairro Jardim das Américas e Rua 01 no bairro Boa Esperança). Trata-se de uma região de entorno altamente edificado com *shopping center*, bancos, supermercados e comércio diversos, além da própria universidade e contando, ainda com diversas edificações multifamiliares compostas por mais de vinte pavimentos no bairro Jardim das Américas.

3.1.2 Região 02 – Pedra 90

De acordo com Cuiabá (2011), o bairro Pedra 90 foi criado em 1996 como plano emergencial de habitação, sendo uma área predominantemente residencial, situada limítrofe ao perímetro urbano do município. Está localizada a 11 km em linha reta da região 01 e a 20 km do centro da cidade, apresentando áreas de baixa densidade demográfica em seu entorno (Figura 9).

Diferente da Região 01, o entorno da Região 02 encontrou-se minimamente adensado, tratando-se de uma “ilha” edificada cercada por áreas de expansão do município onde a cobertura do solo é predominantemente de vegetação rasteira e solo descoberto.



Figura 9: Região 02 - Pedra 90, Cuiabá/MT
Fonte: GeoEye – Google Earth em 01/06/2010

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi seguida a metodologia proposta por Katzschner (1997), que já foi aplicada satisfatoriamente em pesquisas realizadas no município de Cuiabá por Franco (2010):

A configuração urbana assim como as ações antrópicas influenciam diretamente o comportamento térmico e higrométrico local, as maiores temperaturas e menores umidade relativas foram encontradas nos locais de alto trânsito de veículos assim também como maior concentração de comércios e regiões de média e alta densidade de área construída. Os pontos onde se constatou as menores temperaturas do ar e maiores umidades relativas encontram-se próximos a áreas verdes, cursos d'água, pouca área construída e tráfego de veículos baixo.

E ainda por Maciel (2011):

A influência da vegetação sobre os microclimas... demonstrou que as áreas verdes das cidades atuam sobre os elementos climáticos, contribuindo com o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e chuva, além de amenizar a poluição, em microclimas urbanos.

A metodologia de Katzschner (1997) consiste um método de estudo do espaço urbano que avalia as condições do clima urbano por meio de uma descrição qualitativa do espaço e de um sistema de classificação baseado nos padrões térmicos e dinâmicos do clima urbano, em relação à sua topografia, ao uso do solo, às áreas verdes e à altura dada às edificações, seguido por uma descrição quantitativa do

espaço.

Segundo Katzschner (1997), para caracterizar o clima urbano é necessário identificar os efeitos da área edificada e das áreas verdes em geral e a tipologia da área edificada (densidade, número de pavimentos, etc.). Assim, deve-se primeiramente realizar uma análise geográfica de mapas de uso do solo, estruturas, alturas construídas, vegetação e sistemas de drenagem.

3.3 VARIÁVEIS MICROCLIMATOLÓGICAS

Em cada região foi colocada uma estação micrometeorológica para coleta de dados das condições climatológicas (umidade relativa, temperatura e radiação solar) durante seis meses (Tabela 2). Os dados coletados foram registrados em seus determinados consoles e posteriormente foram organizados com registro a cada cinco minutos de ambas as estações.

Tabela 2: Períodos de coletas de dados

| | Estação | Período de coleta |
|-------------------------|----------------|--------------------------|
| 1. ^a medição | Quente-seca | 01/08/2011 a 31/10/2011 |
| 2. ^a medição | Quente-úmida | 01/03/2012 a 28/05/2012 |

Segundo Maitelli (1994), a estação quente-seca encontra-se entre maio e setembro e a estação quente-úmida situa-se entre outubro e abril. No entanto, escolheu-se utilizar o período agosto-outubro / março-maio, para analisar o período de transição entre as estações.

A estação micrometeorológica utilizada na Região 01: UFMT é composta pelo Conjunto de Sensores Integrados (ISS) modelo Vantage Pro 2 Plus, da marca Davis Instruments (Figura 10). O equipamento coletou os dados das condições atmosféricas. Os dados foram enviados para o console da Vantage Pro2 por rede sem fio e são transferidos para o computador através de um cabo serial. A estação foi implantada no bloco de Pós-Graduação em Física Ambiental (15°36'31"S e 56°3'47"O) a quatro metros de altura abrangendo um raio de 400 metros.

A estação micrometeorológica utilizada na Região 02: Pedra 90 é da marca HOBO® (Figura 11). O equipamento coletou os dados das condições meteorológicas que foram enviados para o *DataLogger*. Os dados registrados puderam ser

4.0 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas temáticos com a quantificação da cobertura do solo seguem abaixo juntamente com os quadros das áreas de cobertura e legenda de cores utilizadas na seleção das categorias.

4.1.1 Região 01 – UFMT

Na Figura 12 pode ser verificada a área de estudo (A) e a caracterização da cobertura do solo (B).

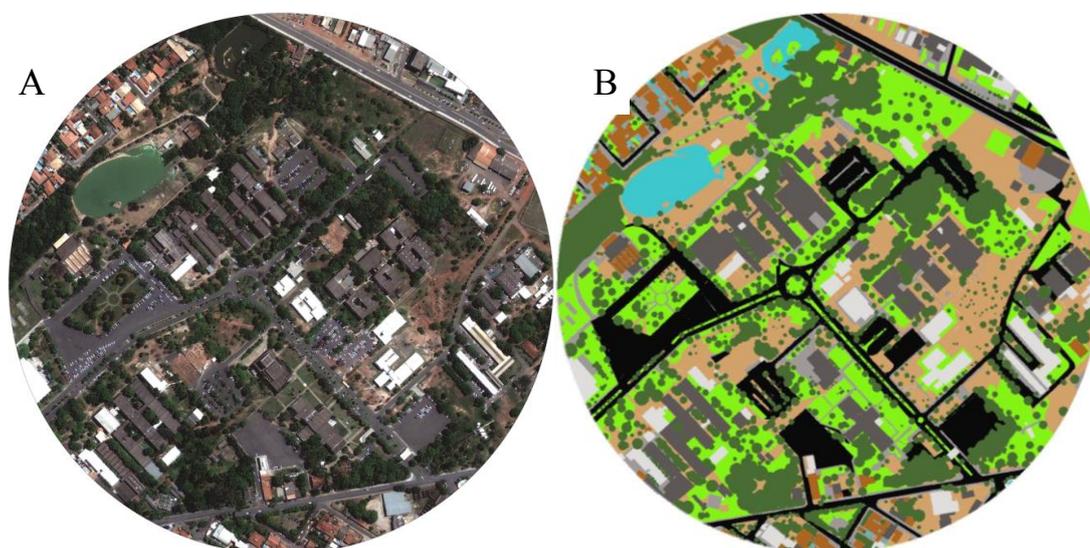


Figura 12: Imagens da Região 01: UFMT: Satélite GeoEye – Google Earth de 30/09/2009 (A) e Mapa temático (B)

4.1.2 Região 02 – Pedra 90

Na Figura 13 pode ser verificada a área de estudo (A) e a caracterização da cobertura do solo (B).

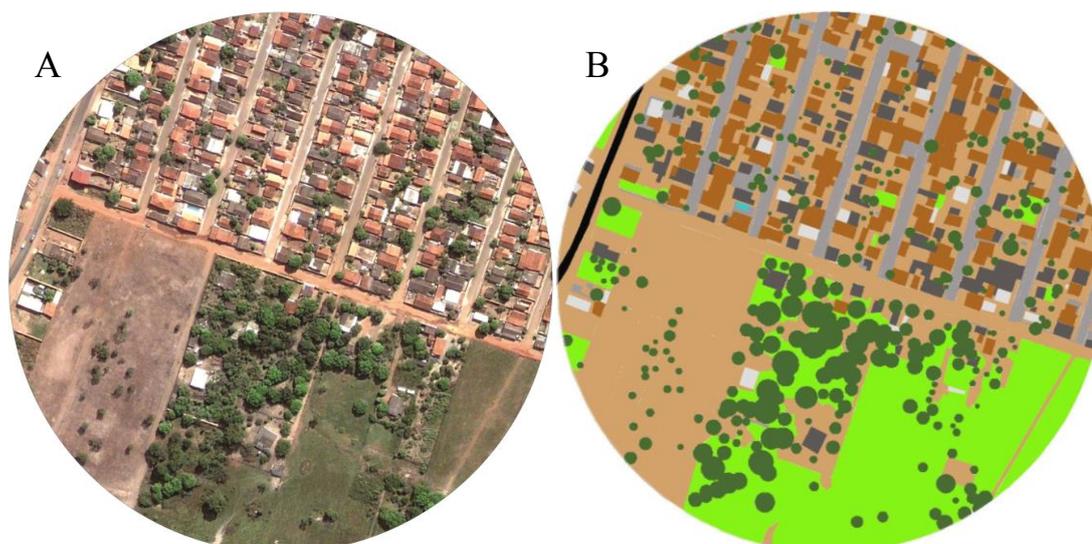


Figura 13: Imagens da Região 02: Pedra 90: Satélite GeoEye – Google Earth de 01/06/2010 (A) e Mapa temático (B)

Na Região 01, as categorias de cobertura do solo que apresentaram maior área de abrangência foram vegetação arbórea (24,58%), solo descoberto (17,65%) e vegetação rasteira (16,72%). Enquanto na Região 02, as categorias que apresentaram maior área de abrangência corresponderam ao solo descoberto (37,04%), vegetação rasteira (20,54%) e vegetação arbórea (14,54%). Importante notar que a categoria asfalto teve uma diferença significativa entre as regiões, sendo na Região 01 ocupou 14,77% de sua área, enquanto que na Região 02, a mesma categoria representou 0,68%.

Tabela 3: Quantificação das áreas de cobertura do solo Região 01 e Região 02

| Categorias | Região 01 (%) | Região 02 (%) |
|--------------------|---------------|---------------|
| asfalto | 14,77 | 0,68 |
| telhado escuro | 8,86 | 5,73 |
| concreto | 7,75 | 8,68 |
| telhado brilhante | 4,24 | 1,52 |
| cobertura cerâmica | 2,84 | 11,23 |
| solo descoberto | 17,65 | 37,04 |
| vegetação arbórea | 24,58 | 14,54 |
| vegetação rasteira | 16,72 | 20,54 |
| superfície aquosa | 2,60 | 0,03 |

É importante apontar que as ruas pavimentadas no bairro Pedra 90 foram consideradas como concreto na segmentação das categorias de cobertura do solo, e não como asfalto, pois as ruas estavam bastante desgastadas, apresentando assim a

mesma tonalidade do concreto. Dessa forma a abrangência dessa categoria apresentou valores semelhantes nas duas regiões estudadas.

Na Região 01, a categoria asfalto abrange 14,77% da área total estudada, esse fato deve-se a que o asfalto, além de ser material de revestimento das vias de tráfego, é aplicado também nas áreas de estacionamento. Enquanto que na Região 02 – Pedra 90 tem-se apenas a via principal asfaltada.

Para compor a descrição das áreas estudadas para a realização de uma análise quantitativa do espaço, foram elaborados quatro mapas das áreas de estudo para cada um dos seguintes atributos: área edificada, uso do solo, altura das edificações e áreas verdes.

4.1.3 Área edificada

O mapa de área edificada foi elaborado para demonstrar as áreas edificadas, áreas não edificadas e as vias existentes. A Figura 14 corresponde ao mapa do atributo “áreas edificadas”.

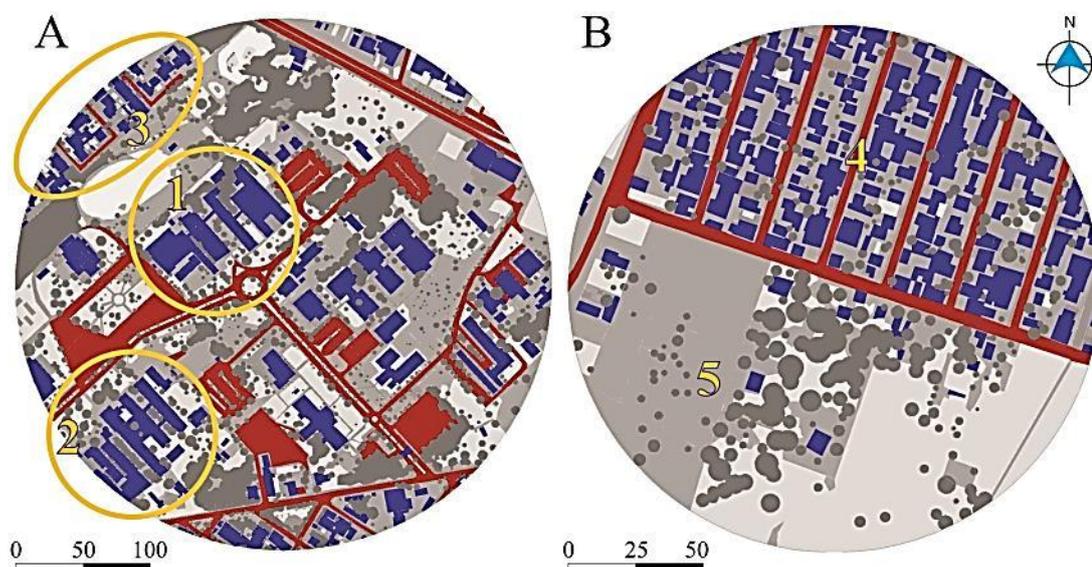


Figura 14: Mapa do atributo área edificada - Região 01 (A) e Região 02 (B).

Tabela 4: Quantificação das categorias do atributo áreas edificadas

| Categorias | Região 01 | Região 02 |
|--------------------|-----------|-----------|
| Área edificada | 15,94% | 18,48% |
| Vias existentes | 14,77% | 8,68% |
| Área não edificada | 69,29% | 72,84% |

O campus da UFMT – Cuiabá possui uma área de grande extensão. As edificações que o compõem possuem extensas projeções horizontais, no entanto há várias regiões não edificadas. Os conjuntos de edificações denominados “1” e “2” na Figura 14 são os que ocupam maior projeção horizontal. O conjunto “1” pertence à FAET – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia e o conjunto “2” à FAMEV/FENF – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Faculdade de Engenharia Florestal. As outras edificações estão implantadas de maneira distribuída pelo campus.

A área denominada como “3” pertence ao bairro Jardim das Américas. Trata-se de uma região já consolidada com poucos vazios urbanos.

A Região 02 – Pedra 90 (Figura 14-B) é predominantemente residencial. Nota-se que a área denominada “4” estava totalmente ocupada enquanto a área “5” apresentou-se com baixa densidade habitacional, com característica de zona rural.

4.1.4 Uso do solo

O mapa do atributo uso do solo classifica o uso das edificações das áreas de estudo como residencial, comercial e institucional tendo como base de quantificação o atributo as áreas edificadas.

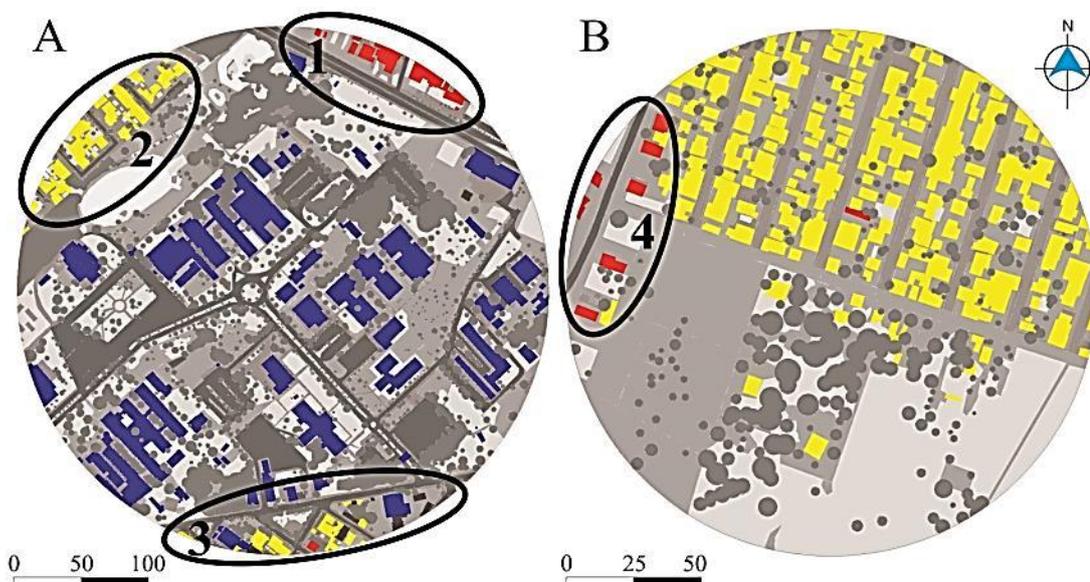


Figura 15: Mapa do atributo uso do solo - Região 01 (A) e Região 02 (B).

A maioria das edificações da Região 01 – UFMT é classificada como institucionais, pois correspondem a edificações pertencentes à universidade, portanto,

referem-se a instituições de ensino. O campus possui pouca densidade demográfica, pois a população é flutuante (não residem no local) e há muitas áreas pavimentadas destinadas a estacionamento.

Tabela 5: Quantificação das categorias do atributo uso do solo

| Categorias | Região 01 | Região 02 |
|---|-----------|-----------|
|  Institucional | 82,32% | 0,00% |
|  Residencial | 13,16% | 96,25% |
|  Comercial | 4,51% | 3,75% |

As edificações marcadas em vermelho identificadas por “1” são comerciais e estão localizadas na Av. Jornalista Arquimedes Pereira Lima (Estrada do Moinho), via de grande fluxo de veículos e de grande concentração de edificações comerciais.

As edificações identificadas por “2” pertencem ao bairro Jardim das Américas e são predominantemente residenciais.

As edificações identificadas por “3” (Figura 15-A) identifica área pertencente ao Bairro Boa Esperança. As edificações nessa região são predominantemente residenciais, com algumas instituições como escolas e igrejas. O comércio, marcado em vermelho, é de porte local⁸.

Na Região 02: Pedra 90, a predominância da região é de edificações residenciais, no entanto, há várias edificações comerciais (número “4”, Figura 15-B), localizadas ao longo da via principal de cesso, denominada Av. dos Arias. O comércio no interior da região é de porte local. Não foram identificadas edificações institucionais nessa área.

4.1.5 Altura das edificações

O mapa do atributo altura das edificações categoriza as edificações de acordo com seu gabarito. Foram consideradas como categorias edificações térreas e edificações com dois ou mais pavimentos. Não foram identificadas nas áreas estudadas edificações com mais de quatro pavimentos.

Na Região 01 (Figura 16-A) há várias edificações térreas, no entanto, a maioria das edificações possui 02 ou mais pavimentos, não ultrapassando o número de quatro pavimentos. No bairro Jardim das Américas, a edificação residencial com

⁸ Entende-se por comércio de porte local aquele que não acarreta grande movimentação de pessoas de outras regiões da cidade, atendendo normalmente moradores da vizinhança.

dois pavimentos é do tipo sobrado, característica de zona residencial. As edificações com mais de dois pavimentos no bairro Boa Esperança são comerciais assim como as edificações adjacentes a Estrada do Moinho.

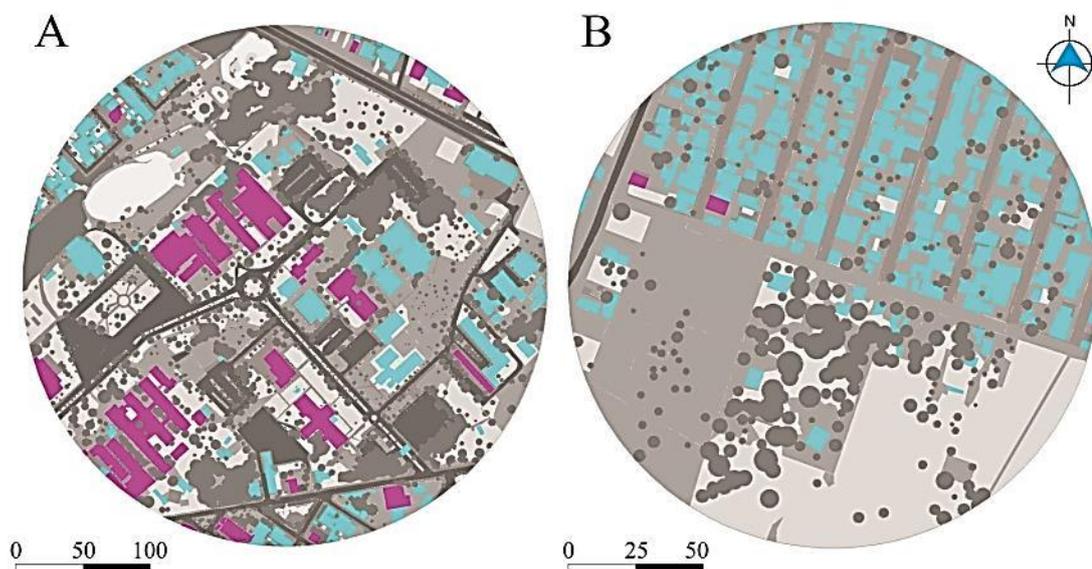


Figura 16: Mapa do atributo altura das edificações - Região 01 (A) e Região 02 (B).

Tabela 6: Quantificação das categorias do atributo altura das edificações

| Categorias | Região 01 | Região 02 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| 02 ou mais pavimentos | 47,95% | 1,23% |
| Edificação térrea | 52,05% | 98,77% |

Na Região 02 – Pedra 90 (Figura 16-B) as edificações com dois pavimentos eram do tipo sobrado, característica correspondente à zona residencial. As outras edificações eram predominantemente térreas. Não havia edificações com mais de dois pavimentos.

4.1.6 Áreas verdes

O último atributo diz respeito às áreas verdes que inclui área de vegetação arbórea e rasteira como forrações e gramados. Foram identificadas ainda as áreas de superfície aquosa.

Na Região 01 (Figura 17-A) a grande quantidade de árvores é um dos motivos pelo qual as vias da UFMT são muito utilizadas para prática de esportes como caminhada e corrida, servindo ainda como proteção solar aos passantes. A região abriga a maior porção de área vegetada em relação a sua vizinhança,

principalmente devido às áreas de preservação próximas ao córrego do Barbado.

A superfície aquosa presente nessa região refere-se ao lago situado no interior do zoológico da UFMT e em menor área referente às piscinas das edificações residenciais do Bairro Jardim das Américas.

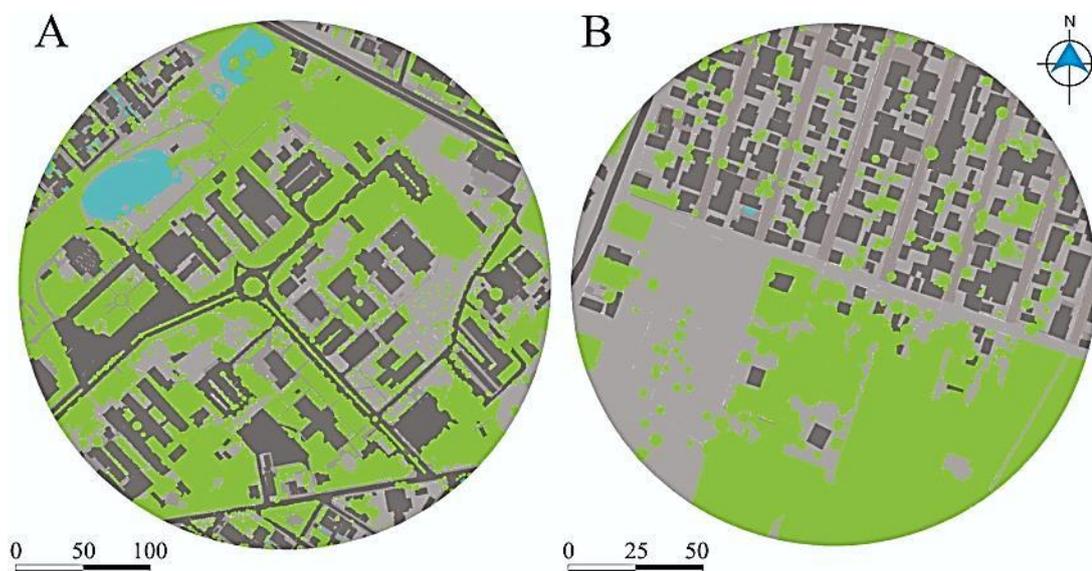


Figura 17: Mapa do atributo áreas verdes - Região 01 (A) e Região 02 (B).

Tabela 7: Quantificação das categorias do atributo áreas verdes

| Categorias | Região 01 | Região 02 |
|--------------------|-----------|-----------|
| Área vegetada | 41,30% | 35,08% |
| Superfície aquosa | 2,60% | 0,03% |
| Área não edificada | 56,10% | 64,89% |

A maior parte da área vegetada na Região 02 – Pedra 90 (Figura 17-B) pertence a uma grande área não loteada. Há em boa parte das edificações a presença de alguma espécie arbórea. A superfície aquosa identificada trata-se de uma piscina em uma das residências.

4.2 MICROCLIMA LOCAL

Entre os dias 01/08/2011 a 31/10/2011 e 01/03/2012 a 28/05/2012 foram coletados dados de radiação solar, temperatura e umidade do ar. Os meses de agosto, setembro e outubro caracterizam a estação seca, enquanto os meses de março, abril e maio representam a estação úmida.

4.2.1 Radiação Solar

Em relação aos dados de radiação solar coletados, levando em consideração as médias mensais (Figura 18), referentes ao período com incidência solar, ou seja, das 06 às 17 horas, as regiões receberam valores semelhantes de radiação solar, apresentando o mesmo comportamento ao longo dos meses nos dois períodos estudados.

A Região 01 apresentou valores maiores de radiação solar no período quente-seco. No período quente-úmido os valores mostraram-se semelhantes.

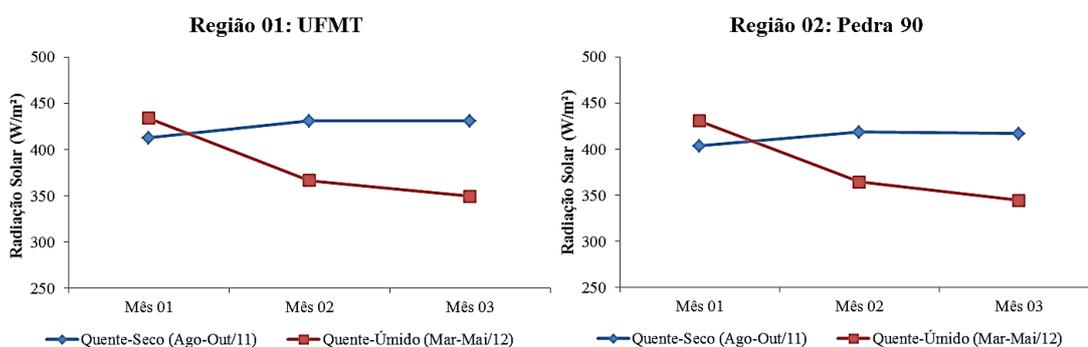


Figura 18: Médias mensais de radiação solar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

Observou-se que no **período quente-seco** que os valores máximos atingidos foram, em média, de 550 a 770W/m² na Região 01 e 570 a 730W/m² na Região 02. Esses valores foram coletados entre 09 e 13 horas.

O mês que apresentou os maiores valores de incidência solar nesse período foi o mês de setembro. Na Região 01: UFMT, a incidência máxima ocorreu, em média, às 11horas, com valores de 723W/m² em agosto, 766W/m² em setembro e 737W/m² em outubro.

Na Região 02: Pedra 90 a incidência máxima ocorreu, em média, às 11horas em agosto com valor de 730W/m² e às 12 horas em setembro e outubro, com valores de 730W/m² e 704W/m², respectivamente.

No **período quente-úmido**, os valores máximos atingidos de radiação solar, em média, na Região 01 encontraram-se entre 490 e 790W/m² e na Região 02 entre e 470 a 790W/m² coletados entre 09 e 13 horas.

O mês que apresentou os maiores valores de radiação solar nesse período foi o mês de março. Na Região 01: UFMT a incidência máxima de radiação solar ocorreu às 12 horas em março, com valor de 782W/m², enquanto que em abril o

maior valor registrado foi de 666W/m^2 às 11 horas e em maio, 610W/m^2 às 12 horas. Na Região 02 a incidência máxima de radiação solar ocorreu às 11 horas, com valor de 790W/m^2 em março, 704W/m^2 em abril e 603W/m^2 em maio.

Notou-se através das médias horárias que a Região 01 recebeu maiores taxas de radiação solar ao longo do dia do que a Região 02, no entanto, essas diferenças são pouco significativas (Figura 19).

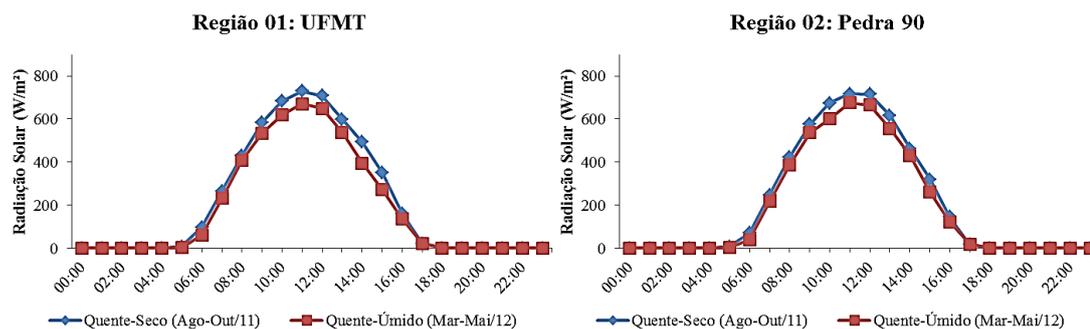


Figura 19: Médias diárias de radiação solar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

A radiação solar apresentou comportamento semelhante nas duas regiões e nos períodos estudados, pois as regiões encontram-se na mesma latitude. Os valores menores de radiação solar no período quente-úmido podem ser relacionados, principalmente, pela presença maior de nuvens, causando a dissipando a radiação direta. No entanto, não houve diferenças significativas.

Para visualizar o comportamento da radiação ao longo dos dias dos períodos estudados, foi realizado um gradiente (Figura 20) com os dados coletados utilizando o recurso “Formatação condicional” do software Excel, pacote Microsoft Office 2010. Através dessa caracterização dos dados foi possível verificar as faixas horárias e os dias dos períodos analisados que apresentaram maiores valores de radiação solar.

Observou-se uma faixa uniforme de radiação solar no período quente-seco, com alguns dias com valores menores de radiação solar. Tem-se nesse período a presença de fumaça devido aos inúmeros focos de queimadas, fato que aumenta a radiação refletida; pois quanto mais dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa ficarem presentes no ar, mais radiação será emitida de volta para a superfície. No período quente-úmido, os maiores valores estavam concentrados nos meses de março e abril. Percebe-se nos dias em que o sol está encoberto que há uma redução na intensidade da radiação, pois as nuvens a absorvem e/ou a espalham em várias

direções.

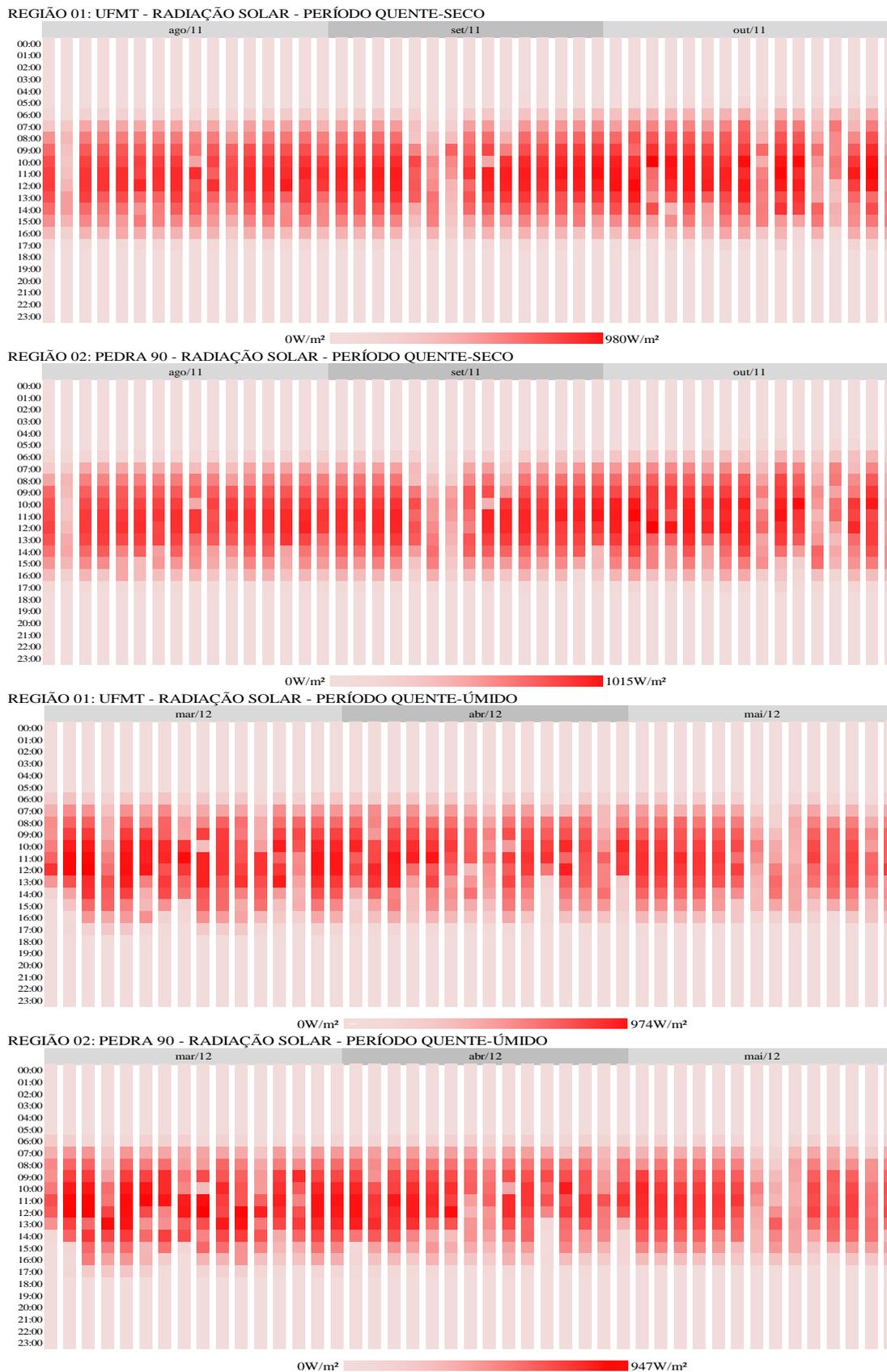


Figura 20: Gradiente de radiação solar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT

4.2.2 Temperatura do Ar

No **período quente-seco**, os valores máximos atingidos de temperatura do ar foram, em média, de 33 a 37°C na Região 01 e Região 02 coletados entre 12 e 14 horas. Setembro mostrou-se o mês com temperaturas mais elevadas no período, tanto na Região 01 quanto na Região 02. No entanto, o mês de agosto apresentou uma grande amplitude térmica, com dias apresentando temperaturas abaixo da média (11°C) no início do dia e em outros dias registrando altas temperaturas (39°C).

Na Região 01: UFMT os maiores valores registrados de temperatura foram de 34°C às 14 e 15 horas de agosto, 36,5°C às 14 horas de setembro e 33,8°C às 13 horas de outubro. Na Região 02: Pedra 90 os maiores valores de temperatura foram de 34°C às 14 horas em agosto, 36,6°C às 14 horas em setembro e 33°C às 13 horas em outubro.

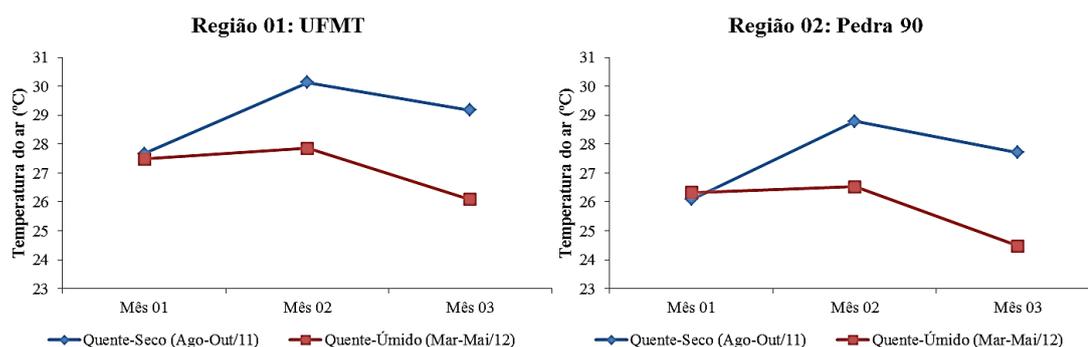


Figura 21: Médias mensais de temperatura do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

Os valores máximos atingidos no **período quente-úmido** foram, em média, de 31°C a 33°C na Região 01 e Região 02 coletados entre 11 e 14 horas. Abril mostrou-se o mês com temperaturas mais elevadas no período estudado em ambas as regiões.

Na Região 01: UFMT os maiores valores registrados de temperatura foram de 32,9°C às 13 horas de março, 32,3°C às 11 horas de abril e 31,6°C às 14 horas de maio. Na Região 02: Pedra 90, os maiores valores de temperatura foram de 32,3°C às 13 horas em março, 32,2°C às 12 horas em abril e 31,1°C às 14 horas em maio.

Observou-se que a Região 01: UFMT apresentou valores maiores de temperatura no início do dia e a partir do fim da tarde. Durante o período de maior incidência solar, a Região 02 possui as maiores temperaturas, no entanto, as diferenças de valores são pouco significativas.

A maior diferença foi de 3,1°C às 18 horas e a menor diferença foi de 0,1°C às 14 horas no período quente-seco. No período quente-úmido a maior diferença foi de 2,3°C às 18 horas, às 12 horas as regiões estudadas apresentam, em média, os mesmos valores de temperatura.

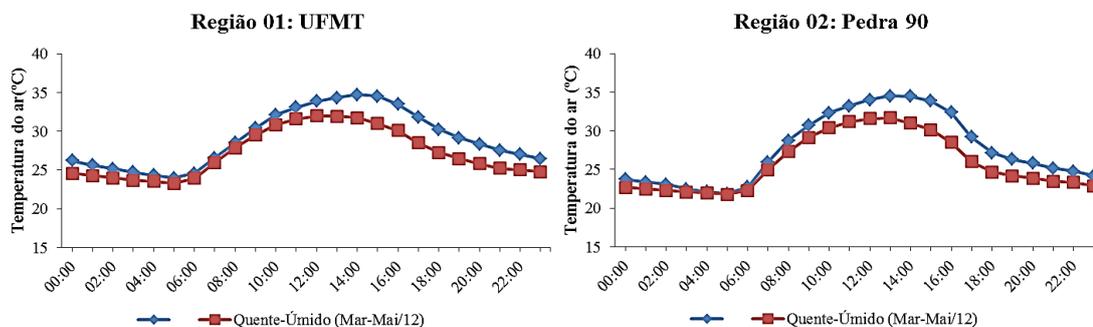


Figura 22: Médias diárias de temperatura do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

Notou-se que a Região 02: Pedra 90 reagiu rapidamente à radiação solar, aquecendo rapidamente durante o dia e arrefecendo rapidamente durante a noite enquanto a Região 01 apresentou maior inércia térmica⁹.

Tem-se que o aumento dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera pode aumentar a taxa de refletividade de radiação solar acarretando o aumento da temperatura do ar, como pôde ser visto no período quente-seco.

Por outro lado, a radiação que incide sobre os materiais que compõem a cobertura do solo são absorvidas e refletidas pelos mesmos. O quanto de radiação é refletido é referente ao albedo do material. Superfícies escuras e rugosas tem um albedo menor, o que se traduz em baixa refletividade de radiação e em alta absorção da radiação nelas incidentes ocasionando aumento de temperatura. O aumento da temperatura da superfície aumenta a temperatura do ar imediatamente próximo a ela e por convecção aumenta a temperatura do ar nas camadas mais altas.

No período quente-úmido a taxa de radiação refletida é menor, pois a maior parte da radiação solar incidente é absorvida pelas nuvens.

Através do gradiente (Figura 23) foi possível visualizar o comportamento da temperatura ao longo dos períodos estudados.

⁹ Entende-se por inércia térmica a capacidade que um corpo possui de manter sua temperatura. Se a temperatura muda rapidamente, diz-se que o corpo possui baixa inércia térmica, caso contrário, se a temperatura muda lentamente, diz que o corpo possui alta inércia térmica.

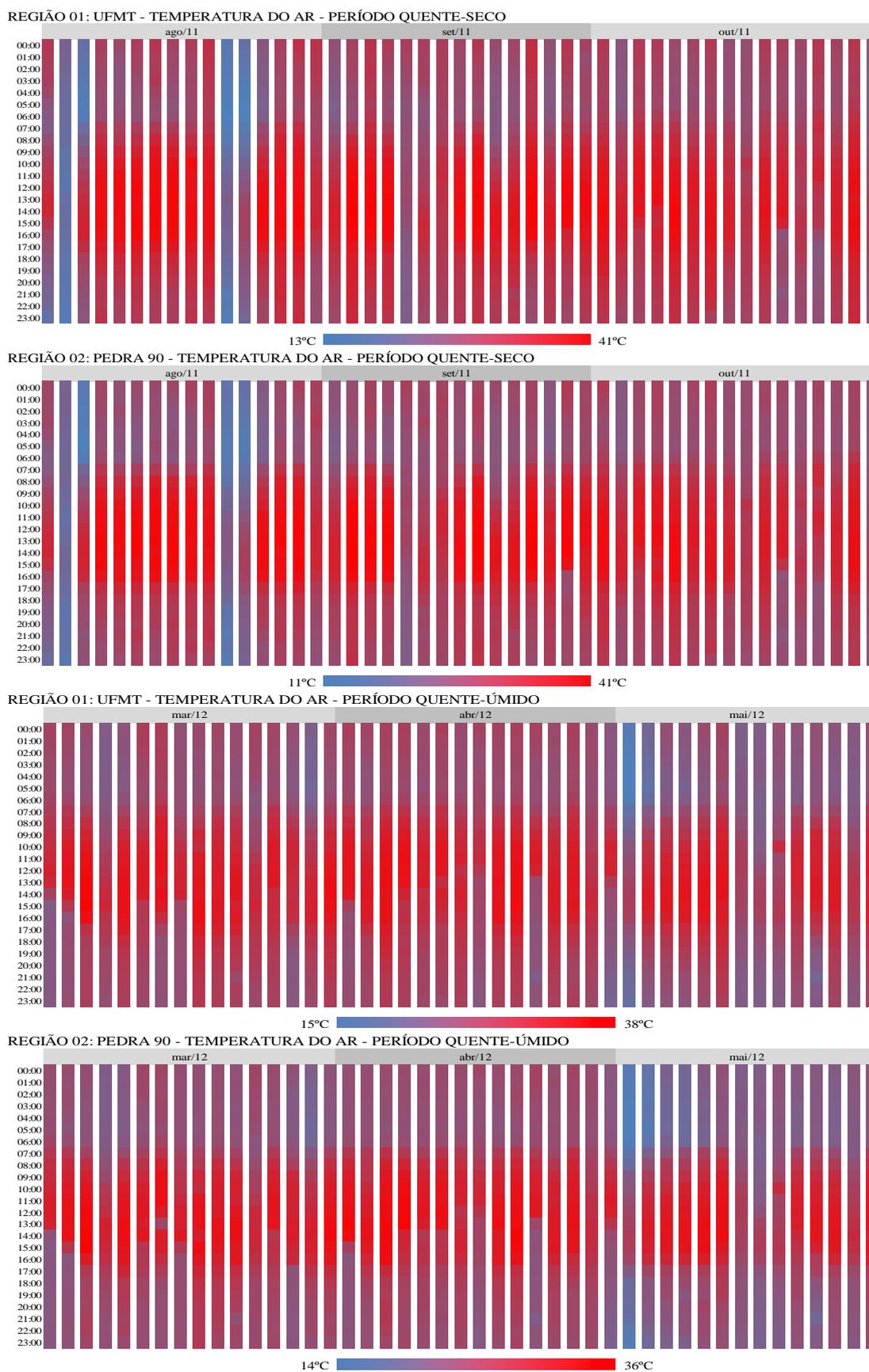


Figura 23: Gradiente de temperatura do ar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT

Verificou-se no período quente-úmido que as manhãs e noites mostraram-se com temperaturas mais amenas. Nos horários com incidência solar, as temperaturas no período quente-seco foram mais elevadas. Nota-se ainda que o período quente-seco apresenta os dias mais frios dos períodos analisados.

4.2.3 Umidade do ar

No **período quente-seco**, os meses de agosto e setembro mantiveram as taxas de umidade do ar equivalentes, enquanto o mês de outubro apresentou taxas maiores. Comparando os meses de agosto e setembro, tem-se que agosto foi o mais “seco” na maior parte do dia, enquanto o mês de setembro apresentou as menores taxas de umidade a partir do período vespertino a partir das 13 e 14 horas.

Apesar de agosto apresentar as menores taxas de umidade em relação aos outros meses analisados na maior parte do dia, o mês de setembro apresentou as taxas mais extremas. O menor valor coletado correspondente a 30,5%, em média, ocorreu no mês de setembro, às 15 horas. O valor mais alto coletado no mês de setembro não ultrapassou 65%, em média. A taxa mais alta, do período quente-seco analisado foi registrada no mês de outubro às 05 horas, correspondendo a 76,7%.

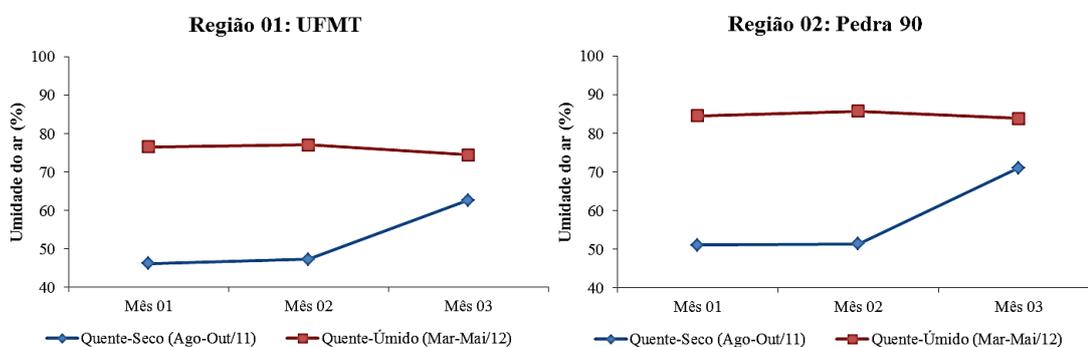


Figura 24: Médias mensais de umidade do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

Na Região 02: Pedra 90, o menor valor coletado correspondente a 30,4%, em média, ocorreu no mês de setembro, às 14 horas enquanto que o valor mais alto coletado foi de 71,7%, em média, às 05 horas. A taxa mais alta foi registrada no mês de outubro às 05 horas, correspondendo a 88,6%.

No **período quente-úmido**, o mês de abril foi o que apresentou as maiores taxas de umidade do ar. O comportamento da umidade manteve-se semelhante até às 12 horas. O mês de maio manteve-se como o mês mais “seco”, seguido pelo mês de

março. Os valores mais baixos ocorreram às 13 horas em março, correspondente a 56%, às 13 horas com 59% em abril e, às 14 horas com 53% em maio. Os valores mais altos ocorreram na madrugada, entre 02 e 05 horas correspondendo, em média, a 90%.

Na Região 02: Pedra 90, os valores mais baixos ocorreram às 13 horas em março e abril, correspondendo a 62,2%, e 64%, respectivamente e, às 14 horas em maio com 58,8%. Os valores mais altos ocorreram no início do dia, entre meia-noite e 06 horas correspondendo, em média, a 98%.

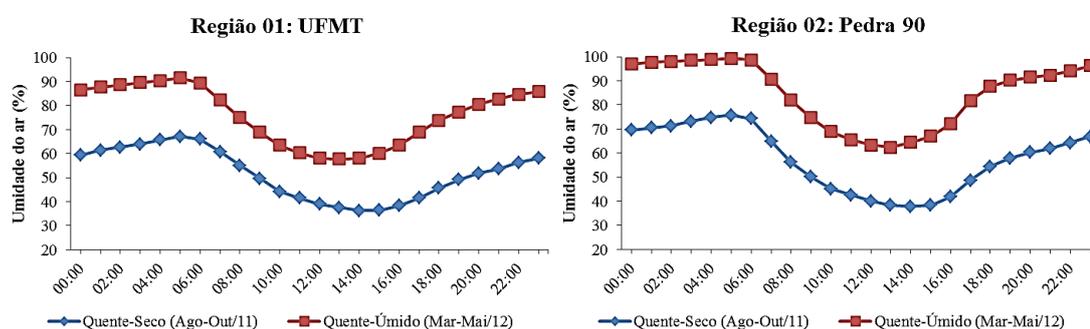


Figura 25: Médias diárias de umidade do ar na Região 01: UFMT e Região 02: Pedra 90 em Cuiabá/MT

Observou-se que a Região 01: UFMT apresentou valores menores de umidade relativa do ar, as diferenças de valores entre as duas regiões foi marcante durante o período quente-úmido, no entanto, foi mantido o mesmo comportamento. A Região 02: Pedra 90 manteve-se com os valores mais altos, principalmente no início e final do dia. A maior diferença apresentada foi de 12,9% às 18 horas e a menor diferença corresponde a 4,1% às 12 horas.

Através do gradiente (Figura 26) foi possível visualizar o comportamento da umidade ao longo dos períodos estudados. Foi possível verificar no período quente-seco os dias em que as taxas de umidade foram maiores e os horários em que os valores apresentaram mais baixos. O mês de outubro apresentou valores mais altos de umidade, inclusive durante o período diurno. Percebeu-se que no período quente-úmido que as taxas de umidade do ar foram mais distribuídas ao longo do dia na Região 01, enquanto na Região 02 o período da manhã e noite estavam mais concentradas.

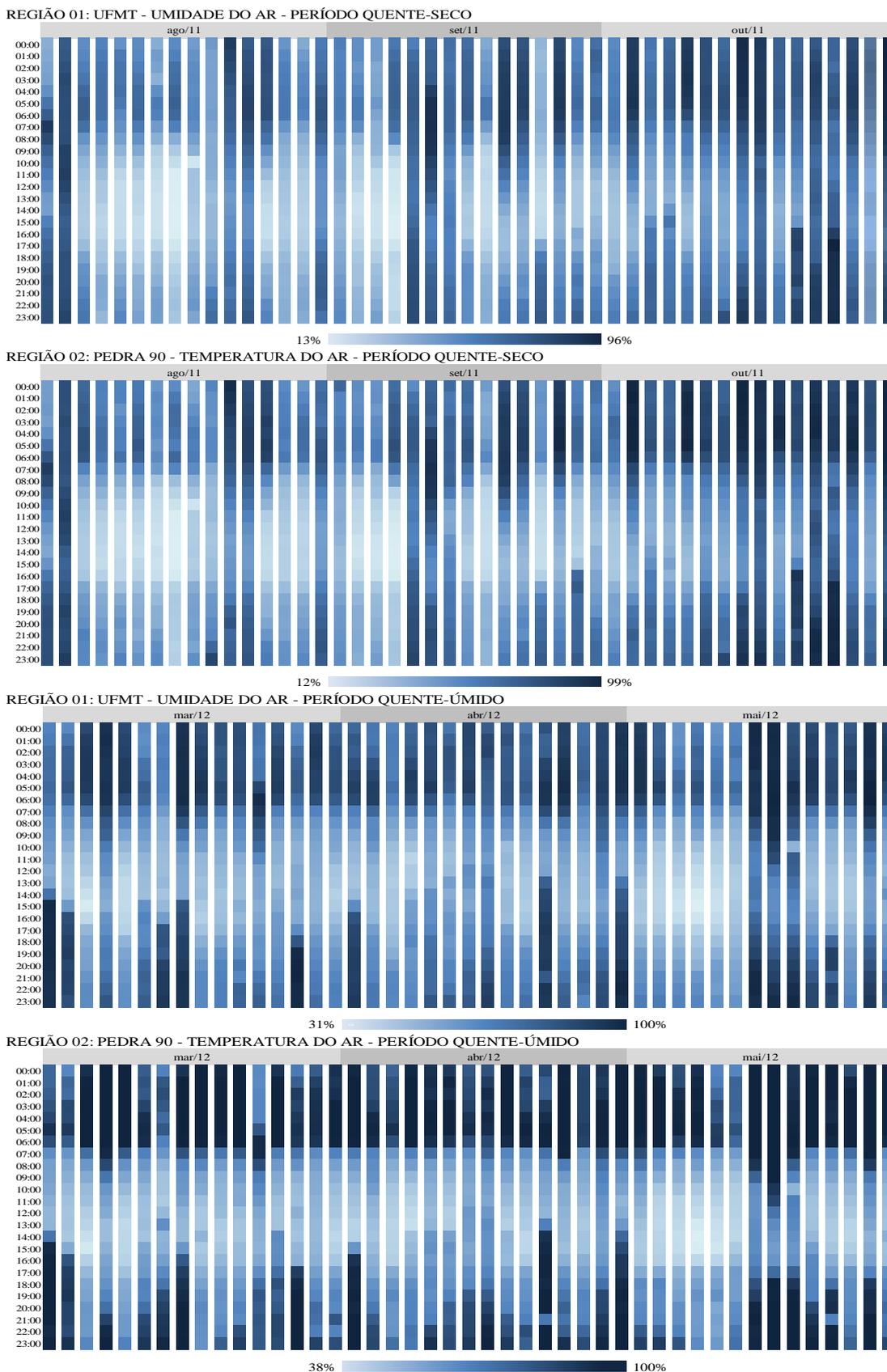


Figura 26: Gradiente de umidade do ar dos dados coletados em regiões de Cuiabá/MT

O fato da Região 02 apresentar maiores valores de umidade pode ser explicado pelo entorno pouco urbanizado, com características rurais enquanto a Região 01, apesar de maior quantidade de vegetação arbórea e superfície aquosa, está localizada em meio a uma localidade altamente urbanizada e com maior área asfaltada.

4.3 RELAÇÕES ESPACIAIS E SAZONAAIS ENTRE A COBERTURA DO SOLO E O MICROCLIMA

Comparando as Regiões 01 e 02 com o teste T relacionando-as com as variáveis microclimáticas: temperatura do ar e umidade do ar, obteve-se que a temperatura do ar na Região 01 foi 7,14% maior do que a temperatura do ar na Região 02. Na Região 02 a umidade do ar foi 10,17% maior do que na Região 01.

Tabela 8: Resultado das análises realizadas no Programa R

| Variáveis | Valor t | P-valor |
|-----------------------------|---------|-----------|
| Temperatura do ar x Período | 2.3923 | 0.03781 |
| Umidade do ar x Período | -5.6691 | 0.0002069 |
| Temperatura do ar x Região | 1.6986 | 0.1202 |
| Umidade do ar x Região | -0.814 | 0.4346 |

Percebeu-se que diferentes combinações podem gerar resultados que não evidenciam estatisticamente as diferenças espaciais quanto aos dados microclimáticos.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Valores semelhantes de radiação solar colaboraram para analisar sua interação com os diversos materiais que compõem a cobertura do solo urbano e analisar a influência das propriedades físicas desses materiais nas variáveis de temperatura e umidade do ar.

A Região 01: UFMT possui várias massas de vegetação e possui muitos espaços entre as edificações, no entanto, apresenta extensas áreas pavimentadas para tráfego e estacionamento de veículos causando a impermeabilização da superfície e aumentando os valores de temperatura.

A baixa densidade demográfica e o posicionamento distante do meio urbano favorece a Região 02: Pedra 90. A região apresenta concentração de edificações, mesmo térreas, pouca vegetação e solo impermeabilizado, mas apesar dessas características, a temperatura do ar manteve-se mais baixa e a umidade do ar mais alta comparando-se com a Região 01. Faz-se notar que parte da área verde e de solo descoberto da Região 02 estava em área minimamente habitada, assim como o entorno dessa região.

A Região 02 apresentou baixa inércia térmica, característica comum no meio rural e em regiões limítrofes ao perímetro urbano. Nos horários em que havia incidência solar as temperaturas ficaram próximas da Região 01, localizada próxima ao centro urbano.

Diferentes composições de materiais que compõem a cobertura do solo podem gerar resultados que não evidenciam sua influência quando comparadas aos dados microclimáticos, não sendo possível determinar, estatisticamente, qual elemento foi responsável pelo aumento ou diminuição de temperatura.

Sabe-se que áreas cobertas por asfalto tendem a um valor maior de temperatura quando comparadas a áreas com cobertura arbórea apenas. Ambas as

regiões analisadas possuem características que contribuem com o aumento da temperatura (asfalto, concreto e solo descoberto) e características que contribuem para o aumento da umidade do ar (vegetação) em maior ou menor proporção.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros aprofundar nos estudos estatísticos dessas regiões diminuindo a altura da estação. Para dessa forma, poder analisar a influência da cobertura do solo no conforto urbano dos indivíduos, o que é o fator mais importante nas cidades.

Tem-se ainda a necessidade de analisar separadamente a influência dos materiais que compõem a pavimentação do meio urbano como auxílio aos projetistas quanto à escolha desses materiais para a pavimentação de ruas, calçadas e praças.

Os mapas foram elaborados manualmente, no entanto, seria viável o desenvolvimento de ferramentas computacionais intuitivas de segmentação das imagens por cores; pois diminuiria o tempo gasto com a elaboração dos mapas temáticos independente da dimensão da área de estudo.

Espera-se que esse estudo contribua com as pesquisas realizadas no estado de Mato Grosso e região para que as cidades sejam planejadas visando o conforto urbano de seus usuários, tanto no macro quanto no microclima, oferecendo condições, principalmente se tratando da preservação e plantio de vegetação arbórea, para amenizar o rigor climático dessas regiões.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 REFERÊNCIAS CITADAS

ALCOFORADO, M. J. *Aplicação da climatologia ao planejamento urbano*. Alguns apontamentos. In: Finesterra, XXXIV, 67-68, 1999. pp. 83-94.

ASAEDA, T.; CA, V. T. *Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere*. Atmospheric Environment. v. 30, p. 413-427, 1996.

BARBOSA, V. L. e JUNIOR, A. F. N. – Patrimônio cultural, turismo e ambiente. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v.6, nº1, pag. 67-74, 2004.

BUSTOS ROMERO, M. A. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.

_____. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. 2000.

CORBELLA, O. YANNAS, S. *Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos – Conforto Ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288p.

CUIABÁ, Prefeitura Municipal de. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – IPDU. Diretoria de Pesquisa e Informação – DPI. *Perfil Socioeconômico de Cuiabá – Volume V – Cuiabá, MT: Central de Texto, 2011.*

FRANCO, F. M. *Configuração urbana e sua interferência no microclima local: estudo de caso no bairro do Porto em Cuiabá-MT*. 137f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

FROTA, A. N. SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico*. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GARTLAND, L. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. Tradução Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina dos Textos, 2010.

GORE, A. *Urbanism and Ecology*. Academic Press. 3rd. Ed. Baltimore, 1992.

KATZSCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1997, Salvador. Anais. Salvador: FAUUFBA/LACAM-ANTAC, 1997, p.49-58.

KOTKIN, J. *A cidade: uma história global*. Tradução Rafael Mantovani. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 255p.

LAMBERTS, R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores. 1997. 192p.

LAMBERTS, R. MARINOSKI, D. L. *Desempenho Térmico em Edificações*. 5ª Edição. Santa Catarina: Departamento de Engenharia Civil/UFSC. 2007

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

MACIEL, C. R. *Análise da relação entre características do ambiente urbano e o comportamento de variáveis microclimáticas: estudo de caso em Cuiabá-MT*. 141f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MALHEIROS, D. G. L. *Entre o Plano e a Paisagem: uma abordagem ambiental para o espaço urbano no exemplo das cidades de Londrina e São Paulo*. 240f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Campinas: PUC-Campinas, 2006. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.puccampinas.edu.br/>, acesso em 15/09/2012.

MASCARÓ, J. L. *Desenho urbano e custos de urbanização*. Brasília, MHU/SAM, 1987.

MASCARÓ, L. R. *Ambiência Urbana – Urban Environmet*. Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto Editores, 1996.

MORA, N. D. (org.) *Apostila de Materiais Elétricos*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Laboratório de Materiais: Foz do Iguaçu: 2010. Disponível em: <http://www.foz.unioeste.br/lamat/>, acesso em 01/10/2012

MOREIRA, J. C.; SENE, E. de. *Geografia Geral e do Brasil – espaço geográfico e globalização*, Ensino Médio. 2ª Edição. São Paulo: Scipione. 2005.

OKE, T. R. *Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites*. In: Air Pollution Modeling and its Application XVII, Borrego, C. and A.-L. Norman, (eds.), Springer, 2004.

R Core Team. 2012. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, Luiz César Queiroz (org.). *Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo; Rio de Janeiro: FASE – Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, 2004.

SCALISE, B. - *Complexo Híbrido: Reintegração da “Cidade Partida”*. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v.6, nº1, pag. 11-24, 2004-a.

SCALISE, W. – O Ecourbanismo e a busca do (re) equilíbrio entre Natureza e Cidade. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v.6, nº1, pag. 25-34, 2004-b.

SABOYA, R. *Ebenezer Howard e a Cidade-Jardim*. In: Urbanidades - Urbanismo, Planejamento Urbano e Planos Diretores. Disponível em: <http://urbanidades.arq.br/2008/10/ebenezer-howard-e-a-cidade-jardim/> acesso: 30/09/12.

SANTOS, F. M. M. *Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT*. 2012.87f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2012.

SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado*, fundamentos teórico e metodológico da geografia. Hucitec. São Paulo: 1988.

SIMON, S. S. P. *Berlim, a construção da paisagem urbana contemporânea*. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura) – PROPARG/UFRGS. Porto Alegre: 2006.

UNFPA - Fundo de População das Nações Unidas. *Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011*. Disponível em: <<http://www.unfpa.org.br/Arquivos/swop2011.pdf>>. Acesso em: 20/10/2012.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia* – Versão digital 2. Recife: 2006.

ZMITROWICZ, W. ANGELIS NETO, G. de. *Infra-estrutura urbana*. São Paulo: EPUSP, 1997.36p. – (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/17).

6.2 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

COX, E. P. *Interação entre clima e superfície Urbanizada: O caso da cidade de Várzea Grande/MT*. 2008 Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente)- Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

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

INMET no Distrito Federal. In: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Climatologia*. 2003. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/climatologia>.

LE CORBUSIER. *Planejamento Urbano*. Coleção Debates, 3ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A. 2000.

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

Grosso, Cuiabá, 2007.

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

MASCARÓ, L. R. de. *Ambiência Urbana*. 1. ed. Porto Alegre: Sagra – D.C. Luzzatto, 1996.

ROLNIK, R. *O que é cidade*. Coleção Primeiros Passos, 3ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.

7.0 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE A: UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE AUTOCAD® PARA DESENVOLVIMENTO DOS MAPAS TEMÁTICOS

O mapeamento das categorias de cobertura do solo foi realizado manualmente com auxílio do AutoCad®, software do tipo CAD (*computer aided design* – desenho auxiliado por computador).

Através do recurso escala do programa Google Earth foi possível determinar as dimensões das imagens das regiões com o auxílio da ferramenta *Align* do AutoCad®. Para tanto é necessário ter uma medida conhecida, no caso, usou-se a escala gráfica das imagens do satélite.

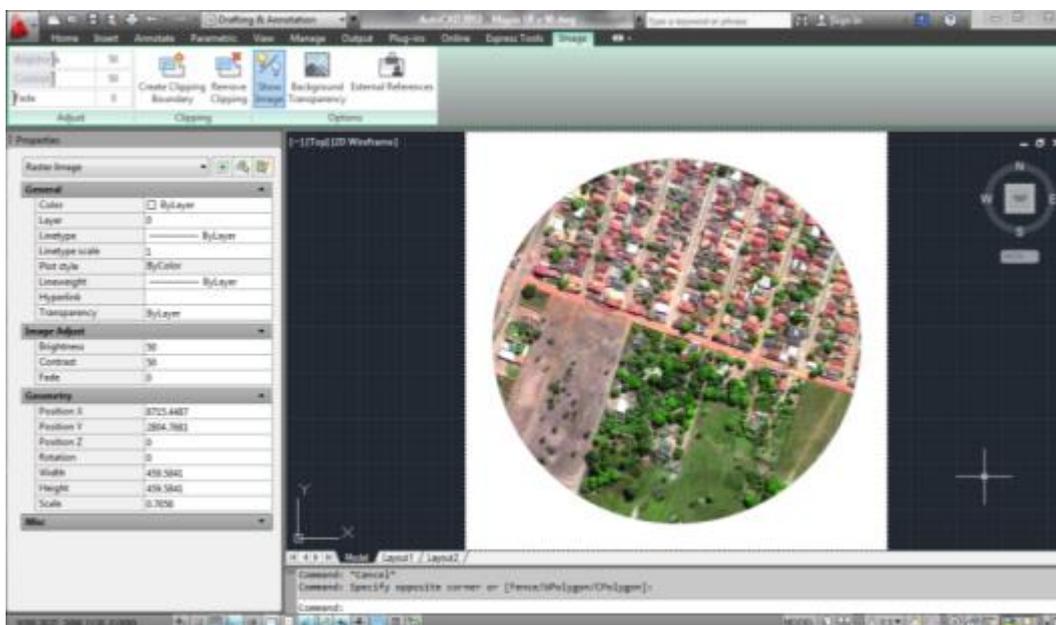


Figura 27: Inserção da imagem no software AutoCad®

O contorno das categorias foi realizado através da ferramenta *Polyline*, formando um polígono fechado, com o qual foi possível identificar a área do objeto criado.

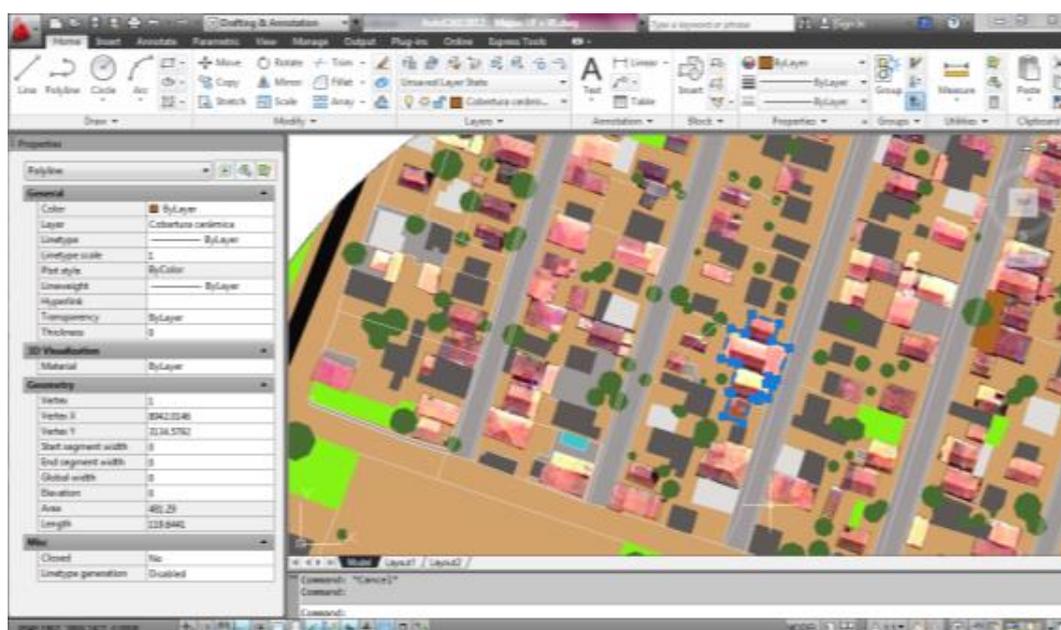


Figura 28: Contorno do objeto

| | |
|--------------------|----------|
| Line segment width | 0 |
| Global width | 0 |
| Elevation | 0 |
| Area | 481.29 |
| Length | 119.6441 |
| Misc | |
| Closed | No |

Figura 29: Ampliação da janela com a área do objeto

Após o delineamento das categorias, os objetos foram preenchidos com hachura sólida, através da ferramenta *Hatch* para caracterizar a categoria mapeada.

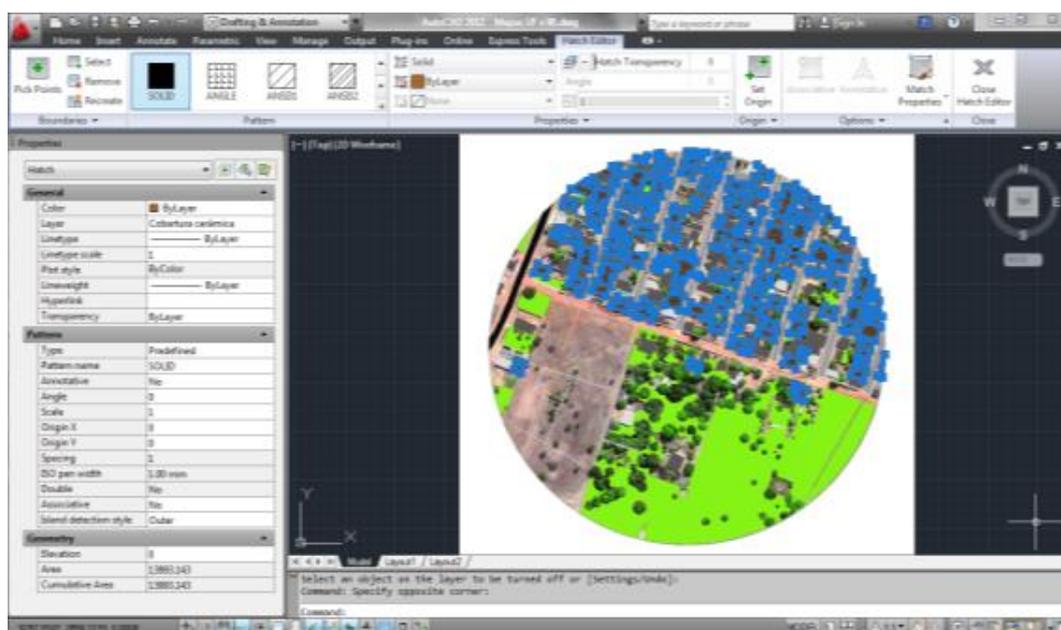


Figura 30: Seleção de todos os objetos da categoria

Após o preenchimento de todos os objetos, têm-se a área total da categoria.

| Geometry | |
|-----------------|-----------|
| Elevation | 0 |
| Area | 13993.143 |
| Cumulative Area | 13993.143 |

Figura 31: Ampliação da janela com a área total da categoria

Abaixo segue o mapeamento finalizado com a delimitação e preenchimento de todas as categorias identificadas.

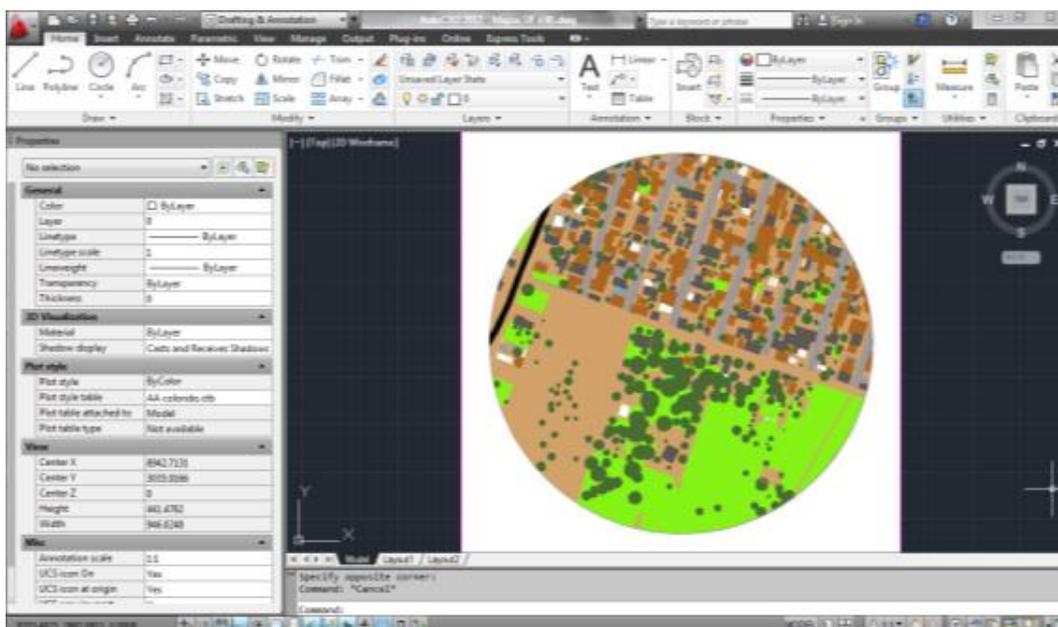


Figura 32: Mapa temático finalizado

7.2 APÊNDICE B: FORMATAÇÃO DE TABELAS NO MICROSOFT EXCEL 2010

Seguem passos utilizados para formatar as tabelas de dados através do software Excel 2010:

PAGINA INICIAL

↳ FORMATAÇÃO CONDICIONAL

↳ REALÇAR REGRAS DAS CÉLULAS

↳ MAIS REGRAS

Na caixa de NOVA REGRA DE SELEÇÃO, escolheu-se o recurso FORMATAR TODAS AS CÉLULAS COM BASE NOS SEUS RESPECTIVOS VALORES onde se escolheu as cores que representariam os valores mais baixos e

mais altos.

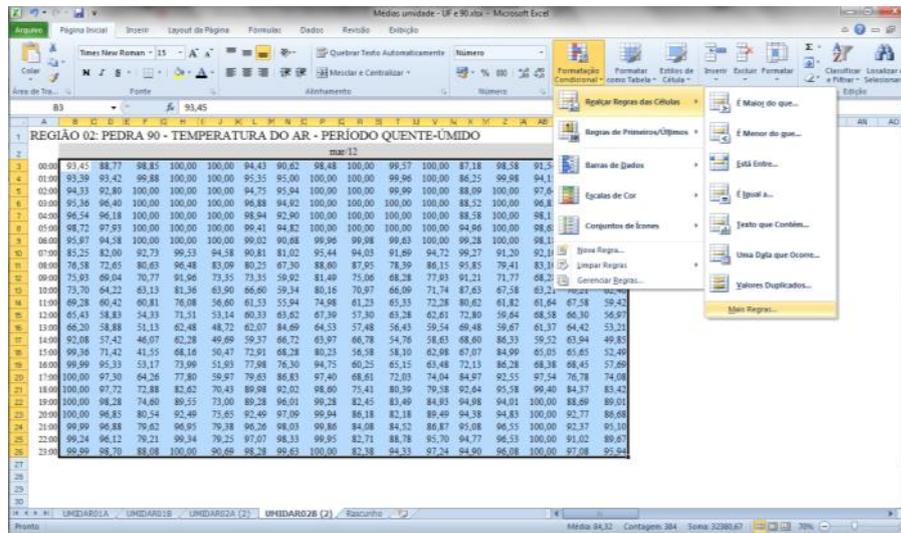


Figura 33: Formatação dos dados através de regras de formatação condicional

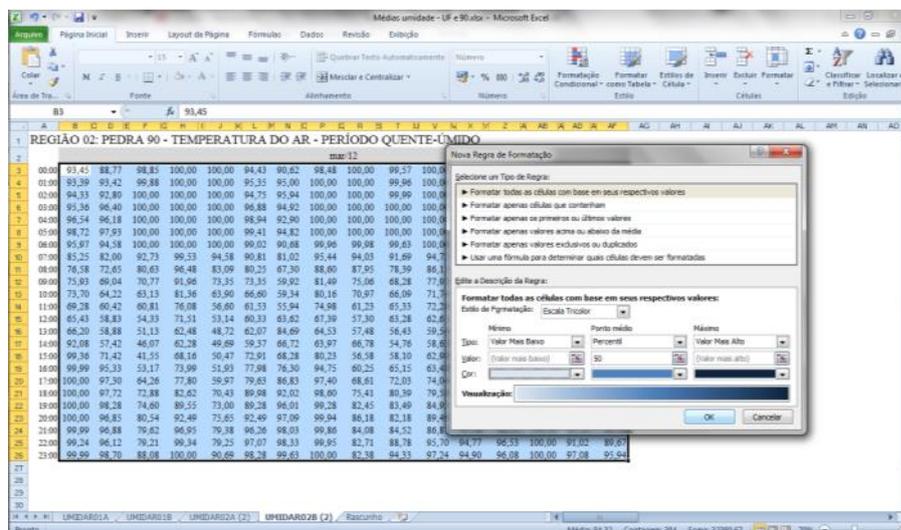


Figura 34: Escolha de escala de cores para formatação condicional

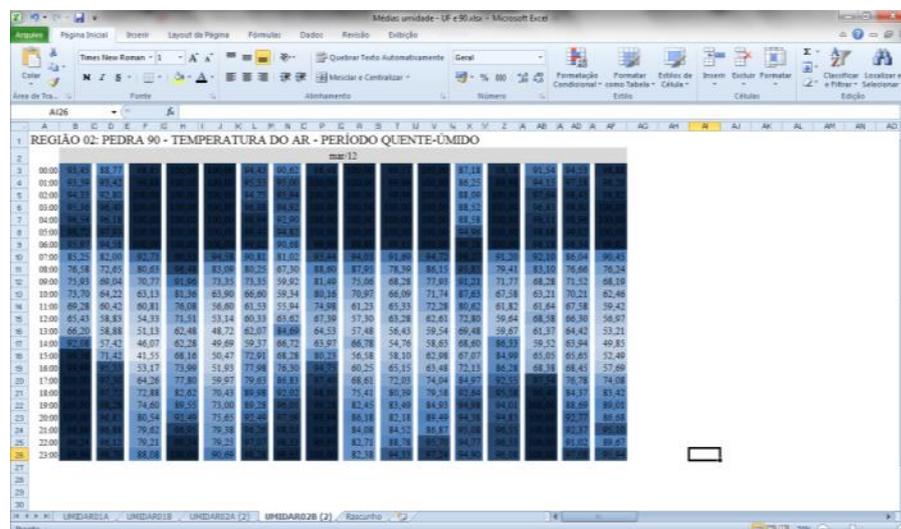


Figura 35: Formatação condicional dos dados finalizada