



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**ESTUDO DO CAMPO TÉRMICO URBANO POR MEIO DO SENSORIAMENTO
REMOTO: O CASO DE CAMPO GRANDE (MS)**

RODRIGO CACHO LIMA

**TRÊS LAGOAS (MS)
2011**

RODRIGO CACHO LIMA

**ESTUDO DO CAMPO TÉRMICO URBANO POR MEIO DO SENSORIAMENTO
REMOTO: O CASO DE CAMPO GRANDE (MS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Luiza Luciana Salvi.

**TRÊS LAGOAS (MS)
2011**

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPP/UFMS), pela ajuda de custo concedida para a participação no IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica em Fortaleza (CE) em setembro de 2010.

Ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Geografia da UFMS/CPTL.

À Profa. Dra. Luiza Luciana Salvi, pela orientação.

Aos Profs. Drs. Ailton Luchiani e Vítor Matheus Bacani pelas informações sobre processamento de imagens de sensoriamento remoto. Aos demais professores do Departamento de Ciências Humanas do Curso de Geografia do CPTL/UFMS.

Ao Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela disponibilização *online* de imagens dos satélites Landsat e GOES; e à Marinha do Brasil do Ministério da Defesa, pela disponibilização *online* das cartas sinóticas de superfície.

Aos órgãos públicos estaduais, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (AGRAER); e à Secretaria de Desenvolvimento Agrário, Produção, Indústria, Comércio e Turismo (SEPROTUR); à Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul (FAMASUL), pelas informações sobre a produção agropecuária no município de Campo Grande.

Aos órgãos públicos municipais, à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR), Divisão de Fiscalização, Cartografia e Parcelamento do Solo (DFCA) da Prefeitura Municipal de Campo Grande, pela disponibilização de dados vetorizados e de imagem Ikonos II de Campo Grande; Instituto Municipal de Planejamento Urbano (PLANURB), por informações à respeito da Carta Geotécnica e do Perfil Sócio-Econômico de Campo Grande.

Aos colegas de mestrado Fábio, Hermiliano, César, Luciano, Miê, Edson, Fernando, José Felipe, Eduardo, Valter e em especial a Laís, minha namorada, pela ajuda, atenção e companheirismo em todas as etapas do trabalho; aos demais colegas das turmas seguintes e aos acadêmicos da LABORAM. Ao secretário de mestrado Michel Tosta.

Aos amigos Mauro Henrique, João Cândido, Vique, Hiran, Émerson Leite, Gabriel Pereira e Rodolfo.

E em especial agradeço minha mãe Dalva, aos meus pais Lima e Tião, irmãos Flaviana e Renato, aos cunhados Anderson e Lady, e demais familiares, pelo incentivo durante a pesquisa.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1 – CAMPO TÉRMICO URBANO E SENSORIAMENTO REMOTO.....	11
1.1. Campo Térmico Urbano	11
1.1.2. Temperatura de superfície urbana.....	13
1.2. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Campo Térmico Urbano	14
1.2.1 Sensoriamento remoto aplicado à Climatologia	14
1.2.2. Estudos de caso no Brasil com imagens termais	15
1.2.2.1. <i>Estudos na cidade de Campo Grande</i>	19
CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
2.1. Escolha das Imagens de Satélite.....	20
2.2. Análise da Área de Estudo	23
2.2.1. Análise da área urbana.....	23
2.2.2. Estudo do relevo	23
2.2.3. Mapeamento do uso do solo	26
2.3. Obtenção da Temperatura de Superfície	27
2.4. Análise do Tempo.....	28
CAPÍTULO 3 – ÁREA DE ESTUDO E USO DO SOLO.....	29
3.1. O contexto regional	29
3.2. Área de estudo	32
3.2.1. Carta Geotécnica de Campo Grande: suas características	32
3.2.2. A cidade	34
3.2.2.1. <i>Áreas verdes</i>	38
3.3. Hipsometria, Declividade e Orientação de Vertentes.....	39
3.4. Uso do Solo	41
CAPÍTULO 4 – TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM CAMPO GRANDE	50
4.1. Temperatura de Superfície Urbana na Estação Chuvosa.....	50
4.1.1. O tempo em 12 de abril de 2010.....	50
4.1.2. O tempo em 21 de outubro de 2010.....	51
4.1.3. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 12/4/2010	53
4.1.4. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 21/10/2010	55
4.2. Temperatura de Superfície Urbana na Estação Seca	57
4.2.1. O tempo em 15 de junho de 2010	57
4.2.2. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 15/6/2010	58
4.3. Discussão dos Resultados.....	59
CONCLUSÕES	65
BIBLIOGRAFIA.....	67
Sites Consultados.....	69
ANEXOS	71
Anexo 1 – Normais Climatológicas de Campo Grande.....	72
Anexo 2 - Descrição do tempo no dia 12/4, 15/6 e 21/10/2010.	74
Anexo 3 – Localização dos parques urbanos em Campo Grande	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação mensal em Campo Grande (MS), normais climatológicas (1961-1990) e de 2009-2010.....	22
Figura 2 – Localização de Campo Grande em Mato Grosso do Sul.....	29
Figura 3 – Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação mensal na região de Campo Grande (MS).....	31
Figura 4 – Localização da área de estudo.....	33
Figura 5 – Planta da cidade de Campo Grande (MS).....	36
Figura 6 - Hipsometria da área de estudo em Campo Grande (MS).....	40
Figura 7 – Declividade da área de estudo em Campo Grande (MS).....	42
Figura 8 – Orientação das vertentes da área de estudo em Campo Grande (MS).....	43
Figura 9 – Uso do solo na área de estudo em Campo Grande (MS).....	44
Figura 10 – Fotos de ocupação na área central de Campo Grande (MS).....	46
Figura 11 – Fotos de ocupação por grandes construções em Campo Grande (MS).....	46
Figura 12 – Fotos de áreas verdes em Campo Grande (MS).....	47
Figura 13 – Fotos de ocupação residencial popular em Campo Grande (MS).....	47
Figura 14 – Fotos de ocupação residencial compacta em Campo Grande (MS).....	47
Figura 15 – Foto de área de transição entre o urbano e o rural em Campo Grande (MS).....	48
Figura 16 – Fotos de diferenças entre as áreas de pastagem.....	48
Figura 17 – Foto de área de cultura temporária no entorno de Campo Grande (MS).....	49
Figura 18 – Cartas sinóticas de superfície dos dias 11 (A), 12(B) e 13(C) de abril às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 11(D), 12(E) e 13(F) às 12GMT.....	50
Figura 19 – Cartas sinóticas de superfície dos dias 20(A), 21(B) e 22(C) de outubro às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 20(D), 21(E) e 22(F) às 12GMT.....	52
Figura 20 – Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 12/4/2010.....	54
Figura 21 – Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 21/10/2010.....	56
Figura 22 – Cartas sinóticas de superfície dos dias 14(A), 15(B) e 16(C) de outubro às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 14(D), 15(E) e 16(F) às 12GMT.....	57
Figura 23 – Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 15/6/2010.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de declividade e relevo.....	26
Tabela 2 - Produção agrícola do município de Campo Grande – 2009.....	31
Tabela 3 - Indicadores e variáveis demográficos selecionados no município e Regiões Urbanas de Campo Grande – 2007.....	35
Tabela 4 - Classes de uso do solo na área de estudo.....	41
Tabela 5 - Dados meteorológicos locais Campo Grande (MS) – 9 a 15 de abril de 2010.....	51
Tabela 6 - Dados meteorológicos locais de Campo Grande (MS) – 18 a 24 de outubro de 2010.....	53
Tabela 7 - Dados meteorológicos locais de Campo Grande (MS) – 12 a 18 de junho de 2010.....	58
Tabela 8 - Resultados obtidos por Anunciação (2001).....	62
Tabela 9 - Resultados obtidos por Camargo et al. (2006), Lima (2008) e Presente pesquisa.....	63

RESUMO

Campo Grande, a capital de Mato Grosso do Sul, se localizada na região central do Estado e a 530 m de altitude; possui 650.000 habitantes, densidade demográfica de 80 hab/km² e área urbana de 350 km². O clima da região é tropical, do tipo Aw. O objetivo da pesquisa foi estudar o campo térmico urbano de Campo Grande, aplicando técnicas de sensoriamento remoto. Foram usadas imagens do Landsat 5TM de 2010, da estação chuvosa (12/4 e 21/10) e da estação seca (15/6) para a obtenção de temperatura de superfície e uso do solo. Nas três datas o sistema atmosférico atuante era o ar polar tropicalizado. Os resultados mostraram que as fontes de calor são semelhantes nas imagens analisadas, tanto na área urbana (ocupação densa) quanto no rural (pastagem). A orientação das vertentes apresentou-se coerente com as áreas de maior aquecimento no horário de passagem do satélite (manhã). Na estação chuvosa a ilha de calor de superfície ocorreu em 12/4, com 13°C de intensidade, enquanto que em 21/10 o aquecimento foi mais intenso no entorno rural; na estação seca, em 15/6, o aquecimento foi semelhante entre o urbano e o rural.

Palavras-chave: ilha de calor de superfície, imagem termal e uso do solo.

ABSTRACT

The capital Campo Grande in Mato Grosso do Sul, located in the central region of the state and 530 m altitude, has 650.000 inhabitants, population of 80 inhabitants km² and 350 km² of urban area. The climate is tropical, the type of Aw. The objective of this research was to study the urban thermal field in Campo Grande, using remote sensing techniques. Landsat images were used 5TM 2010, the rainy season (12/4 and 21/10) and the dry season (15/6) to obtain surface temperature and land use. In the three dates was an active weather system Tropicalized polar air. The results showed that the heat sources are similar in the images analyzed, both in the urban area (dense occupation) and in rural (grazing). The orientation of slopes presented consistent with the areas of greatest warming in the satellite crossing time (morning). In the rainy season the island surface heat occurred in 12/4 at 13°C magnitude, while in 21/10 warming was more intense in the surrounding countryside, in the dry season on 15/6, the heating was similar between urban and rural.

Keywords: heat island surface; thermal imaging and land use.

INTRODUÇÃO

O aumento da temperatura do ar nas áreas urbanas é conhecido como ilha de calor, onde o ar da cidade se torna em geral mais quente que o ar das áreas rurais adjacentes, aquele, por sua vez, pode ser influenciado pelos materiais usados nas construções, como o concreto, a pavimentação asfáltica, a densidade de ocupação e de construções, a pouca arborização e a poluição emitida pelos automóveis e indústrias etc. (OKE, 1987).

As mudanças ocorridas nas áreas urbanas podem ser estudadas com o auxílio das técnicas de sensoriamento remoto, uma ferramenta que permite avaliar ou monitorar mudanças ambientais ocorridas no sítio (LOMBARDO, 1985; MENDONÇA, 1994). Dentre os estudos podemos citar o uso do solo e a medição das temperaturas de superfície nos ambientes urbanos, nas mais diferentes escalas espaciais e temporais.

Com o processo de crescimento das cidades para atender às necessidades humanas, há as modificações nos espaços urbanos, que são inevitáveis, onde o natural dá lugar ao artificial; o agente causador destas transformações, o homem, poderá sofrer com modificações climáticas sobre as áreas urbanas, como o aumento do calor e das precipitações (MONTEIRO, 1976).

As transformações no espaço urbano de Campo Grande, a capital do Estado, são decorrentes de um processo histórico, o qual se molda na forma desenvolvimentista, estabelecida pelo mundo contemporâneo (ANUNCIACÃO, 2001). Pois quando se modifica o espaço urbano para atender às necessidades econômicas e sociais há a substituição da paisagem natural por uma antropizada, e isso é um dos fatores que contribuem com as alterações do clima urbano.

Anunciação (2001) realizou um estudo do clima urbano de Campo Grande (MS), por meio de medidas de campo, com 8 miniabrigos distribuídos pela cidade, em 2000 em duas estações: verão e inverno, para medir a temperatura do ar e umidade do ar, com o objetivo de saber se o crescimento da área urbana de Campo Grande é responsável pelas alterações do clima local gerando derivações no ambiente urbano e por fim, na vida dos cidadãos.

Anunciação (2001) estudou o clima urbano de Campo Grande localizada na porção central de Mato Grosso do Sul, na latitude de 20°S e longitude, 54°W, com uma população de 618.508 habitantes. Para o trabalho foram utilizadas a Carta Geotécnica da cidade, na escala de 1:50.000 e a planta, na escala 1:10.000, dados meteorológicos locais, cedidas pela Base Aérea de Campo Grande e para o estudo do clima urbano, depois de analisadas as Cartas Geotécnicas e a planta da cidade, a disposição de 8 miniabrigos para a medida de temperatura

e umidade relativa do ar, nos seguintes horários: 7h30, 9h, 12h, 15h, 18h, e 21h, para os episódios de verão e inverno de 2000; nas seguintes datas: 24 a 31/1, 22 a 29/2, 24 a 31/3, 1 a 8/6, 12 a 19/7 e 12 a 19/8. Foram escolhidos 6 tipos de tempo: no verão, atuação da massa Tropical continental (Tc), Equatorial continental (Ec), Tropical atlântica (Ta) e o ar polar tropicalizado; no inverno, massa Tropical atlântica (Ta) e a polar atlântica (Pa). A autora realizou a descrição meteorológica de Campo Grande em cada episódio e a análise rítmica em cada estação. No verão a temperatura média de Campo Grande foi de 25,2°C, a máxima absoluta variou entre 35,8°C e 37°C ao passo que a mínima absoluta de 9,8°C e 12,8°C. No inverno a média oscilou de 20,3°C a 22,2°C, a máxima absoluta de 34,8°C a 39°C e a mínima absoluta de -1°C a 3°C. A autora concluiu que as temperaturas foram mais elevadas e a umidade relativa mais baixa em áreas de ocupação densa e pouca arborização. As ilhas de frescor foram relevantes em áreas com arborização densa e edificação esparsa no verão; sob atuação das mTc e Ta ocorrem as maiores amplitudes térmicas; que com a entrada do sistema frontal e do ar polar, há uma tendência de homogenização das temperaturas e umidade relativa. No inverno a mPa homogeniza e provoca um forte resfriamento, os locais com arborização densa e vertentes voltadas para o sul apresentam as menores temperaturas e umidade relativa elevada. A formação das ilhas de calor e frescor foram observadas tanto na estação de verão quanto no inverno, dependendo do sistema atmosférico atuante.

Camargo *et al.* (2006) no estudo realizado com técnicas de sensoriamento remoto, na cidade de Campo Grande (MS), com imagens dos satélites Landsat 5TM (11/9/88) e 7ETM+ (3/5/03), fez uma análise em épocas distintas, período de estiagem e chuva, com o objetivo de compreender a dinâmica espacial e temporal do campo térmico e seu relacionamento com os revestimentos do solo da área urbana e arredores, por meio de métodos estatísticos não-paramétricos.

Lima (2008) estudou a evolução das temperaturas de superfície em Campo Grande por meio do sensoriamento remoto, realizando um recorte temporal nas seguintes datas: 12/7/1985, 29/7/1997 e 5/3/2008, com dados da banda 6 do satélite Landsat 5TM, buscando identificar a possível formação de ilhas de calor, em função do crescimento urbano com o passar dos anos.

Os estudos descritos acima serviram de base para a realização deste trabalho, onde os trabalhos analisados abordam o mesmo tema, obtenção da temperatura de superfície com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto. A partir dos estudos, realizados em Campo Grande, foi elaborada a presente análise, utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto para estudar o campo térmico urbano.

A partir dos trabalhos realizados em Campo Grande por Anunciação (2001), com medidas fixas de temperatura do ar na cidade e a descrição de sua relação com os diferentes usos urbanos e os recursos naturais; por Camargo *et al.* (2006) que relacionou as temperaturas de superfície urbanas às rurais, sem relacioná-las com as diferentes características urbanas e com o relevo, e por Lima (2008) que realizou medidas de temperatura de superfície mas não as relacionou com variáveis climáticas e de relevo, buscou-se estudar a possível relação entre as temperaturas de superfície com as variáveis naturais (relevo) e antrópicas para a melhor compreensão do campo térmico da cidade e do entorno.

A partir do estudo de Camargo *et al.* (2006) com imagens termais com 15 anos de diferença entre si, em 1988 e 2003 no período seco e chuvoso, respectivamente, buscou-se aprofundar o estudo da variação sazonal da temperatura de superfície em intervalos curtos.

O objetivo geral é estudar o campo térmico urbano de Campo Grande, aplicando técnicas de sensoriamento remoto. Os objetivos específicos são os de estudar a distribuição da temperatura de superfície, na cidade, visando:

- identificar fontes de calor urbanas que podem ser relacionadas à ocorrência de ilha de calor de superfície;
- relacionar a temperatura de superfície com os elementos naturais (relevo) e antrópicos presentes na área urbana e rural;
- descrever e compreender as alterações sazonais na temperatura de superfície.

CAPÍTULO 1 – CAMPO TÉRMICO URBANO E SENSORIAMENTO REMOTO

1.1. Campo Térmico Urbano

As cidades contemporâneas passam por um intenso processo de urbanização, modificando as características naturais do clima sobre a área urbana e o homem é o principal agente transformador do ambiente das cidades, assim intensificando a emissão de materiais particulados à atmosfera, desta forma modificando as suas características naturais.

O comportamento da atmosfera de uma área urbanizada vai condizer com o comportamento climático/meteorológico do local, relacionado à função da cidade na região. Onde a urbanização ao longo do tempo altera o clima local, a partir de então, gerando uma nova configuração climática, onde o que antes era ambiente primitivo natural, agora passa a ter como derivado uma área urbanizada (MONTEIRO, 1990); configurando-se sobre a cidade o clima urbano, que de acordo com Monteiro (1976, p. 95) “é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

Historicamente, a proximidade do homem ao seu local de trabalho, em forma de aglomerados, ou seja, casas muito próximas umas das outras, causam modificações no clima local, que, de acordo com Geiger (1950 *apud* LANDSBERG, 2006), conduz a alteração sobre a cobertura natural do solo, destruindo os microclimas pré-existentes.

Landsberg (2006) procurou, a partir de seus estudos e de outros pesquisadores, discutir a extensão das mudanças climáticas que foram causadas especificamente pelas cidades; e apontou três causas básicas das mudanças climáticas que podem ser provocadas pela urbanização: alteração da superfície, produção de calor pela própria cidade e a alteração da composição da atmosfera.

Nesta perspectiva, a pesquisa de clima urbano deve relacionar o sítio e a cidade e explicar a dinâmica do clima urbano. Para isso, a escala de análise (zonal, regional e local) e a localização da cidade (subtropical e tropical) devem ser relacionadas à topografia, à morfologia urbana (litoral, vale, planalto, pé de serra), ao porte e às funções da cidade; assim, estudar como estas considerações analíticas do local e das transformações sofridas ao longo do tempo, darão origem ao clima urbano (MONTEIRO, 1990).

As atividades econômicas também influenciam no processo de armazenamento de calor nas áreas urbanas, a exemplo dos aparelhos de ar condicionado que expõem o ar quente do interior das construções para o exterior das mesmas (Lowry, 1957 *apud* PAZERA, 1976).

A ilha de calor é o resultado da ação de um elevado número de variáveis interdependentes; a mesma é influenciada pela estrutura urbana, como a verticalidade dos

edifícios e a disposição das ruas, estas, cobertas pelo asfalto. Os prédios funcionam como obstáculo, bloqueando o fluxo natural dos ventos e conseqüentemente, evitando que o ar quente seja disperso para longe. A impermeabilização das cidades faz com que diminua o processo de retenção das águas pluviais, aumentando assim, o escoamento superficial e diminuindo a evaporação; conseqüentemente a energia calorífica disponível aquece o ar sobre as áreas urbanas (Lowry, 1957 *apud* PAZERA, 1976).

A ilha de calor ocorre em função da diferença no balanço de energia entre a cidade e o campo, sendo uma irregularidade térmica, com dimensões horizontais, verticais e temporais. Suas características estão relacionadas com a natureza da cidade (tamanho, densidade), a localização da cidade, e o tempo meteorológico e estações do ano (OKE, 1987). O ganho de energia nas áreas urbanas é semelhante ao da área adjacente ou entorno (o rural), porém sendo armazenado por mais tempo nas áreas urbanas devido aos materiais nela presentes como o concreto, asfalto etc., ou seja, a energia demora mais para ser liberada à atmosfera (OKE, 1987).

“A ilha de calor da cidade é mais facilmente detectável à noite, sobretudo quando o céu está límpido e o ar calmo” (Munn, 1966 *apud* PAZERA, 1976, p. 54). A temperatura de superfície à noite também é mais elevada na cidade que no rural. Na área rural, onde a ocupação é esparsa e há maior presença de vegetação, que são fatores que contribuem para a amenização da temperatura do ar e maior perda de calor da superfície para a atmosfera; enquanto no urbano, devido aos materiais usados nas construções, à densidade de ocupação das mesmas, à menor arborização, que armazenam calor e são os principais fatores que colaboram para a ocorrência do fenômeno (EPA, 2010).

De acordo com Jauregui (1984 *apud* RIBEIRO, 1996), os diferentes elementos que podem influenciar na intensidade de ilha de calor são: tipo e cor dos materiais de construção, densidade e geometria das edificações na zona central e tipos de usos do solo nos subúrbios.

De acordo com Oke (1978 *apud* RIBEIRO, 1996), as causas prováveis da ilha de calor urbana até a altura do dossel da cidade, são as seguintes: aumento da re-radiação, diminuição da perda de radiação, maior absorção de radiação em ondas longas, maior armazenamento de calor durante o dia, produção de calor antropogênico, diminuição da evaporação e diminuição da perda de calor sensível.

Além do aumento das temperaturas do ar sobre as cidades em comparação com as áreas circunvizinhas, a ilha de calor também pode aumentar os índices pluviométricos sobre as cidades (PAZERA, 1976). A poluição afeta negativamente as plantas nas cidades, as plantações na área rural, causa danos por corrosão, causa malefícios à saúde humana e animal;

além de afetar, praticamente todos os elementos do clima, em função do aumento do material particulado sobre a área urbana e conseqüentemente, em casos mais graves a diminuição da visibilidade nas cidades (LADSBURG, 2006).

Quanto à poluição do ar, esta, é “a maior aberração atmosférica em relação às condições naturais trazidas pela urbanização é causada por mudanças na composição da atmosfera” (LANDSBURG, 2006, p. 96).

A poluição pode atuar de formas diferentes, dependendo do sítio urbano; ao se considerar “as funções urbanas, no caso de uma fábrica de cimento numa cidade em uma área de planalto, independente do porte, terá efeitos menores do que se instalada em um fundo de vale encaixado” (MONTEIRO, 1990).

Quanto à localização do sítio urbano Landsberg (2006, p. 97), discorre:

“A topografia na qual as cidades estão localizadas causam frequentemente condições micro e macroclimáticas que muito contribuem para a acumulação de poluentes e fumaça nos baixos níveis da atmosfera. Ventos fracos e inversões de temperatura são usualmente coadjuvantes meteorológicos dos controles topográficos”.

A emissão de poluentes à atmosfera por meio da circulação de veículos faz com que se crie sobre a cidade uma espécie de “cúpula” de partículas sólidas em suspensão, que refletirá parte da luz solar e também absorverá esta luz, que por sua vez reemitirá para a superfície, esta, reemitindo novamente e reaquecendo o ar logo acima dela, causando uma ilha térmica mais intensa (PAZERA, 1976).

1.1.2. Temperatura de superfície urbana

A temperatura de superfície pode ser medida por meio de um sensor remoto que capta a energia termal (infravermelha) emitida pelos diferentes alvos da superfície imageada, ou seja, o sensor capta a energia emitida pelo dossel. Nas áreas urbanas as maiores diferenças de temperatura ocorrem entre as áreas de maior ocupação com as áreas de pouca densidade de ocupação e/ou áreas verdes e lagos.

As medidas de temperatura de superfície mostram uma distribuição espacial das temperaturas na área imageada; dependendo do sensor utilizado podendo ser analisados dados intra-urbanos, devido à resolução espacial do pixel. Todavia, os dados provenientes dos satélites podem ser influenciados pela atmosfera (DUBREUIL, 2005), o que pode interferir nos produtos finais, gerando distorções quanto à realidade, a exemplo da interferência das nuvens ou do vapor d'água.

Imagens do satélite Landsat são usadas como ferramenta para análise climática, pois os dados digitais são passíveis de serem convertidos em valores de temperatura de superfície, através de um modelo matemático gerado em *softwares* de SIG. Como afirma Mendonça (2003, p. 186 e 188):

“... as imagens de satélites contribuem de maneira significativa ao estudo mais detalhado do clima urbano, pois conduz à elaboração de documentos que mostram a distribuição espacial e a grandeza de alguns de seus elementos. Uma vez correlacionadas aos dados levantados de maneira tradicional, estes documentos tornam possível um conhecimento mais detalhado do fluxo de energia do ambiente urbano”.

Ainda sobre as imagens termais, Amorim *et al.* (2009, p.12-13) afirmam que: “as imagens de satélite podem ajudar a compreender a distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana que levam à formação da ICU¹”.

Em climatologia urbana usam-se estes recursos tecnológicos para aprimorar e desenvolver novas técnicas de análise do comportamento dos fenômenos climáticos nas áreas urbanas, e assim podendo compreender melhor os fenômenos ocorrentes sobre os espaços urbanos.

1.2. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Campo Térmico Urbano

1.2.1 Sensoriamento remoto aplicado à Climatologia

Dubreuil (2005) descreve a evolução dos procedimentos de sensoriamento remoto e histórico dos satélites que atendem à Climatologia/Meteorologia; até os anos de 1960-70, as medidas e as observações do tempo eram feitas a partir de estações localizadas na superfície terrestre (estações meteorológicas e sondagens da atmosfera); quanto à utilização das imagens de satélites, estas começaram a ser realmente utilizadas pelos climatólogos no final dos anos 1970.

De 1972 até 1987, os estudos baseados em imagens de satélites para análise da ilha de calor urbana foram 12; os satélites mais utilizados foram o NOAA (sensores termais VHRR e AVHRR), o Heat Capacity Mapping Mission (HCMM), com o sensor termal que possui o mesmo nome e o Improved TIROS Operational Satellite (ITOS) (sensor termal SR), a resolução espacial das imagens variava de 0,6 a 7,4 quilômetros por pixel; sendo que a metade

¹ ICU – Ilha de calor urbana.

dos trabalhos foram realizados nos Estados Unidos da América; dentre os 12 trabalhos há o realizado em São Paulo por Lombardo em 1985 (ROTH; OKE; EMERY, 1989).

De 1988 até 2000, os estudos relacionaram as temperaturas de superfície ao uso do solo, à temperatura do ar, à formação das ilhas de calor de superfície, à poluição atmosférica, ao balanço de energia urbano, ao índice de vegetação (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, NDVI), à estimativa de temperatura do ar e à umidade relativa do ar. Os satélites e os sensores mais comumente utilizados foram AVHRR, Landsat TM, Ground-based/Infrared Thermometer-IRT, Aircraft-AGEMA, Thermal Scanner, entre outros (VOOGT; OKE, 2003).

Dos trabalhos realizados com imagens Landsat, estão estudos sobre ilhas de calor de superfície, diferenças de temperaturas de superfície entre o urbano e o rural, balanço de energia urbano, relação entre a temperatura de superfície e a arborização, temperatura de superfície e uso do solo e morfologia urbana e qualidade do ar (VOOGT; OKE, 2003).

No caso da presente pesquisa em Campo Grande, utilizaram-se imagens do satélite Landsat 5 TM, por serem acessíveis.

1.2.2. Estudos de caso no Brasil com imagens termais

Lombardo (1985) realizou um estudo na região metropolitana de São Paulo, que possuía uma de população 12.558.439 habitantes (em 1980), densidade demográfica de 8.053 habitantes por km² e enquadra-se predominantemente na faixa altimétrica de 740 a 800 metros. Para o trabalho, utilizou imagens termais de satélites TIROS-N, NOAA, do satélite LANDSAT 3 e fotografias aéreas na escala 1:8.000. Realizou trabalhos de campo, com pontos fixos, 45 pontos, com medições às 9h, 15h e 21h, nas seguintes datas: 29 a 31/7 e 1 a 18/8 (inverno) e de 6 a 18/12 (verão) de 1982. Com a imagem LANDSAT elaborou um mapa de uso do solo; com as fotografias aéreas foram selecionadas 18 amostras de 1km² cada, gerou um mapa na escala 1:50.000, depois reduzido para a mesma escala do LANDSAT, e criou um mapa definitivo de uso do solo. Depois foi relacionado com as imagens termais, elaborou outro mapa, mostrou a correlação entre os índices de área construída e áreas verdes, que serviu de base para traçar as isotermas da área urbana. Lombardo obteve os seguintes resultados: sob domínio do Anticiclone Tropical Atlântico e Polar aquecido, há maiores concentrações de poluição e isso faz com que as temperaturas se mostrem mais elevadas, a maior intensidade da ilha de calor ocorre das 15h às 21h, e diminui durante a madrugada; a maior diferença de temperatura entre o urbano e o rural foi de 10°C, com tempo estável e com

calmaria; no verão devido à intensificação de situações de instabilidade atmosférica, a variação de temperatura entre o rural e o urbano alcançou 4°C. Verificou que as temperaturas mais elevadas se concentram em áreas de ocupação densa (vertical, horizontal e industrial) e pouca arborização; as mais baixas em bairros com maior concentração de áreas verdes e próximas a corpos d'água.

Mendonça (1994) realizou um estudo do clima urbano na cidade de Londrina localizada sob o Trópico de Capricórnio, no Estado do Paraná, e que possuía uma população de 380.000 habitantes, cerca de 39,67 habitantes por km². Para o estudo, o autor gerou os seguintes mapas: hipsometria, declividade, orientação de vertentes, direção e velocidade dos ventos de superfície, uso do solo (a partir da fotointerpretação) e imagem LANDSAT 5 TM e desta também processou a imagem termal, do dia 2/1/93 às 12h44. A cidade foi subdividida em 15 setores. Num primeiro momento da pesquisa, Mendonça (1994) realizou medidas fixas, com 17 miniabrigos, e num segundo, com medidas móveis, dois transetos, nos períodos de inverno de 1992 e 1993 e no verão de 1993, com os seguintes horários de medidas de temperatura: 6h, 9h, 15h e 21h. O transeto 1, o autor partiu do sentido leste-oeste, em 30/6/92 (inverno) e em 02/1/93 (verão); o transeto 2, no sentido norte-sul, em 01/7/92 (inverno) e 03/1/93 (verão). A ilha de calor identificada por Mendonça na área urbana de Londrina se formou durante a manhã e a noite, tanto no verão, quanto no inverno, porém, com mais intensidade nas noites de verão, atingindo a diferença entre o urbano e rural, de 9°C a 10°C. Mendonça (1994) concluiu que as áreas de ocorrência das mais elevadas diferenças térmicas entre o urbano e rural, coincidiram com aquelas de menor teor de umidade do ar. A influência da topografia e da exposição das vertentes foi claramente observada pelo autor, sendo que as áreas mais quentes, são as mais elevadas e de exposição de vertentes notadamente de leste, norte e oeste; as áreas menos elevadas e de vertentes para sul, foram as menos aquecidas. Os mais expressivos valores de temperaturas entre o urbano e rural, no verão, estiveram relacionados a sistemas Tropicais continentais sobre a área. A ilha de calor no verão de 93, de intensidade de 13,3°C; no inverno ocorreu, sobretudo de manhã e à noite. O autor ainda observou que dos 15 setores, cinco não apresentaram ilha de calor, devido à presença de áreas verdes e próximas das áreas agrícolas; nos demais, o efeito da urbanização fez com que as temperaturas fossem mais elevadas. Quanto à imagem termal, na estação de verão, as áreas no entorno da cidade de Londrina mostraram-se 15°C aproximadamente mais aquecidas, devido ao solo estar exposto e ser escuro, “terra roxa”, e na cidade haver uma grande quantidade de áreas verdes, por isso, o entorno absorveu mais energia que a cidade; o contrário aconteceu à noite com a temperatura do ar, de acordo com Mendonça (1994).

Costa e Rosa (2000) realizaram estudo na cidade de Uberlândia (MG). Utilizaram imagem termal do satélite Landsat 5TM, banda 6, de 24/05/1994. Observaram temperaturas variando entre 21°C a 23°C na imagem termal; depois correlacionaram estas medidas com o percentual de área construída. Nos bairros Lagoinha e Laranjeiras as temperaturas variaram de 18,3°C a 18,8°C, bairros periféricos onde os índices de área construída eram de 40 a 69%. Com o estudo identificaram a existência de uma ilha de calor na área urbana de Uberlândia com intensidade de 5,5°C em áreas com grande incidência de radiação solar e onde as vertentes estão recebendo radiação solar no período da manhã. No centro da cidade, encontraram uma possível ilha de calor, com intensidade de 3,5°C; uma menor intensidade pelo fato da área localizar-se em um interflúvio e pelas ruas serem retilíneas facilitando a circulação do ar.

Bias, Baptista e Lombardo (2003) estudaram a cidade satélite de Sobradinho, em Brasília (DF); uma área de 569,37 km² que está a 22,1 km a noroeste de Brasília. Utilizaram imagens do satélite Landsat 5TM, banda 6, de 10/06/01 para a imagem termal e Ikonos para a comparação com uso do solo. No passo seguinte, foram retiradas da cena Ikonos e Landsat, 3 áreas visando à compreensão do comportamento térmico. Na área 1, no sentido SW-NE, partiram de uma área de temperaturas variando entre 18°C e 19°C para uma área de temperaturas entre 25°C e 26°C. Na imagem Ikonos, a porção fria apresenta uma lagoa cercada com vegetação, a área mais quente é uma mancha de solo exposto. Na área 2, as temperaturas entre 21°C e 22°C representam casas com arborização; a área com temperatura entre 25°C e 26°C, é representada por uma construção grande com área de cobertura metálica e mancha de solo exposto. Na área 3, houve uma variação de 9°C, no sentido E-S, com temperaturas entre 17°C e 18°C em uma pequena lagoa e de 26°C a 27°C na área urbana, com influência do asfalto.

No estudo realizado por Andrade, Souza e Sakuragi (2006) em São José dos Campos, situada a leste do Estado de São Paulo, no médio Vale do Paraíba, que possui relevo quase plano, foram selecionadas imagens dos dias 03/08/05 e 02/02/06 do satélite Landsat 5TM. Foram elaborados os seguintes mapas: temperatura de superfície, banda 6, e o de uso do solo, bandas 1, 2 e 3; correlacionando o uso do solo com as imagens termais. Os autores observaram que nas regiões onde há predomínio da cobertura vegetal e nas proximidades dos corpos d'água, as temperaturas são baixas em ambos os períodos. Na cidade, no verão, foi identificada uma ilha de calor entre 21°C e 32°C, já no entorno, mais frio, entre 10°C e 21°C; no inverno, foi verificada uma ilha de calor mais amena, entre 21°C e 27°C; no entorno, os pontos mais frios de 5°C a 21°C, mas alguns pontos entre 27°C e 29°C. Os autores concluíram

que as ilhas de calor urbanas já atuam de maneira quantitativa nas áreas mais adensadas de São José dos Campos, as áreas com pouca substituição da cobertura natural da superfície mantêm as mesmas temperaturas tanto no verão quanto no inverno.

Coltri *et al.* (2007) realizaram um estudo em Piracicaba, cidade de médio porte, localizada na proximidade da latitude de 22°S; 6% do município é de área urbana, aonde cerca de 90% da população se concentra. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 7ETM+, bandas 3, 4, 5 e 6, dos dias 13/05/2002 (outono e safra) e 17/08/2002 (inverno e época de entressafra). No trabalho foram comparadas as temperaturas intra-urbanas (bairro a bairro). A temperatura média de inverno (entressafra) foi de 24,71°C e a média das de outono (safra), de 21,40°C; a ilha de calor de inverno foi 3,3°C mais intensa que a de outono. Os autores concluíram que o fato de o solo rural estar exposto no inverno (entressafra) intensifica o calor na área rural; no outono, o solo rural está coberto pela cultura da cana-de-açúcar (safra), diminuindo a magnitude do fenômeno da ilha de calor.

Foi realizado um estudo por Amorim *et al.* (2009) em Presidente Prudente, uma cidade de porte médio localizada no oeste do Estado de São Paulo, próxima ao Trópico de Capricórnio (22°S), e em Rennes, cidade do oeste da França, perto do Oceano Atlântico (48°N); ambas com cerca de 200.000 habitantes. Na comparação entre as duas cidades utilizaram imagens do satélite Landsat 7ETM+, o uso do solo com as bandas 3, 4 e 5 e a banda 6 para mostrar a distribuição das superfícies quentes e frias. No caso de Presidente Prudente, nos meses de março de 1988 e março de 2001; e em Rennes, setembro de 1990 e maio de 2001. Desta forma pretenderam verificar o papel da urbanização sobre o clima local destas cidades. Na imagem termal, em Presidente Prudente, os bairros densamente construídos com pequena quantidade de vegetação arbórea, as temperaturas foram mais elevadas, atingindo 25°C; nos bairros em que as edificações não ocupam toda a área e com presença de vegetação arbórea esparsa, as temperaturas foram menores (21°C); nos parques e demais áreas verdes urbanas, 19°C a 21°C. Em Rennes, os bairros mais quentes, acima de 28°C, são os industriais. Os autores concluíram que a presença de vegetação tem papel fundamental para amenizar as altas temperaturas durante o dia, fato observado na imagem termal, assim, verificaram que, em cidades de porte médio de climas tropical continental e temperado oceânico, a produção do clima urbano resultou da interação entre a radiação recebida e a refletida pelos tipos de materiais construtivos das edificações nos diferentes tipos de uso do solo que armazenam calor durante o dia e são liberados após o por do Sol.

No trabalho realizado por Nascimento e Barros (2009), em Goiânia (GO), que apresentava uma população de 1.244.645 habitantes, foram utilizadas imagens do satélite

Landsat 7ETM+ (2001), com as bandas 3, 4, 5 e 6; onde trabalharam com a cobertura do solo, nas bandas 3, 4 e 5. No mapa de temperatura aparente de superfície, segundo os autores, nas áreas periféricas, as medidas variaram de 22°C a 26°C; nas áreas mais centralizadas de 26°C a 32°C; nas áreas rurais, na porção noroeste, encontraram valores abaixo de 26°C; no uso agropecuário as temperaturas foram de 24°C a 26°C; nas áreas de vegetação arbórea foram encontrados os menores valores de temperaturas, abaixo de 26°C.

1.2.2.1. Estudos na cidade de Campo Grande

No trabalho realizado por Camargo *et al.* (2006), em Campo Grande (MS), sobre ilhas de calor por meio do sensoriamento remoto, o mesmo utilizou imagens dos satélites Landsat 5TM (11/09/1988) e 7ETM+, (03/05/2003). Para o ano de 1988 ocorreu uma amplitude térmica de 10°C entre o urbano e áreas periféricas agrícolas e/ou florestadas; no ano de 2003 aquela amplitude foi de 7°C.

No estudo realizado por Lima (2008) e Lima e Anunciação (2009) na cidade de Campo Grande (MS), utilizaram-se técnicas de sensoriamento remoto para o estudo da temperatura de superfície urbana, com imagens do satélite LANDSAT 5TM, banda 6, nas seguintes datas de passagem: 12/07/1985, 29/07/1997 e 05/03/2008. No ano de 1985 as temperaturas variaram de 12°C a 22°C, não havendo formação de ilha de calor, em função de uma padronização das temperaturas na área urbana e rural; em 1997 há um maior aquecimento da área urbana com temperaturas que vão de 24°C a 28°C se comparada com 85 que foram de 14°C a 18°C, porém não houve formação de ilha de calor pelo fato de o rural se mostrar mais aquecido que o urbano; no ano de 2008, na data do imageamento, houve diferença de temperatura de superfície entre a cidade e o campo, caracterizando o fenômeno da ilha de calor, onde houve uma variação de 10°C aproximadamente entre os dois; na área urbana as temperaturas variaram de 12°C a 16°C e na área rural de 6°C a 10°C.

Os estudos descritos buscam relacionar o uso do solo com as temperaturas de superfície com o objetivo de saber se as áreas urbanas estão mais aquecidas que o entorno, ou seja, se há ilha de calor de superfície na cidade. Na presente pesquisa, além da relação com o uso do solo, busca-se e relação com os elementos naturais (relevo) e antrópicos presentes na área de estudo.

CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos propostos, analisou-se a cidade como um todo, para a compreensão do campo térmico urbano, e assim sendo possível identificar as fontes de calor urbanas; as temperaturas de superfície foram também relacionadas aos elementos naturais (relevo), antrópicos e uso do solo, buscando analisar e compreender o seu comportamento junto a tais elementos e nos diferentes usos do solo; deste modo estudando-se a possível ocorrência de ilha de calor de superfície.

Como método de análise para o estudo da temperatura de superfície urbana, utilizou-se a proposta de Monteiro (1976), o Sistema Clima Urbano (SCU); na presente pesquisa foi dada ênfase ao canal Termodinâmico (conforto térmico) para a área urbana, onde:

“Dentro do esquema SCU, esse canal atravessa toda a sua estrutura, pois que é o insumo básico, é transformado na cidade e pressupõe uma produção fundamental no balanço de energia líquida atuante no sistema. O uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, estão intimamente implicados no processo de transformação e produção” (MONTEIRO, 2003, p.44).

O trabalho ora apresentado foi desenvolvido a partir de consultas bibliográficas, buscando um referencial teórico para a pesquisa; imagens do LANDSAT 5TM²; e base cartográfica cedida pela Prefeitura Municipal de Campo Grande. Para a confecção dos mapas foram consultadas as cartas topográficas de Campo Grande (BRASIL, 1990) e Sidrolândia (BRASIL, 1972) na escala 1:100.000 e a carta imagem de radar Campo Grande (RADAMBRASIL, 1982), na escala 1:250.000.

2.1. Escolha das Imagens de Satélite

Para a obtenção da temperatura de superfície, foi utilizado o canal do infravermelho termal, a banda 6 do LANDSAT 5 TM³, resolução espacial de 120x120m e resolução

² TM (Thematic Mapper) – é um sistema avançado de varredura multiespectral concebido para proporcionar: resolução espacial mais fina, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS (Multispectral Scanner System) NOVO (1992, p.147).

³ A série de satélites LANDSAT (Land Remote Sensing Satellite) teve seu início nos anos 70 com o lançamento do LANDSAT 1 no ano de 1972, até o lançamento do último em 1999 que foi o LANDSAT 7. O LANDSAT 5, que foi lançado em 01/03/1984 e é o único que se encontra ativo, sua órbita é polar, circular e helissíncrona, está a uma altitude de 705 km, sua inclinação é 98,20°, com uma duração da órbita de 98,20 min., o horário de passagem é às 12:45 GMT, com o período de passagem no mesmo ponto a cada 16 dias e seu sistema sensor é o TM (Thematic Mapper) (ENGESAT).

espectral, infravermelho termal (10,40 - 12,50 μm) que capta o calor emitido pela superfície da Terra, sendo possível espacializar as temperaturas sobre a cena. Como afirma Mendonça (2003, p. 188):

“Para o estudo do campo térmico das cidades pode-se utilizar imagens de satélite de baixa e alta resolução. As imagens Landsat TM (canal 6 – infravermelho térmico; resolução espacial de 120m) podem ser utilizadas, por exemplo, no estudo da variação térmica infravermelha intra-urbana através da termografia da superfície urbana”.

O presente estudo se baseia na relação entre a temperatura de superfície e o uso do solo, onde as diferentes temperaturas são associadas aos diferentes padrões de usos. Porém, as imagens de satélite (LANDSAT TM 5), também apresentam alguns fatores limitantes, como por exemplo, a interferência da atmosfera sobre as ondas que são captadas pelos sensores (DUBREUIL, 2005).

As imagens escolhidas para a presente pesquisa são do LANDSAT 5TM, órbita 225, ponto 74 (LANDSAT TM 5). Estas foram selecionadas a partir do total acumulado de precipitação da estação chuvosa e seca, comparada com a precipitação da normal climatológica (1961 – 1990). As imagens da estação chuvosa são as dos dias 12 de abril e 21 de outubro; a da estação seca é representada pela imagem do dia 15 de junho, todas de 2010.

O total médio da precipitação anual em Campo Grande é de 1469 mm (INMET, 1992); no ano de 2009 o total da precipitação anual em Campo Grande foi de 1719,6 mm; em 2010, o total das precipitações de janeiro a novembro foi de 1149,6 mm⁴.

Na Figura 1 é apresentada a precipitação mensal de Campo Grande, no período da normal climatológica de 1961 a 1990⁵ e nos anos de 2009 e 2010 dados locais da estação da EMBRAPA⁶.

No mês de abril a média total mensal da precipitação, é de 101,2 mm; no mês de abril de 2010 o total mensal da precipitação foi de 107,8 mm (Figura 1), mostrando-se muito próximo da média. Para o mês de outubro a média é de 130 mm, ao passo que para o ano de 2010 foi de 143,6 mm (Figura 1), total muito próximo à média. Para o mês de junho, o total médio da precipitação é de 44,8 mm, enquanto que no ano de 2010, o total da precipitação para o referido mês, foi de 8,8 mm (Figura 1), mostrando-se abaixo da média.

⁴ No ano de 2010 os dados de precipitação referentes ao mês de dezembro foram desconsiderados devido a problemas na estação meteorológica.

⁵ Estação convencional do INMET (INMET, 1992).

⁶ É uma Plataforma de dados automática do INMET, está localizada na EMBRAPA, foi instalada dia 11/09/2001; localizada em 20°45'S e 54°61'W e altitude de 530 metros. Dados disponíveis *online* pelo CEMTEC/AGRAER.

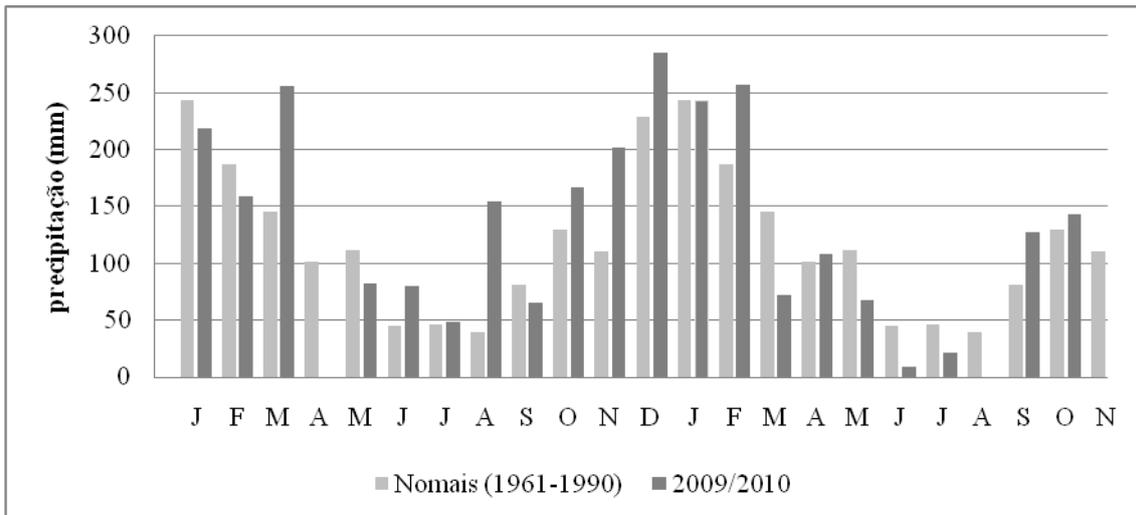


Figura 1: Precipitação mensal em Campo Grande (MS), normais climatológicas (1961–1990) e de 2009-2010. Fonte: INMET (1992), CEMTEC/AGRAER e EMBRAPA.

O total acumulado de precipitação de janeiro a março de 2010 foi de 571,8 mm; em 12 de abril 2010 não houve registro de precipitação na estação meteorológica, sendo que o período de estiagem foi do dia 3 a 22 de abril (CEMTEC/AGRAER).

O total da precipitação de abril a maio de 2010 foi de 175 mm; e não houve precipitação de 6 a 30 de junho, mostrando que o solo estava seco no dia do imageamento, 15/6 (CEMTEC/AGRAER).

O total acumulado da precipitação de junho a setembro de 2010 foi de 157,4 mm; no mês de outubro a precipitação foi de 143,6 mm. No mês de outubro de 2010 houve registro de precipitação em Campo Grande nos dias 16 (0,4 mm), 17 (3,8 mm) e 18 (0,2 mm), dos dias 19 a 21 não houve precipitação; mostrando que o solo estava um pouco úmido na passagem do satélite no dia 21(CEMTEC/AGRAER).

As bandas 3B, 4R e 5G foram usadas para elaborar o mapa de uso do solo, em 15/6/10. As imagens foram obtidas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As imagens selecionadas foram processadas no software IMPIMA 4.3.3 para a transformação das imagens de *Tiff* para *Gribb*; a partir daí foram inseridas no software SPRING 4.3.3; onde foi criado um banco de dados. No banco de dados foi criada a categoria IMAGEM, onde se criaram os Planos de Informações e neles foram anexadas as bandas de cada imagem, após o georreferenciamento das mesmas.

A banda 6, utilizada para gerar as temperaturas de superfície da área de estudo, foi processada com o auxílio do suporte Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico

(LEGAL) do SPRING, no qual foi gerado um modelo matemático para que as temperaturas pudessem ser calculadas com correção dos níveis de radiação, para que não houvesse confusão entre os alvos da cena.

2.2. Análise da Área de Estudo

2.2.1. Análise da área urbana

Para a compreensão da área de estudo, quanto aos seus aspectos naturais, foram utilizadas as informações do RADAMBRASIL (1982), os mapas Geomorfológico, Geológico e de Vegetação, todos na escala 1:1.000.000; os dados referentes a produção agrícola foram consultados *online* no Ministério da Agricultura, seguindo os *links* Política Agrícola, Zoneamento Agrícola, Portarias Segmentadas por UF, selecionando o Estado de Mato Grosso do Sul e as referidas culturas e seus dados estatísticos por município.

Quanto às características econômicas e sociais da área urbana, se consultou o PLANURB (2007/2010), nos respectivos itens: Aspectos Físicos Biológicos, Aspectos Físicos e Territoriais, Aspectos Demográficos, Aspectos Econômicos, Infraestrutura Urbana e Serviços e Aspectos Sociais. Mapa de Zoneamento Urbano, escala 1:17.000, disponibilizado *online* pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR)⁷, e a Carta Geotécnica de Campo Grande (1991) que juntos estabelecem critérios e recomendações ao ordenamento do solo urbano.

Para a compreensão do clima local de Campo Grande, utilizaram-se dados das normais climatológicas (1961-1990), temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, pressão atmosférica, umidade relativa (Anexo 1), temperatura média e precipitação mensal; além de dados da estação da EMBRAPA, disponibilizados pelo CEMTEC/AGRAER⁸ referentes aos seguintes elementos climáticos diários para o ano de 2010, temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média, umidade relativa, direção do vento e precipitação mensal.

2.2.2. Estudo do relevo

Para a elaboração dos mapas de relevo utilizou-se a base 20_555 ZN, que é onde se tem os dados de altimetria e a partir deste, confeccionou-se os outros.

⁷ SEMADUR (http://www.capital.ms.gov.br/semadur/canaisTexto?id_can=3573)

⁸ Dados brutos (informação verbal recebida junto ao CEMTEC/AGRAER).

Os mapas referentes ao relevo foram elaborados a partir de técnicas consultadas no Tutorial 10, Aulas SPRING 4.3: SPRING Básico⁹. Os mapas de hipsometria, declividade e orientação de vertentes foram elaborados a partir de um banco de dados que fornece imagens de radar gratuitamente¹⁰.

As imagens do banco de dados TOPODATA, fazem parte do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) para o levantamento de informações geomorfológicas do território nacional no ano de 2003. De acordo com Valeriano (2008), as imagens foram disponibilizadas pela *United States Geological Survey* (USGS) e o período de sobrevôo foi de 11 a 22 de fevereiro de 2000; as imagens são disponibilizadas na escala 1:250.000 e foram refinadas por meio de krigagem (procedimento estatístico computacional) para resolução espacial de 30 metros, sendo as originais de 90 metros.

A imagem foi importada no *software* SPRING no formato GeoTIFF; no trabalho utilizou-se a base “altimetria-numérica” (ZN). No banco de dados, a imagem foi inserida na categoria modelo numérico de terreno (MNT) (*Digital Terrian Model - DTM*), sendo esta, já georreferenciada; a partir desta base, gerou-se os mapas de hipsometria, declividade e de orientação de vertentes.

As imagens SRTM são sensíveis à presença de objetos não topográficos presentes na superfície terrestre, como árvores, prédios (feições acima de 15 metros de altura), o que produz na imagem o chamado “efeito dossel”, confundindo assim o relevo com o que não é; por esse motivo as imagens não poderiam ser utilizadas num estudo na Amazônia, por exemplo; porém, o “efeito dossel” não é constante (VALERIANO, 2008).

As isolinhas foram geradas com equidistância de 10 metros. Para gerar as amostras, foi preciso exportar as isolinhas no formato de arquivo de texto, para programa Bloco de Notas, mudando o nome do arquivo de “CONTROULINE” para “SAMPLE”; assim, sendo novamente importado no SPRING com os valores de grade, a partir de então sendo possível gerar as amostras.

Com a geração das amostras, realizou-se a geração das grades triangulares¹¹ (TIN), sem linhas de quebra¹² e a retangular (RET)¹³ através do interpolador vizinho mais

⁹ Disponível online à comunidade científica (<http://www.dpi.inpe.br/spring>).

¹⁰ Disponível online à comunidade científica (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>).

¹¹ “Na modelagem da superfície por meio de grade irregular triangular, cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo. Os vértices do triângulo são geralmente os pontos amostrados da superfície. Esta modelagem, considerando as arestas dos triângulos, permite que as informações morfológicas importantes, como as discontinuidades representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando assim, modelar a superfície do terreno preservando as feições geomórficas da superfície” (SPRING/DPI).

próximo¹⁴; esta última, com resolução de 90X90 metros, depois sendo gerada outra grade RET com resolução de 10X10 metros e interpolador Bilinear¹⁵; para o melhoramento da resolução, gerou-se a terceira grade RET a partir da TIN, também com 10X10 metros e interpolador Linear¹⁶.

Na grade TIN foi realizado o fatiamento direto para elaboração do mapa de hipsometria, com intervalos de 50 em 50 metros. Para a elaboração dos mapas de declividade e de orientação de vertentes utilizou-se a base RET a partir da TIN, criando novas categorias de saídas em MNT para cada mapa e, a partir destas, realizou-se o fatiamento e elaboração dos mapas temáticos de declividade, em porcentagem, e de orientação de vertentes, em graus.

No mapa de hipsometria o fatiamento dos valores foi feito a partir das cotas das curvas de nível com o valor mínimo de 300 metros e o máximo de 750 metros, com intervalo de 50 em 50 metros.

Para a seleção das cores, utilizaram-se tons amarelos para as altitudes mais baixas (300 a 400 m), laranja e vermelho para as intermediárias (400 a 650 m) e marrons para as mais elevadas (650 a 750 m).

O mapa de declividade foi feito com base na grade Retangular a partir da Triangular, de onde se criou um novo produto com os valores de grade e a partir deste, foi feito o fatiamento dos valores e finalizado na categoria temática, na qual foi possível atribuir às cores. Para a definição das cores, foram utilizados os tons claros para as áreas menos acentuadas e os tons escuros para as declividades mais acentuadas. Para a interpretação das classes de declividade seguiu-se a proposta de De Biasi (1993 *apud* Pinto *et al.* 2005), adaptada pelos autores (Tabela 1).

¹² “São linhas que definem discontinuidades na superfície para os dois diferentes lados da linha, como linhas de vale ou de crista. Um rio, por exemplo, pode ser editado como uma linha de quebra em que ao longo de suas margens há uma discontinuidade de relevo, sem nenhum valor de cota a ele associado” (SPRING/DPI).

¹³ “A grade retangular ou regular é um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares. Os vértices desses poliedros podem ser os próprios pontos amostrados, caso estes tenham sido adquiridos nas mesmas localizações xy que definem a grade desejada” (SPRING/DPI).

¹⁴ “Para cada ponto (x e y) da grade o sistema atribui a cota da amostra mais próxima ao ponto. Este interpolador deve ser usado quando se deseja manter os valores de cotas das amostras na grade, sem gerar valores intermediários” (SPRING/DPI).

¹⁵ “Para se calcular a superfície bilinear para uma célula da grade, aproveita-se as características de ordenação das posições dos elementos das células e otimiza-se o procedimento que implementa este interpolador. Este método é muito rápido computacionalmente em relação ao interpolador bicúbico. Sua maior desvantagem é a produção de superfícies pouco suavizadas. Portanto, deve ser usado quando uma aparência suave da superfície não for necessária” (SPRING/DPI).

¹⁶ “Na interpolação linear, um plano é ajustado para cada retalho triangular da grade, para determinar os valores de z em cada posição xy dentro do triângulo. Nesta abordagem linear as superfícies de retalhos diferentes encontram-se no lado comum destes triângulos. Isto significa que as bordas não têm continuidades suaves” (SPRING/DPI).

Tabela 1: Classes de declividade e relevo

Classes de declividade (%)	Relevo
0-3	Várzea - Plano
3-6	Plano a suave ondulado
6-12	Suave ondulado a ondulado
12-20	Ondulado a forte ondulado
20-40	Forte ondulado a montanhoso
>40	Montanhoso

Fonte: Pinto et al., 2005.

Para o mapa de orientação de vertentes foram definidas as faces a partir das propostas de Simielli (1981) e Oliveira (1984); os mesmos definem oito faces de orientação, a partir de um octógono (norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste). As vertentes que recebem maior insolação são representadas pelos tons quentes, as com menor insolação em tons frios e as áreas planas em tom claro, esta, recebendo sol em todos os horários de maneira uniforme.

Devido à passagem do satélite Landsat ser pela manhã, as faces das vertentes que estão recebendo maior luminosidade são as voltadas para norte, nordeste e leste.

Para o mapa de orientação de vertentes foi utilizada a função declividade do MNT tendo como entrada o formato grade, como saída foi gerado o mapa de exposição. Criando-se uma nova categoria MNT, onde foi feito o fatiamento dos valores, de acordo com o grau de inclinação das vertentes, de 0° a 360° ao passo de 45°, associados em 8 classes (agrupadas de duas em duas): 0°–45° N, 45°–90° L, 90°–135° L, 135°–180° S, 180°–225° S, 225°–270° W, 270°–315° W e 315°–360° N.

As cores foram definidas de acordo com a quantidade de radiação solar recebida no horário da manhã, sendo o norte em vermelho, o leste em laranja, o sul em azul, o oeste em marrom e as áreas planas em branco (Oliveira, 1984).

2.2.3. Mapeamento do uso do solo

Foram realizados três trabalhos de campo na área de estudo, para o reconhecimento da cidade e seu entorno; o primeiro em 4 de agosto de 2009, o segundo nos dias 7 e 8 de janeiro de 2011 e o terceiro em 10 de fevereiro de 2011; os dois últimos, serviram de verdade terrestre para correção do mapa de uso do solo. Uma imagem Ikonos II¹⁷, de abril de 2006, foi utilizada para o reconhecimento da área urbana.

¹⁷ Cedida pela Prefeitura Municipal de Campo Grande.

No mapa de uso do solo, foram utilizadas, com base no Manual Técnico de Uso da Terra (2006)¹⁸, as seguintes classes para o uso do solo: área urbanizada; cultura temporária; pastagem; silvicultura; floresta e corpos d'água continentais. De acordo com a descrição do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006):

- **Áreas Urbanizadas:** “compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas...” (p. 25).
- **Lavoura temporária:** “cultura de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio...” (p. 27).
- **Pastagem plantada:** “áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros” (p. 28).
- **Silvicultura:** “técnica ligada às condições biológicas que abrange ação imediata do florestal na mata, executando a implantação, composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, além de ser agente protetor, benfeitor e embelezador da paisagem” (p. 29).
- **Florestal:** “consideram-se como florestais as formações arbóreas, incluindo-se aí áreas de diferentes tipos de florestas” (p. 29).
- **Corpos d'água continentais:** “referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.” (p. 32).

2.3. Obtenção da Temperatura de Superfície

Para a transformação dos níveis de cinza da banda 6, em classes de temperatura aparente de superfície utilizou-se o suporte LEGAL do SPRING, criou-se uma nova categoria, MNT, para que assim as temperaturas fossem geradas, onde os valores digitais das imagens, lidos por um SCRIPT, tiveram seus dados convertidos em temperatura e distribuídos pela cena.

Para o tratamento da imagem termal, utilizou-se a fórmula abaixo proposta por Chander e Markham (2003), de modo a transformar os níveis de cinza da imagem em radiância ($W/m^2.sr.\mu m$), e posterior conversão em temperatura de superfície:

$$(1) \quad L = \{[(L_{max} - L_{min}) / (NC_{max} - NC_{min})] * (NC - NC_{min})\} + L_{min}$$

$$(2) \quad Temp (^\circ C) = \{(K1) / \ln [K2 / L] + 1\} - 273,15$$

onde, ***L_{max}*** e ***L_{min}*** representam, respectivamente, o valor de máxima e mínima radiância escalonados pelo sensor (encontrado geralmente no arquivo descritor das imagens), sendo

¹⁸ Disponibilizado *online* pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

$L_{max} = 15,303\lambda$ e $L_{min} = 1,2378\lambda$; NC representa o nível de cinza de cada *pixel* da imagem, sendo que NC_{max} representa o nível de cinza máximo e NC_{min} representa o nível de cinza mínimo, sendo $NC_{max} = 255,00Q_{calmax}$ e $NC_{min} = 0,00Q_{calmin}$; $K1$ e $K2$ são constantes de calibração para a banda do infravermelho termal (10,4 – 12,5 μ m), sendo $K1 = 607,76/L$ (W/m².sr. μ m); $K2 = 1260,56$ (Kelvin); e $L = 2,3025$.

Para a composição das cores, utilizou-se tons frios para as temperaturas baixas, partindo para os tons quentes para as temperaturas altas, associadas à intervalos de 1°C; sendo criada uma nova categoria TEMÁTICA, na qual se criou novas CLASSES TEMÁTICAS em ordem crescente.

A inserção dos elementos cartográficos foi feita no *software* SCARTA 4.3 e posteriormente realizada a finalização dos mapas no *software* CorelDraw 12.0.

2.4. Análise do Tempo

Para a análise do tempo, foram consultadas imagens meteorológicas do Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES 10)¹⁹, de 3 em 3 horas; cartas sinóticas de superfície, das 0Z e 12Z²⁰; e dados meteorológicas diários da estação automática da EMBRAPA²¹ de três dias antes e três dias após o imageamento do Landsat 5 TM.

¹⁹ Disponibilizadas *online* pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

²⁰ Disponibilizadas *online* pela Marinha do Brasil.

²¹ Disponibilizados *online* pelo CEMTEC/AGRAER.

CAPÍTULO 3 – ÁREA DE ESTUDO E USO DO SOLO

3.1. O contexto regional

Campo Grande (20°S, 54°W e 530 m), a capital do Estado (Figura 2), se localizada na região central; possui um total de 654.299 habitantes²² (Censo de 2000, IBGE), sua densidade demográfica é de 81,74 hab/km²; a área do município é de 8.096 km² e a área urbana²³ de 353,02 km² (PLANURB, 2006). As suas principais atividades econômicas são: serviços, comércio e indústria.

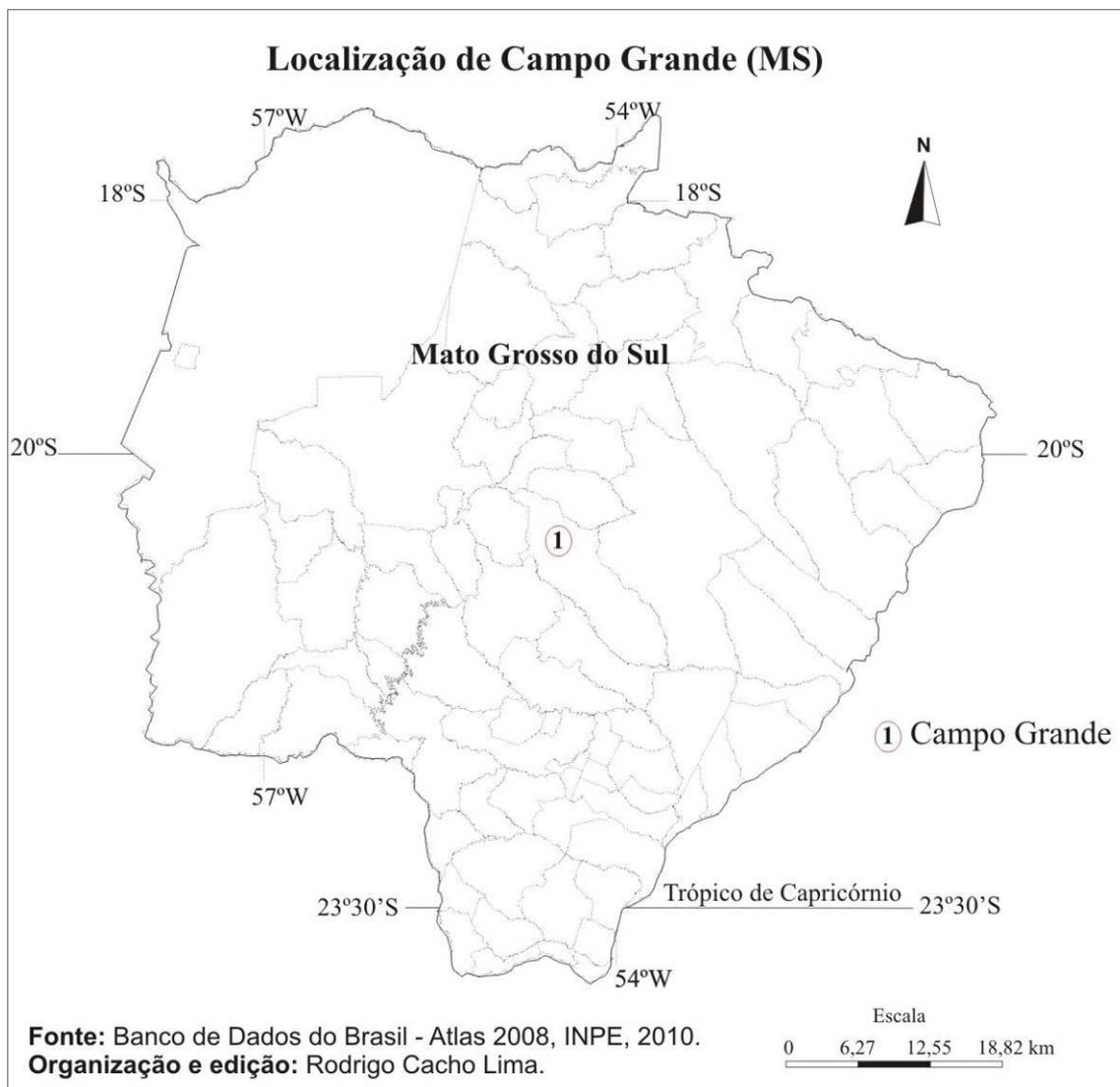


Figura 2: Localização de Campo Grande em Mato Grosso do Sul.

²² Segundo os dados preliminares do Censo de 2010, a população da cidade de Campo Grande é de 776.654 habitantes (IBGE).

²³ A área urbana em 1969 era de 26.223 ha e em 2005 passou a ser de 35.302,82 ha, de acordo com a Lei n. 74 de 6/9/2005 (PLANURB, 2010).

A região localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná, seu arcabouço geológico é constituído pelas litologias do Grupo São Bento (PLANURB, 2006), o que se constitui do pacote formado pelos arenitos eólicos da Formação Botucatu, na base, e basaltos da Formação Serra Geral com lentes de arenitos intertrapeanos na porção superior (RADAM BRASIL, 1982). Extensas áreas com cobertura de solos basálticos totalmente alterados ocorrem em toda a porção recoberta pela Formação Serra Geral a leste da escarpa formada pela Serra de Maracaju (RADAM BRASIL, 1982).

A região de Campo Grande localiza-se no Planalto de Maracaju Campo Grande, que corresponde à terminação sul da borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná, separando parte das águas que fluem para o Rio Paraguai daquelas que constituem a rede de afluentes do Rio Paraná. Possui cotas altimétricas de 200 a 650m e há patamares topográficos; trata-se de uma unidade bastante homogênea, devido à predominância de altitudes médias e de feições amplas e aplanadas (RADAM BRASIL, 1982).

Na área de estudo ocorrem solos do tipo Latossolo Vermelho, e apenas uma pequena porção ao sul da área pertence à classe dos Neossolos Quartzarênicos (RADAM BRASIL, 1982; EMBRAPA, 2006).

A vegetação na região é de Savana (Cerrado), sendo a noroeste a Natural, arbórea aberta sem floresta de galeria (Serra de Maracaju); na cidade e seu entorno imediato, a Antrópica, agropecuária e pastagem; a oeste e noroeste da área de estudo, a Antrópica, agricultura e cultura cíclica, como a soja, trigo, feijão, cana-de-açúcar (RADAM BRASIL, 1982).

Campo Grande localiza-se na região de clima tropical, do tipo Aw, com verão chuvoso e inverno seco²⁴.

As temperaturas médias mensais variam de 19,1°C em junho; a 24,4°C, em janeiro e fevereiro (Figura 3).

A média anual das temperaturas máximas é de 29,8°C. A menor média das máximas é de 26,1°C em junho; e a maior, é de 30,6°C, em outubro (Figura 3). A temperatura máxima absoluta foi de 40,1°C registrada em 8 de novembro de 1985 (INMET, 1992).

A média anual das temperaturas mínimas é de 17,8°C. A menor temperatura média das mínimas é de 14°C, em julho e a maior é de 20,4°C em novembro (Figura 3). A temperatura mínima absoluta foi de -0,4°C em 14 de agosto de 1978.

²⁴ Os dados referentes aos elementos do clima de Campo Grande são das Normais Climatológicas de 1961 a 1990 (INMET, 1992). A estação meteorológica de Campo Grande está localizada em 20°27'S e 54°37'W, a uma altitude de 530 metros e a cuba do barômetro a 530,80 metros.

O total médio anual de precipitação é de 1.469 mm. Quanto à precipitação mensal, esta se mantém acima dos 100 mm, com exceção dos meses de junho a setembro (Figura 3).

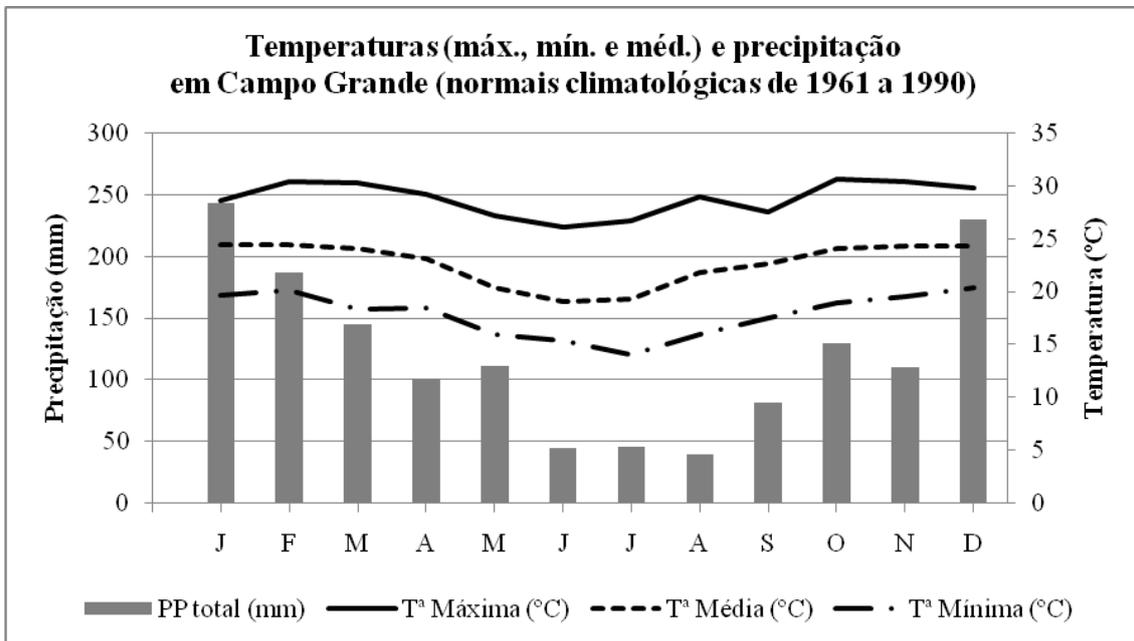


Figura 3: Temperaturas máximas, médias, mínimas e precipitação mensal na região de Campo Grande (MS). Fonte: INMET (1992).

O estudo da produção agrícola de Campo Grande norteou a pesquisa para fins de reconhecimento do que é produzido na área de estudo, para posterior relação com o mapa de uso do solo e por fim, sua relação com as temperaturas de superfície.

A produção agrícola do município de Campo Grande no ano de 2009, de acordo com as informações do IBGE Cidades, mostra que as maiores áreas cultivadas foram à soja, milho e o sorgo (Tabela 2).

Tabela 2: Produção Agrícola do Município de Campo Grande - 2009

Cultivo (em grão)	Área plantada (ha)
Soja	9.200
Milho	7.980
Sorgo	800
Arroz	400
Trigo	270
Aveia	200
Feijão	200
Outros	455

Fonte: IBGE.

As principais culturas podem ser cultivadas em toda a área do município, solos e grupos (Ministério da Agricultura/Zoneamento Agrícola, 2009). Para a lavoura temporária da

soja, o início do plantio deve ser no mês de março e ir até o mês de dezembro; para o sorgo, o mês de início do plantio é janeiro, podendo ser plantado até o mês de março; para o milho safrinha, o início do plantio deve ser em janeiro e ir até o mês de março; para o milho o cultivo deve ser iniciado no mês de setembro e estender-se até o mês de dezembro; para o milho, o cultivo deve ser iniciado no mês de outubro e ir até o mês de fevereiro; e para a cana-de-açúcar, cultura semi-perene, que é classificada em duas categorias, uso para fins de açúcar e álcool, e para outros fins, como ração, por exemplo, devem ser plantadas de dezembro a abril (Ministério da Agricultura).

3.2. Área de estudo

A área de estudo (Figura 4) inclui a cidade de Campo Grande e a área rural adjacente, localizada entre as coordenadas geográficas de 20°19'05"S a 20°38'08"S e de 54°49'08"W a 54°25'56"W. Na Figura 4 é mostrada a divisão administrativa das regiões urbanas da cidade de Campo Grande.

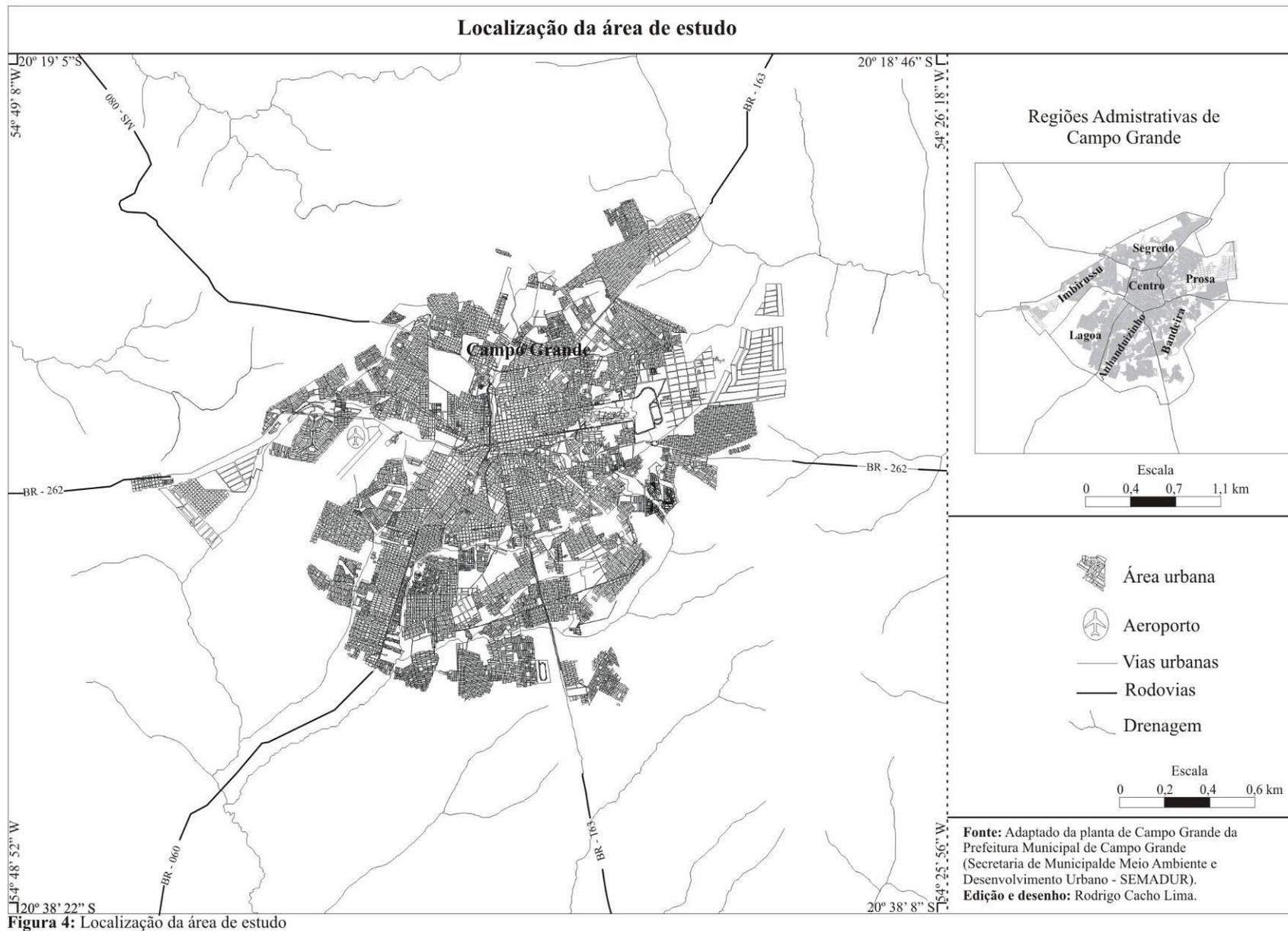
3.2.1. Carta Geotécnica de Campo Grande: suas características

As características geotécnicas²⁵ da cidade de Campo Grande foram classificadas em cinco Unidades (descritas abaixo), pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (Carta Geotécnica de Campo Grande, 1991).

A Unidade I possui o relevo de colinas, suave ondulado e ondulado; solos argilosos e argilo-arenosos de textura média e argilosa (Formação Serra Geral). É de baixa a média suscetibilidade à erosão e permeabilidade; esta Unidade ocupa a maior parte da área urbana, representa 50%, seguida pela III, II, IV e V. Nesta Unidade encontra-se a área central da cidade.

A Unidade II possui relevo de colinas, suave ondulado; solos arenosos (Formação Caiuá). Os terrenos são de alta suscetibilidade à erosão e permeabilidade do solo; essa unidade representa 12% da área urbana. Localiza-se a norte e nordeste da cidade na transição com a zona rural.

²⁵ A elaboração da Carta Geotécnica foi um projeto desenvolvido no período de fevereiro de 1989 a agosto de 1990 pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (PLANURB) e com o apoio técnico do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), com o objetivo de estabelecer critérios e recomendações para o uso e ocupação do solo urbano (área de 33.400 hectares). Foram utilizadas fotografias aéreas nas escalas 1:60.000 USAF/1966 e 1:8.000 ESTEIO/1983; a planta topográfica; os perfis hidrogeológicos da SANESUL; os perfis de fundação da SOTEFF Fundações LTDA e informações verbais do Eng. Civil Armando Freitas (Carta Geotécnica de Campo Grande, 1991).



A Unidade III possui relevo representado por platôs e colinas, suave ondulado com embaciamentos localizados; os solos são areno-argilosos mal drenados, silte-argilo-arenosos e silte-arenosos (Formação Serra Geral). Nesses terrenos o nível d'água está próximo à superfície, e possui alta erodibilidade; nessa unidade é onde ficam as áreas de ocupação mais crítica da cidade, essa unidade representa 33% da cidade; é onde se localizam os maiores vazios urbanos.

A Unidade IV representa as várzeas e fundos de vales (aluviões recentes); os solos são aluviais e hidromórficos (áreas alagadiças), essa unidade representa 5% da área urbana; alguns córregos não são canalizados.

A Unidade V apresenta-se fragmentada espacialmente, pois é onde se localizam as cabeceiras da drenagem; relevo suave ondulado e ondulado; possui solos diversos (Formação Serra Geral, com arenitos da Formação Caiuá); são de alta suscetibilidade à voçorocas.

3.2.2. A cidade

Após a instalação da linha férrea em 1914, o oeste da cidade foi ocupado na década de 30 por grandes construções militares em extensas áreas (até hoje); a concentração urbana de Campo Grande até a década de 1960 estava localizada nas proximidades da área central, na confluência dos córregos Prosa e Segredo (PLANURB, 2010). A partir da década de 70, o crescimento dos loteamentos urbanos aprovados ainda se manteve nos bairros próximos ao Centro, porém, ocupando pequenas áreas a nordeste, leste, sul (conjuntos habitacionais) e oeste da malha urbana (construções militares) (PLANURB, 2010).

Na década de 1980 o crescimento da cidade avançava, porém ainda mantendo grandes vazios urbanos entre os bairros da periferia e a área central. Em 1990 o crescimento urbano intensificou-se nas regiões sul, norte, nordeste e noroeste da cidade. O crescimento urbano de Campo Grande se manteve da década de 90 até o ano de 2009, principalmente na região sul da cidade. No ano de 2009 as áreas desocupadas ou pouco ocupadas localizam-se nas regiões noroeste, leste, sudeste (áreas verdes) e sudoeste (Distrito Industrial e áreas militares) da cidade (PLANURB, 2010)²⁶.

O crescimento dos loteamentos em Campo Grande esteve ligado à implantação da linha férrea que cortava a cidade, a área de maior densidade de ocupação é o Centro e o seu entorno imediato; seguido pelas vias de acesso (Corredores) que vão no sentido à periferia

²⁶ Em 1989 havia 552 loteamentos aprovados ocupando uma área total de 371.206,80 m², em 2009 havia 3.940 loteamentos aprovados, em uma área de 2.101.000,32 m² (PLANURB, 2010).

da cidade. O nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste são as regiões onde os loteamentos têm a menor ocupação, por serem áreas destinadas à ocupação industrial (PLANURB, 2010).

A cidade de Campo Grande é dividida em 7 Regiões (Figuras 4 e 5): Centro (13 bairros), Prosa (10 bairros), Bandeira (10 bairros), Anhanduizinho (12 bairros), Lagoa (10 bairros), Imbirussu (7 bairros) e Segredo (7 bairros) (PLANURB, 2010).

Na Tabela 3 são apresentadas as regiões com o maior e o menor número de habitantes em Campo Grande; a região com o maior número de habitantes é o Anhanduizinho, com mais de 169 mil habitantes e a região com a menor população é a do Prosa com menos de 70 mil habitantes (PLANURB, 2010).

Tabela 3: Indicadores e variáveis demográficos selecionados no município e Regiões Urbanas de Campo Grande – 2007.

Indicadores	Campo Grande	Regiões Urbanas						
		Centro	Segredo	Prosa	Bandeira	Anhanduizinho	Lagoa	Imbirussu
População total	724.524 (*)	74.373	93.965	69.541	104.094	169.966	105.103	95.862
População masculina	348.618	33.886	45.473	34.122	50.138	81.798	50.627	46.332
População feminina	371.663	39.683	47.869	34.799	53.165	87.205	54.200	49.375
Idade média	30,54	36,55	29,16	30,51	30,09	29,04	30,17	30,78
Taxa média geométrica de crescimento anual (%) - 2000/2007	1,33	- 0,26	1,97	2,63	1,13	1,67	0,91	0,97
Densidade demográfica (hab/ha)	89,49 hab/km ²	36,97	20,89	12,50	16,69	27,45	20,78	16,69
Média de moradores por domicílio	3,24	2,77	3,25	3,21	3,19	3,28	3,30	3,28

Fonte: PLANURB, 2010; p. 68. (*) População total do município.

O rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios no ano de 2000 em Campo Grande era de R\$ 970,62; a renda *per capita* do município era de R\$ 394,71 em 2000 (PLANURB, 2010).

Em Campo Grande a distribuição da renda por Região Administrativa é apresentada da seguinte maneira: no Centro a renda média mensal é dividida em norte com ganho de R\$ 501,00 a R\$1.000,00, e sul com renda média de R\$ 501,00 a mais de R\$3.000,00. A Região do Prosa, a leste se ganha até R\$ 500,00, e a sul de R\$ 501,00 a mais de R\$ 3.000,00; na Região Prosa está localizado o Parque dos Poderes, onde estão inseridos os Órgãos Públicos Estaduais e o cálculo não é aplicado. Na Região do Bandeira, ao sul a renda vai até R\$ 500,00 e ao norte, de R\$ 501,00 a mais de 3.000,00 reais (PLANURB, 2010).

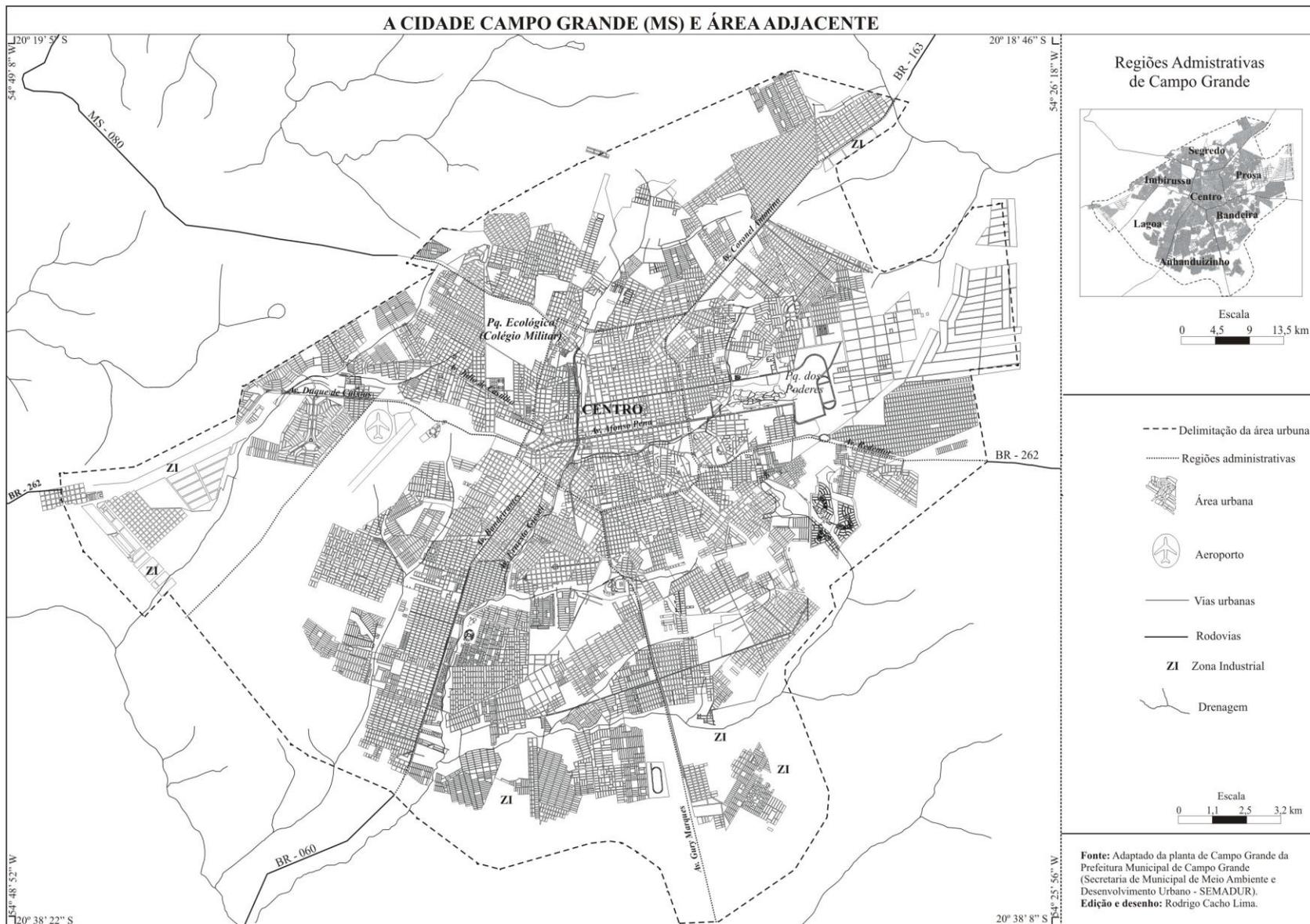


Figura 5: Planta da cidade de Campo Grande (MS).

Na Região do Anhanduizinho o rendimento médio a sul e sudoeste é de até R\$ 500,00, a norte e leste vai de R\$ 501,00 a até R\$ 3.000,00 reais, nesta região, encontra-se a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, onde o cálculo não é aplicável. Na Região Lagoa, a nordeste, leste e sul o rendimento médio mensal varia de R\$ 500,00 a 1.000,00 reais; no extremo nordeste (área militar) o cálculo não é aplicado, a noroeste (aeroporto) a renda varia de R\$ 2.001,00 a R\$ 3.000,00. Na Região do Imbirussu, a leste, a renda média mensal das famílias vai de R\$ 500,00 a R\$ 1.500,00, enquanto que a oeste, de R\$ 500,00 a 1.000,00 reais. Na Região Segredo o rendimento dos responsáveis, a norte, é de até R\$ 500,00, a leste e sul, de R\$ 500,00 a 1.500,00 reais, e a oeste, de R\$ 501,00 a 1.000,00 reais (PLANURB, 2010).

O ordenamento do solo urbano já é seguido desde 1978, com a Lei n. 1748; em 1988 foi aprovada a nova Lei de uso do solo, a n. 2567, onde foram estabelecidas as Zonas de uso, que em 2005 foi alterado pela Lei Complementar n. 74, nesta, além das Zonas também foram criados os Corredores Viários, que são as principais vias comerciais, fazendo a ligação do “centro-periferia-centro” (Figura 5, ZI).

Em Campo Grande o setor primário da economia municipal é representado pela carne, leite, peixe, fruticultura, horticultura, ovinocultura, apicultura e outros (PLANURB, 2010).

Para atender o setor secundário foram criados Pólos Empresariais, que são áreas de pequeno, médio e grande porte (Figura 5, ZI).

O Pólo Empresarial Miguel Lettereillo está localizado no extremo norte da malha urbana e possui 50 hectares, dividido em 44 lotes; Pólo Empresarial Cons. Nelson B. Nettol, está localizado a oeste, em uma área de 314 hectares e foi dividido em aproximadamente 280 lotes; Pólo Empresarial Paulo Coelho Machado, localiza-se no extremo sul da malha urbana, dividido em 70 lotes em uma área de 5,5 hectares; Área do Anel Rodoviário localiza-se em duas áreas próximas ao Anel Rodoviário Edgard Lopes de Faria, em uma área de 162 hectares, com 112 lotes, e Núcleo Industrial Indubrasil, está localizado a sudoeste da malha urbana em uma área de 200 hectares, possuindo 80 lotes.

Quanto ao setor terciário, o número de estabelecimentos comerciais é de 9.441, de comércio atacadista é de 676, de comércio varejista, é de 8.765 lojas; o ramo dos prestadores de serviços é de 1.134, e há 105 agências bancárias. O consumo de energia elétrica no município é de 1.137.529 MW/h e o abastecimento de água atende 98% da população (PLANURB, 2010).

A cidade de Campo Grande possuía em 2009 um total de 3.850,57 km de vias, sendo que aproximadamente 61% destas, estão pavimentadas. As principais regiões asfaltadas são o

Centro, os bairros próximos a ele, os bairros de ocupação mais antiga e as principais vias de acesso ao Centro (PLANURB, 2010).

A frota de veículos do município de Campo Grande é de 355.992. O transporte coletivo trabalha com 166 linhas de ônibus, transportando diariamente aproximadamente 255.203 passageiros por dia, com um total, em 2009 de 541 ônibus. O aeroporto está localizado a 7,5 km do centro da cidade, possui um pátio de manobras de 36.000 m², com pista de asfalto e concreto (PLANURB, 2010).

Apesar da área urbana de Campo Grande ser de 35.302,82 ha, é grande as áreas sem construções na cidade, seja pela ocupação de parques, seja em áreas de transição entre o urbano e o rural, ou ainda em áreas destinadas às indústrias (Figura 5).

O mapa de uso do solo urbano da Prefeitura Municipal de Campo Grande, descrito abaixo, foi elaborado com 12 Zonas que são classificadas em: I - Uso Industrial, com 9 categorias de uso; A - Comércio Atacadista, com 9 categorias de uso; V - Comércio Varejista, com 7 categorias de uso; R - Residencial, com 3 tipos de uso; E - Especial e S - Serviços, ambos com 20 categorias de uso; e Corredores, que corresponde a 6 categorias de uso.

Na área central da cidade, há predomínio de uso residencial, comercial (atacadista, varejista e serviços) e industrial com suas restrições de acordo com a Lei de Uso do Solo Urbano.

No entorno imediato à área central, não é permitido o uso do solo pelo comércio atacadista e industrial, na área próxima à Reserva do Parque do Prosa; nas demais áreas todos os usos são permitidos.

Nas áreas de transição da área urbana com a rural são permitidos todos os usos, inclusive as categorias de uso industrial.

Na área central de Campo Grande, onde todas as vias são pavimentadas, há pouca vegetação arbórea e os córregos que cortam a área central, são canalizados.

3.2.2.1. Áreas verdes

Na área urbana de Campo Grande existem 9 parques localizados nas nascentes dos córregos ou ao longo da drenagem (Anexo 3). O Parque Florestal Antônio de Albuquerque, conhecido como Horto Florestal, possui área de 4,5 ha e está localizado na área central da cidade. O Parque das Nações Indígenas localiza-se a leste da cidade, na região do Parque do Prosa e possui área de 119 ha; junto ao Parque das Nações Indígenas está inserido o Parque Estadual do Prosa, com área de 135 ha, a 600 metros de altitude, neste parque também está

incluso o Parque dos Poderes, onde se localiza o poder político-administrativo do Estado. O Parque Estadual Matas do Segredo, está localizado na nascente do Córrego Segredo, ao norte da área urbana e possui 180 ha. A Lagoa Itatiaia, a leste, ocupa 10 ha, próximo à Lagoa está localizada a Estação Ecológica Dhama. O Parque Ecológico do Anhanduí está localizado no prolongamento da Av. Ernesto Geisel, nas proximidades dos córregos Bandeira e Anhanduí, e possui área de 18,3 ha. O Parque Ecológico Alexandre Rodrigues Ferreira, está localizado no Colégio Militar, a noroeste da cidade, em área de 23 ha, com vegetação típica de cerrado. O Parque Ecológico do Sóter possui uma área de 22 ha, localizado a nordeste da área urbana, na nascente do Córrego Sóter.

Foram apresentadas as características naturais, históricas, econômicas e demográficas da área de estudo. Apesar do processo de crescimento da cidade, Campo Grande, ainda mantém áreas vazias e áreas destinadas aos parques urbanos. Com vistas a minimizar os impactos do crescimento urbano ao meio ambiente, desde o final da década de 70 o ordenamento para o uso do solo já é seguido.

3.3. Hipsometria, Declividade e Orientação de Vertentes

Na área de estudo a amplitude entre as cotas das curvas de nível foi de 550 metros, as cotas mais baixas estão a noroeste da Serra de Maracaju; a drenagem desse quadrante esco para os rios da Bacia do Rio Paraguai; as altitudes mais elevadas localizam-se na porção centro-leste da área de estudo (Figura 6).

O Córrego Ceroula, localizado a noroeste da área de estudo, deságua no Rio Aquidauana e segue para a Bacia do Rio Paraguai. Os demais córregos da área de estudo, pertencem à Bacia do Rio Paraná (Figura 6).

Na área urbana, o leste da cidade é mais elevado, variando de 450 a 750 m, do que o oeste, variando de 400 a 600 m; na área central as altitudes variam de 450 a 600 m (Figuras 4, 5 e 6).

A nordeste da área urbana, onde se localizam as maiores altitudes, de 600 a 750 m, há um divisor de águas das bacias Ribeirão das Botas, ao norte, e os córregos Segredo e Prosa que, quando confluem, formam o Rio Anhanduí. O Ribeirão das Botas é afluente direto do Rio Pardo; o Rio Anhanduí, deságua no Ribeirão Lontra, que por sua vez é afluente do Rio Pardo.

Na Serra de Maracaju (noroeste da área de estudo) as altitudes variam de 300 m a 700 m. Ao sul e sudoeste da área de estudo as altitudes variam de 400 a 550 m (Figura 6).

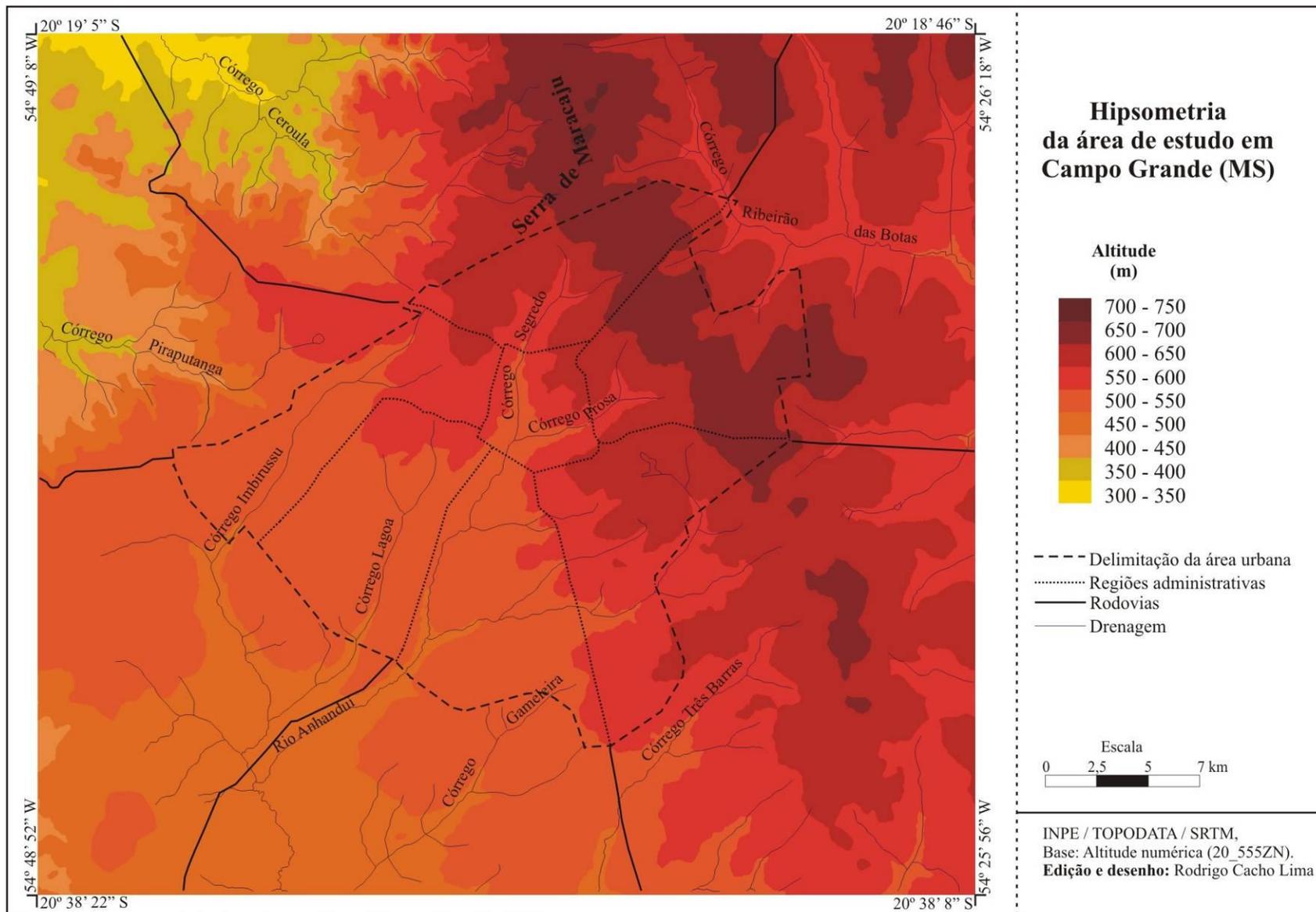


Figura 6: Hipsometria da área de estudo em Campo Grande (MS).

Na área urbana, o leste é mais movimentado que o oeste (Figuras 4, 5 e 7); na área central, a nordeste, leste e sudeste o relevo mostra-se de plano a ondulado em função das drenagem que corta a área (Figuras 4, 5 e 7). No sul e sudoeste da área urbana predominam áreas planas, com exceção das áreas próximas da drenagem (Figura 7).

As áreas onde o relevo mostrou-se mais movimentado, do plano ao montanhoso, estão a noroeste da imagem, na Serra de Maracaju (Figura 7); a norte, nordeste, leste e sudeste a declividade variou de plano a ondulado; ao sul e sudoeste da imagem há o predomínio de áreas planas (Figura 7). Ao longo da drenagem, em toda a imagem, as declividades variaram de plano a ondulado (Figura 7).

No urbano, na área central e nordeste da cidade estão com as vertentes voltadas para oeste, em sua maior parte; a leste e sudeste com vertentes voltadas para o sul, e no sudoeste com o predomínio de áreas planas e vertentes voltadas para oeste (Figura 8).

Nas regiões norte, nordeste e leste há o predomínio de vertentes que estão voltadas para leste (Figura 8). No sudeste da área de estudo predominam vertentes voltadas para sul (Figura 8).

Na região sudoeste da imagem as áreas planas estão bem destacadas (Figura 8). No nordeste da imagem, onde localiza-se a Serra de Maracaju a distribuição das vertentes parece ser homogênea (Figura 8).

3.4. Uso do Solo

Na Tabela 4 podem ser observadas as cinco classes de uso do solo da área de estudo, a classe que ocupa a maior área é a de pastagem, seguida pela florestal e área urbanizada (Figura 9).

Tabela 4: Classes de uso do solo na área de estudo

Classes de uso	km²	%
Área urbanizada	169,75	10,6
Pastagem	1.027,92	64,2
Florestal	247,01	15,4
Cultura temporária	118,40	7,4
Silvicultura	33,42	2,1
Corpos d'água	5,64	0,4
Área classificada	1602,14	100,0

Classificação realizada a partir de imagem Landsat 5TM de 15/6/10.

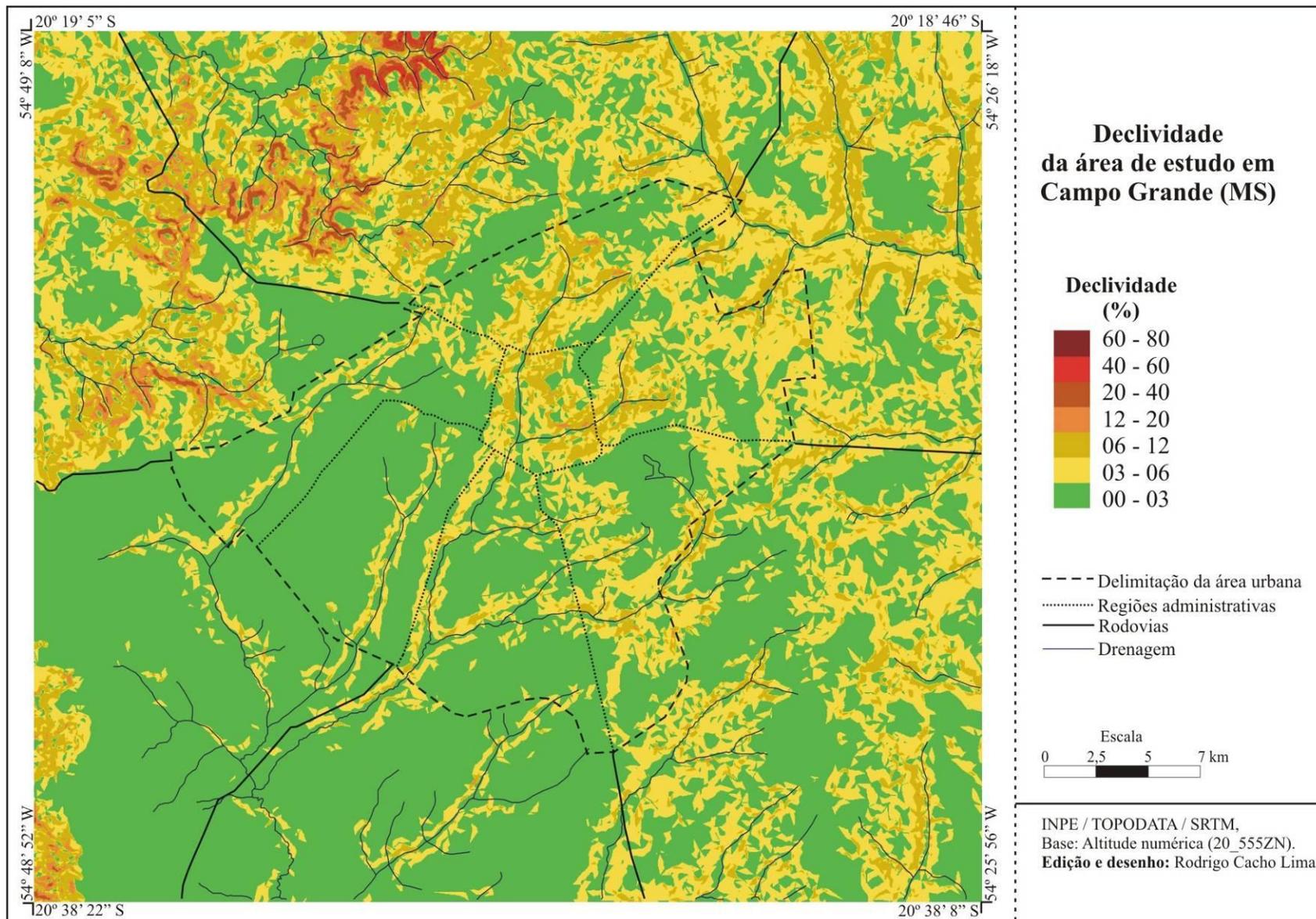


Figura 7: Declividade da área de estudo em Campo Grande (MS).

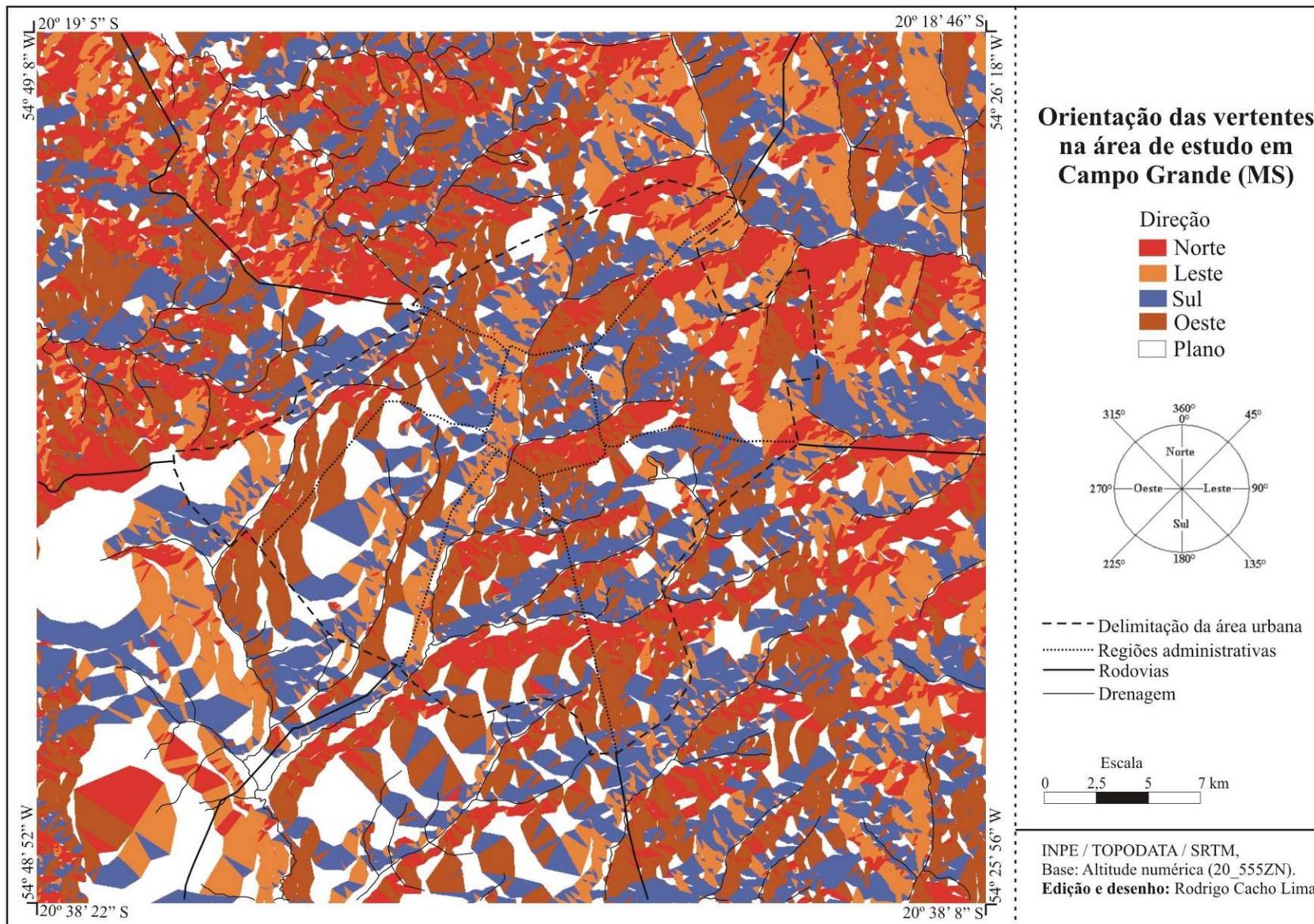


Figura 8: Orientação das vertentes na área de estudo em Campo Grande (MS).

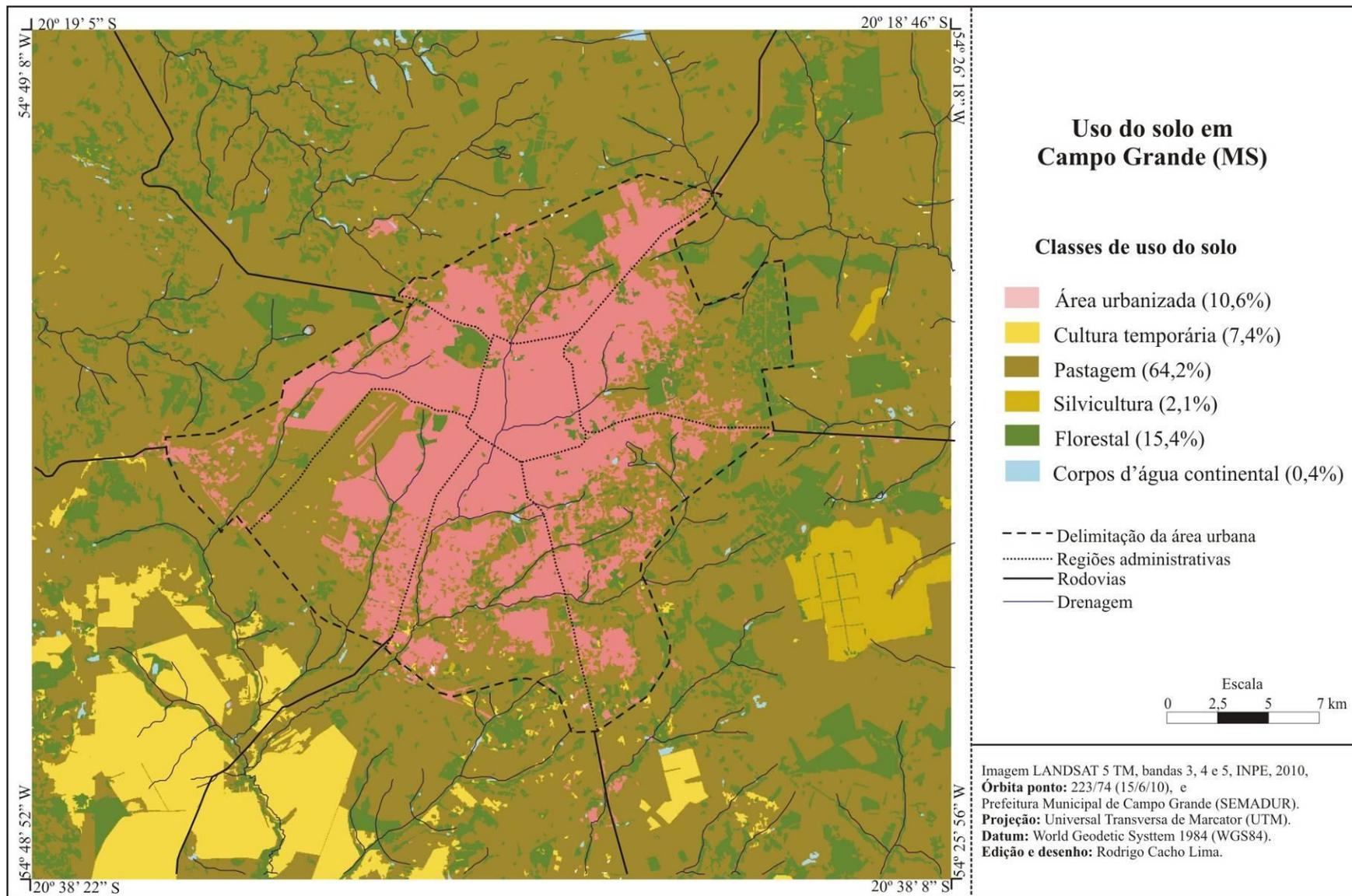


Figura 9: Uso do solo na área de estudo em Campo Grande (MS).

A área urbanizada representa 10% da área de estudo e localiza-se na parte central da área de estudo, à medida que nos afastamos da área central (Figuras 3 e 4) a ocupação vai se tornando mais esparsa em direção à periferia (Figura 9).

No centro da cidade (Figuras 4 e 5), a ocupação é mais compacta (Figura 9). A ocupação por edifícios elevados é esparsa²⁷ (Figuras 10 A e B). Todas as vias são cobertas por asfalto (ver Nota 25); os córregos que cortam a área urbana são canalizados parcialmente (Figura 10 C) ou totalmente (ver Nota 25); e a arborização é rarefeita (ver Nota 25), podendo ser observada ao longo da Avenida Afonso Pena e nas Praças Ary Coelho (Figuras 10 D) e Rádio Clube.

Ao longo dos corredores comerciais os tipos de construções são grandes, do tipo galpões com telhados de zinco (Figuras 11 A, B e C), estes corredores estão ao longo das principais vias urbanas ligando a área central à periferia (ver Nota 25 e Figura 5).

Na área urbana há presença de áreas verdes (Figura 9 e Anexo 3). São exemplos o Parque dos Poderes (Figura 12 A) a leste da cidade; o parque ecológico localizado na área do Colégio Militar (Figura 5) e a reserva que pertence à Universidade Católica Dom Bosco (Figura 12 B) a nordeste do mapa de uso do solo.

Ao nordeste da cidade (Figura 9) há ocupação residencial (ver Nota 25) do tipo conjuntos habitacionais, a exemplo do Conjunto Habitacional Conceição dos Bugres (Figura 13 A), a nordeste da cidade (Figuras 4 e 5); todavia em muitos destes conjuntos, os mesmos, já não possuem as suas características originais, pois foram ampliadas pelos moradores, estes, construindo varandas que chegam até os muros, por exemplo (Figura 13 B) a sul da cidade. Nestes bairros a maior parte das vias é coberta por asfalto, as casas são de alvenaria e a arborização é rarefeita (ver Nota 25).

As ocupações residenciais (ver Nota 25) podem ser observadas a leste da cidade, nas proximidades do Parque dos Poderes (Figura 14 A), e a sudeste, (Figura 14 B), onde as casas são de classe média alta, as telhas são de cerâmica, os lotes são maiores, as ruas são arborizadas e há praças arborizadas (ver Nota 25).

As áreas de transição entre o urbano e rural a norte do aeroporto (Figura 9), em alguns casos são caracterizadas por construções populares (Figura 15), onde as paredes das casas não possuem reboco, os telhados são de amianto, há plantações nos lotes, e estes são grandes (ver Nota 25).

²⁷ Visualizado na imagem Ikonos II.

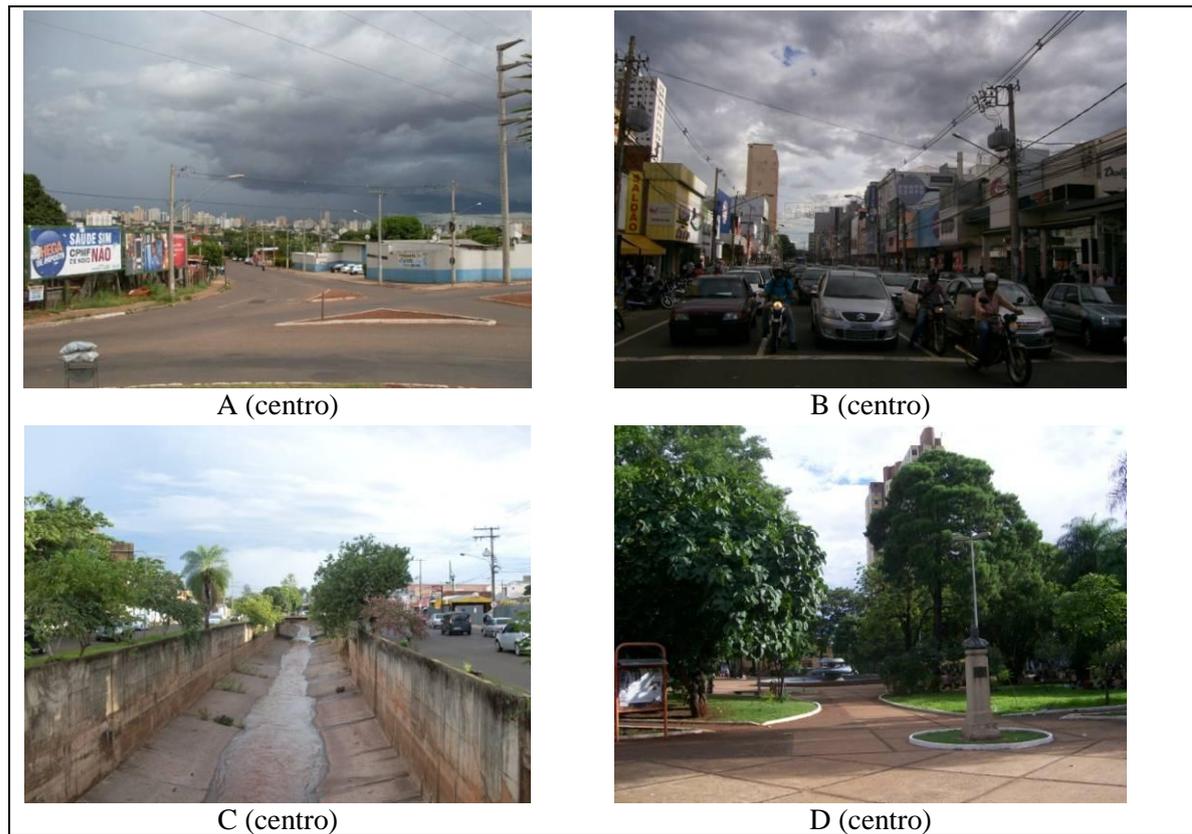


Figura 10: Fotos de ocupação na área central de Campo Grande (MS). A: Avenida Tamandaré; B: Rua Dom Aquino com a Rua 13 de Maio; C: Rua Cândido Mariano com Avenida Ernesto Giesel, e D: Praça Ary Coelho. Foto: Rodrigo Cacho Lima, 7 e 8/1/2011.

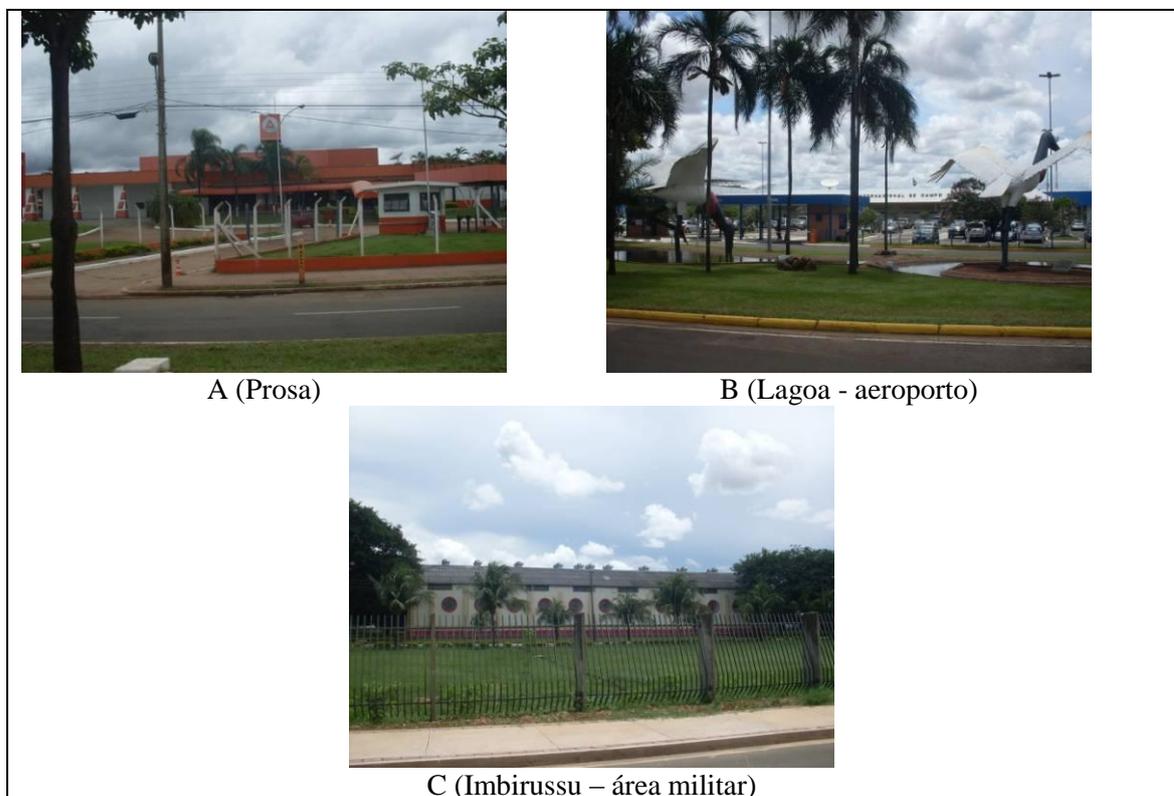


Figura 11: Fotos de ocupação por grandes construções em Campo Grande (MS). A: Avenida Gury Marques; B e C: Avenida Duque de Caxias. Foto: Rodrigo Cacho Lima, 8/1/2011.



A (Prosa)

B (Segredo)

Figura 12: Fotos de áreas verdes em Campo Grande (MS). A: Parque dos Poderes e B: Área de Pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Foto: Rodrigo Cacho Lima, 8/1/2011.



A (Segredo)

B (Bandeira)

Figura 13: Fotos de ocupação residencial popular em Campo Grande (MS). A: Rua São Nicolau, bairro Santa Luzia; B: Rua Araríba, bairro Moreninha. Foto: Rodrigo Cacho Lima, A (7/1/11) B (11/2/11).



A (Prosa)

B (Bandeira)

Figura 14: Fotos de ocupação residencial de classe média alta em Campo Grande (MS). A: no bairro Chácara Cachoeira; B: no bairro Jardim TV Morena. Foto: Rodrigo Cacho Lima, 8/1/2011.



Figura 15: Foto de área de transição entre o urbano e o rural em Campo Grande (MS); Rua Adélia Fralha, Jardim Búzios (Imbirussu). Foto: Rodrigo Cacho Lima, 8/1/11.

As áreas de pastagens ocupam a maior área (Tabela 4 e Figura 9) e apresentam diferenças entre si, como pode ser visualizado na Figura 16 A, a noroeste da área de estudo em uma área de relevo suave a suave ondulado enquanto ao longo da BR 163 (Figura 16 B), em meio ao pasto pode ser observada a presença de pequenos arbustos (pasto sujo), em uma área de relevo com colinas com topos amplos.

A cultura temporária, a sudoeste (Figura 9), ocupa 7% da área de estudo; em uma área de relevo plano (Figuras 6 e 17), ao longo da BR 060. A área de silvicultura ocupa uma das menores áreas e está a leste da área de estudo (Tabela 4 e Figura 9). A menor classe de uso são os corpos d'água (Tabela 4 e Figura 9).

A florestas representam 15% da área de estudo (Tabela 4), sendo observadas em toda a área de estudo de forma fragmentada (Figura 9), em áreas próximas à drenagem, à Serra de Maracaju (Figura 6) e em meio às áreas de pastagem (Figura 9).



Figura 16: Fotos de diferenças entre as áreas de pastagem. A: campo limpo ($20^{\circ}20'20,7''S$ e $54^{\circ}46'17,5''W$) e B: campo sujo ($20^{\circ}22'16,4''S$ e $54^{\circ}31'58,9''W$). Foto: Rodrigo Cacho Lima, 11/2/2011.



Figura 17: Foto de área de cultura temporária no entorno de Campo Grande (20°36'47,1"S e 54°44'36,7"W) Foto: Rodrigo Cacho Lima, 11/2/2011.

CAPÍTULO 4 – TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM CAMPO GRANDE

4.1. Temperatura de Superfície Urbana na Estação Chuvosa

4.1.1. O tempo em 12 de abril de 2010

De acordo com a interpretação das cartas sinóticas e das imagens GOES de 10 a 14 de abril de 2010 (Figura 18), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se manteve ao norte do Equador entre os dias 10 e 11/4, dos dias 12 a 14/4 atuou sobre o Equador; a convecção da Amazônia estava distribuída sobre a região em todos os dias analisados; a Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) atuou todos os dias sobre o oceano apenas variando sua posição latitudinal (norte/sul).

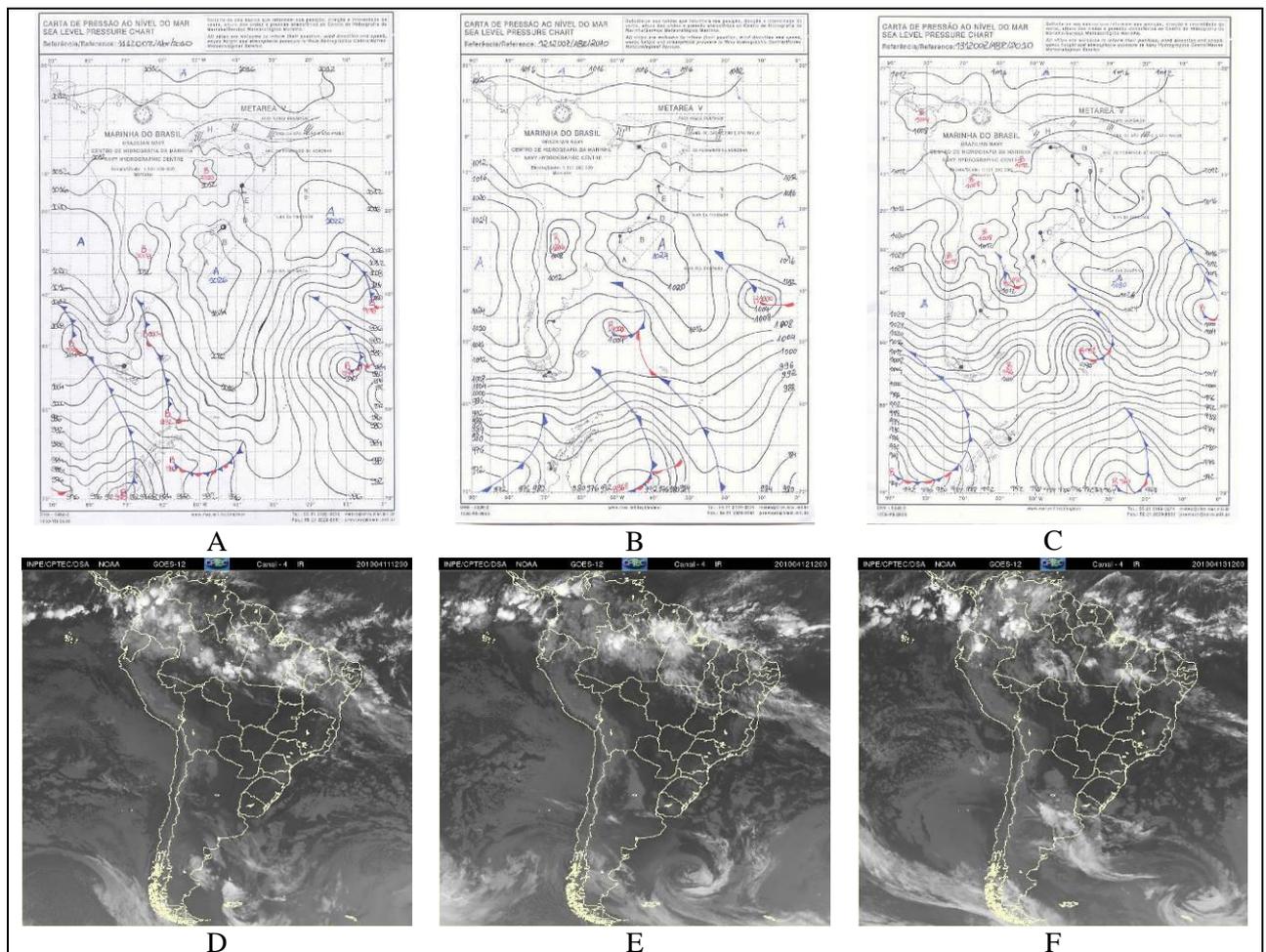


Figura 18: Cartas sinóticas de superfície dos dias 11 (A), 12(B) e 13(C) de abril às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 11(D), 12(E) e 13(F) às 12GMT.

Em todos os dias analisados o céu se manteve sem nuvens no Brasil central. Uma frente fria atuou sobre o Atlântico do dia 10 ao dia 13; e outra frente fria atuava na latitude da

Argentina. No dia 12 surgiu uma linha de instabilidade na Região Nordeste e atuou até o dia 14, neste dia outra linha de instabilidade surgiu na latitude do Rio Grande do Sul; no dia 13 formou-se uma frente fria na latitude do Uruguai permanecendo até o dia 14.

De acordo com a carta sinótica de superfície do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no dia 12 às 12Z, a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) encontra-se centrada em 32°S/40°W com pressão de 1023 hPa; a circulação associada a este anticiclone atua sobre boa parte da faixa centro-leste do Brasil, caracterizando domínio de ar polar tropicalizado na região de Campo Grande.

Os elementos do tempo estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Dados meteorológicos locais Campo Grande (MS) – 9 a 15 de abril de 2010

Elementos do clima	Dias						
	9	10	11	12	13	14	15
Precipitação (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperatura mínima (°C)	12,9	14,1	16,2	18,5	19,2	19,3	18,5
Temperatura máxima (°C)	25,8	27,0	28,7	30,0	31,0	30,8	31,0
Temperatura média (°C)	19,0	20,0	21,8	22,7	24,1	24,3	24,1
Umidade Relativa (%)	63,7	65,8	60,9	57,7	49,8	47,8	51,9
Direção do vento	L	L	NE	NE	NE	NE	NE

Fonte: CEMTEC/AGRAER (MS), 2010.

De acordo com os dados meteorológicos locais, não houve precipitação de 9 a 15 de abril em Campo Grande, os ventos do quadrante leste, em 9 e 10 de abril, passaram a ser de nordeste de 11 a 15 (Tabela 5). As temperaturas mínimas tiveram uma queda nos dias 9 e 10/4, a partir do dia 11 voltaram a subir, acima dos 16°C até o dia 15/4. A umidade relativa estava acima dos 60% no dia 9, e a partir do dia 11 começou a diminuir, chegando a 51,9% no dia 15/4 (Tabela 5).

4.1.2. O tempo em 21 de outubro de 2010

De 19 a 21 de outubro, notou-se que um grande sistema de nuvens ficou concentrado nas Regiões Norte, Nordeste e norte da Centro-Oeste no Brasil; o céu permaneceu sem nuvens no Estado de MS, das Regiões Sudeste e Sul do Brasil. No dia 21/10 formou-se um sistema convectivo sobre o Paraguai. A partir do dia 22 até o dia 23/10 muitas nuvens estavam sobre a América do Sul. Do dia 19 ao dia 23/10 a Argentina e Chile mantiveram-se sob passagem de sistemas frontais (Figura 19).

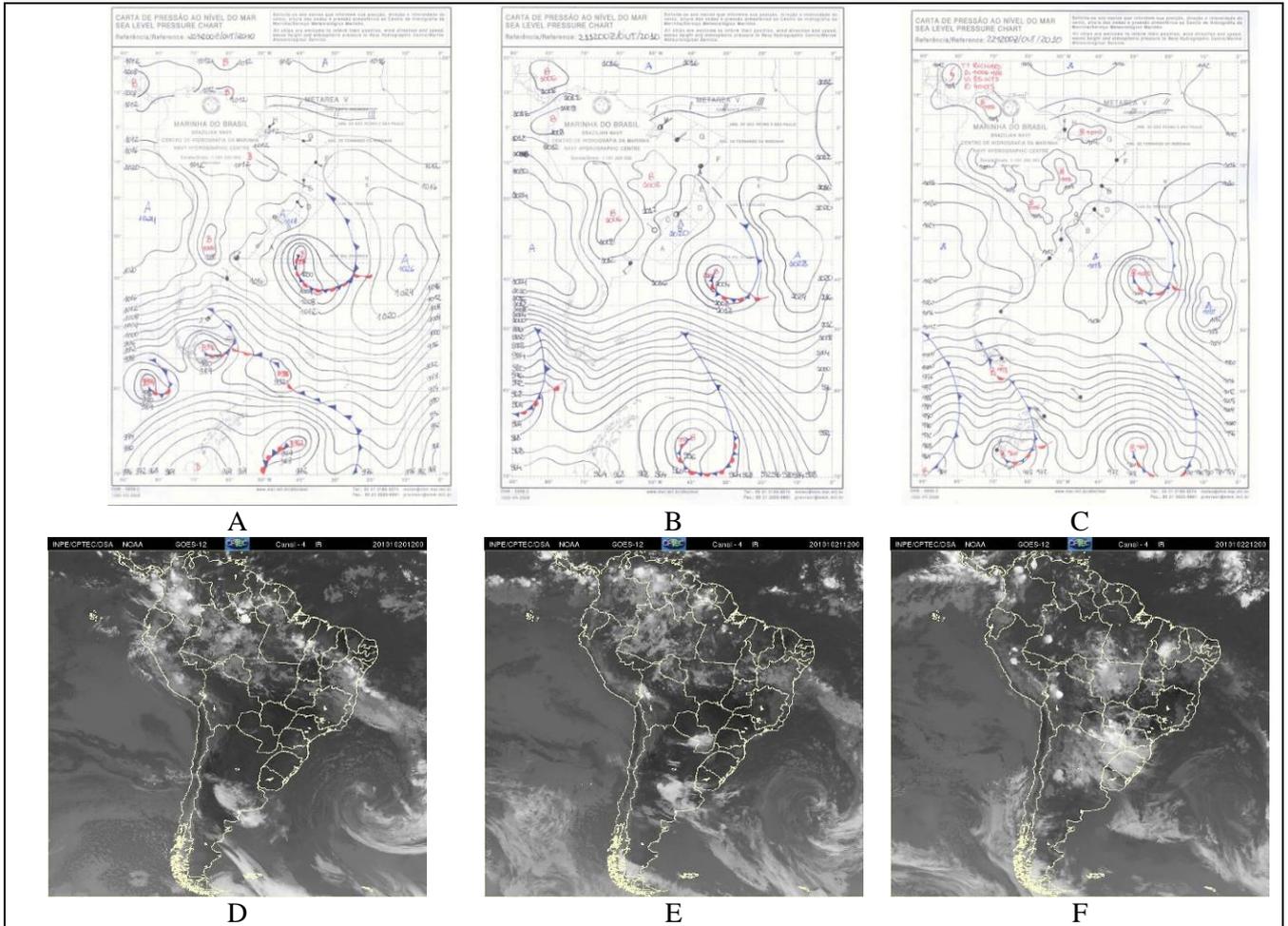


Figura 19: Cartas sinóticas de superfície dos dias 20(A), 21(B) e 22(C) de outubro às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 20(D), 21(E) e 22(F) às 12GMT.

Quanto às cartas sinóticas no período analisado (19 a 23/10), a ZCIT se manteve ao norte do Equador, a ASAS permaneceu sobre o Atlântico e não exerceu influência sobre o território brasileiro; a APA, atuou neste período, no Sul, passando pelo Sudeste, até o Nordeste do Brasil (CPTEC/INPE). No dia 20 houve o aparecimento de uma linha de instabilidade, na latitude do ES em direção ao Norte do Brasil, que com o passar dos dias evoluiu em direção ao Atlântico e dissipou-se no dia 22, e no dia 23 uma outra linha de instabilidade surgiu na latitude do Paraná, em função provavelmente, do sistema convectivo, visualizado nas imagens, que evoluiu até o Oceano Atlântico, e ao sul desta linha surgiu uma frente fria (CPTEC/INPE). No sul da América do Sul, houve constantes passagens de frentes frias. A Baixa do Chaco também atuou em todos os dias analisados (Figura 19).

De acordo com a análise sinótica do CPTEC no dia 21/10 às 12GMT, havia um sistema frontal estacionado sobre o Atlântico e a este sistema, um cavado estava acoplado em direção ao Nordeste do Brasil. A ASAS estava deslocada de sua posição geográfica; um sistema pós-frontal de baixa intensidade atuava a leste do RS; a ASPS estava bastante

abrangente influenciando a porção sul da América do Sul; observa-se um cavado a noroeste da Argentina associado à Baixa do Chaco e a ZCIT estava ao norte do Equador. O sistema atmosférico atuante na região de Campo Grande em 21 de outubro de 2010 era a massa Polar atlântica.

Os elementos do tempo são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Dados meteorológicos locais de Campo Grande (MS) – 18 a 24 de outubro de 2010

Elementos do clima	Dias						
	18	19	20	21	22	23	24
Precipitação (mm)	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0
Temperatura mínima (°C)	18,4	14,7	20,1	22,5	22,1	17,5	19,7
Temperatura máxima (°C)	27,1	31,1	33,7	35,4	33,9	27,3	31,1
Temperatura média (°C)	21,8	22,9	26,1	28,0	27,6	22,0	24,9
Umidade relativa (%)	77,3	50,3	41,5	38,8	50,0	83,7	75,3
Direção do vento	SE	L	NE	NE	NE	O	S

Fonte: CEMTEC/AGRAER (MS), 2010.

De acordo com os dados da estação meteorológica local, houve precipitação após a passagem do satélite no dia 23; as temperaturas mínimas estavam abaixo de 18°C nos dias 18 e 19, depois voltaram a subir, acima dos 20°C, a partir do dia 20 e a partir do dia 23 tiveram uma ligeira queda. As temperaturas máximas mantiveram-se acima dos 27°C, variando de 27°C a 35°C; já as médias mantiveram-se acima dos 21°C, variando de 21°C a 28°C. Os ventos no dia da passagem do satélite eram do quadrante nordeste. A umidade relativa no dia 18 era de 77%, depois começou a diminuir chegando a 28% no dia do imageamento, voltando a subir a partir do dia 22 (Tabela 6).

4.1.3. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 12/4/2010

Na área central de Campo Grande as temperaturas de superfície vão de 19°C a 26°C, sendo o oeste mais aquecido; onde a ocupação é mais densa, na porção sudoeste da cidade, as temperaturas de superfície seguem o mesmo padrão de aquecimento que a área central. Em áreas onde a ocupação é esparsa (norte, nordeste, sudeste) as temperaturas mostraram-se amenas, oscilando de 17°C a 21°C. Nesta imagem, à medida que nos afastamos da área central, as temperaturas, mostram um padrão de aquecimento quase que homogêneo na cidade (Figura 20).

Nas áreas de pastagens as temperaturas variaram de 19°C (amarelo) a 29°C

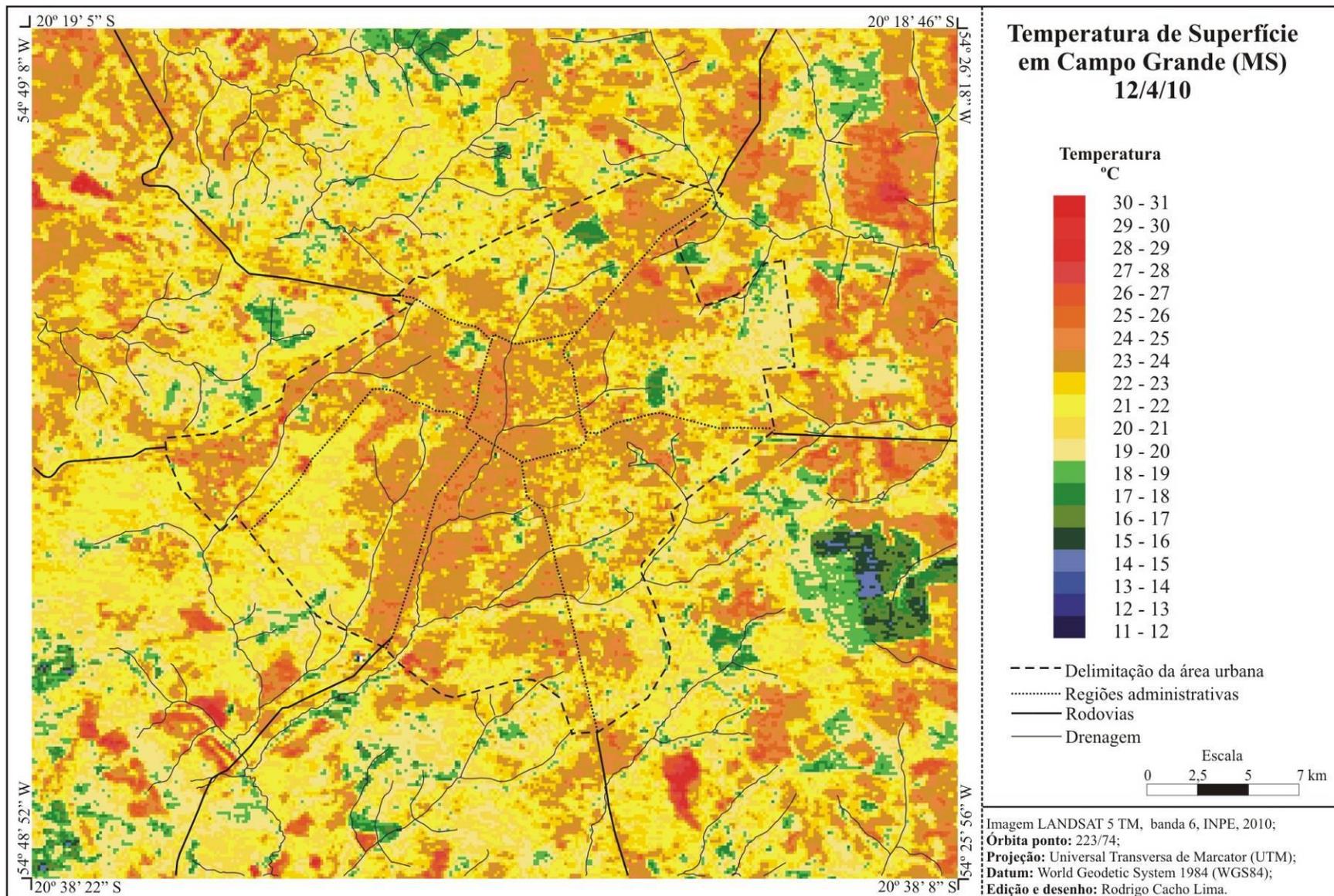


Figura 20: Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 12/4/2010.

(vermelho), onde as regiões mais aquecidas foram as: nordeste e noroeste onde o relevo é movimentado (Figuras 9 e 20).

Nas áreas de cultura temporária, a sudoeste da imagem, as temperaturas de superfície variaram de 19°C a 29°C (Figuras 9 e 20).

As áreas florestais apresentaram as temperaturas de 13°C (verde) a 17°C (amarelo), (Figuras 9 e 20). No sudeste da imagem, a temperatura mostrou-se amena na área de silvicultura, variando de 14°C a 17°C (Figuras 9 e 20).

Em toda a imagem, a drenagem apresentou sua temperatura de superfície variando de 17°C a 20°C, ambas em amarelo, áreas estas que podem ser diferenciadas das demais devido ao seu traçado sinuoso (Figuras 9 e 20).

4.1.4. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 21/10/2010

Na área central da cidade as temperaturas de superfície vão de 27°C a 32°C, sendo o aquecimento mais intenso no oeste da área central. Nas regiões de ocupação compacta as temperaturas apresentam-se mais elevadas do lado oeste, com o predomínio de áreas em tons de vermelho do que o lado leste, maior parte das áreas em amarelo. As temperaturas começam a diminuir conforme a ocupação vai se tornando esparsa (Figura 21).

As áreas verdes na cidade podem ser diferenciadas das áreas edificadas, pois possuem suas temperaturas amenas variando de 19°C a 24°C. Os fundos de vale também apresentam temperaturas mais amenas, de 22°C a 27°C (Figura 21).

As pastagens localizadas ao nordeste da área de estudo apresentam-se mais aquecidas que o restante, apresentando temperaturas entre 25°C e 35°C, podendo estar associado ao relevo, por ser mais ondulado; o mesmo pode ser observado a noroeste da cena, a oeste da Serra de Maracaju. As pastagens a sudeste e a sudoeste apresentam temperaturas que variam de 26°C a 30°C, região onde o relevo é mais plano (Figuras 9 e 21).

As áreas florestais apresentam temperaturas que variam de 23°C e 26°C (Figuras 9 e 21). As áreas de cultura temporária, na região sudoeste da cena, apresentam temperaturas de 31°C a 36°C (Figuras 9 e 21). Na área de silvicultura a sudeste da área de estudo, as temperaturas apresentam-se mais baixas, de 19°C a 21°C (Figuras 9 e 21).

Em toda a imagem a drenagem pode ser diferenciada dos demais usos do solo, apresentando temperatura mais amena que o entorno, de 22°C a 27°C, essa diferença pode ser melhor identificada na área urbana, onde o contraste é entre o tom vermelho das áreas

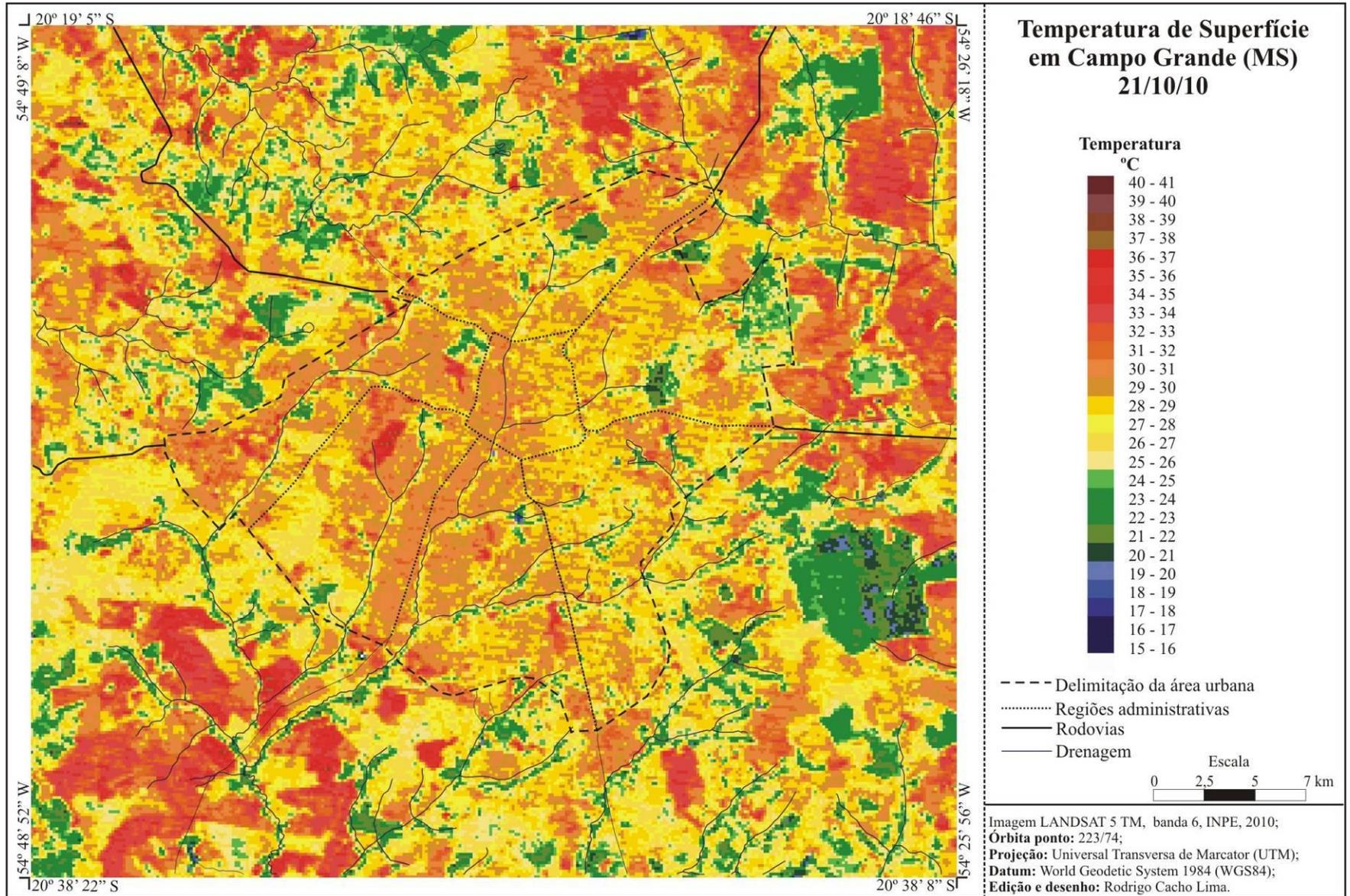


Figura 21: Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 21/10/2010.

edificadas, com o amarelo da rede de drenagem. Fora da cidade as temperaturas apresentam-se mais amenas (Figuras 9 e 21).

4.2. Temperatura de Superfície Urbana na Estação Seca

4.2.1. O tempo em 15 de junho de 2010

De acordo com a interpretação das cartas sinóticas e das imagens GOES (Figura 22), de 13 a 17 de junho de 2010, a ZCIT se manteve ao norte do Equador em todos os dias; a convecção da Amazônia estava a noroeste da região até o dia 17, quando ela estava distribuída por toda a região; a ASPS atuou todos os dias sobre o oceano Pacífico.

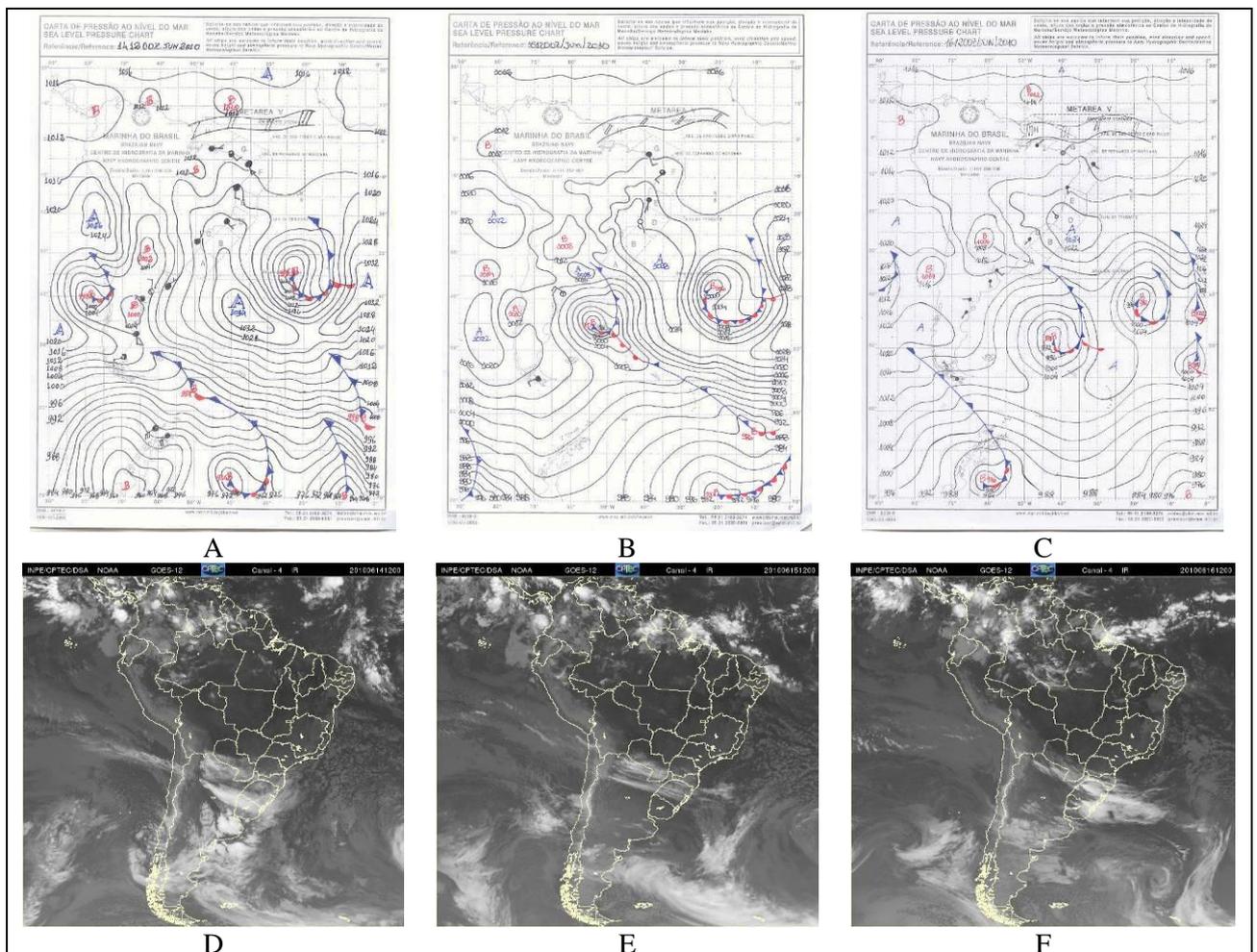


Figura 22: Cartas sinóticas de superfície dos dias 14(A), 15(B) e 16(C) de outubro às 12Z; imagens meteorológicas dos dias 14(D), 15(E) e 16(F) às 12GMT.

Uma frente fria manteve-se sobre o Atlântico, a leste da Região Sudeste em todos os dias analisados, movimentando-se apenas para leste e sudeste (sobre o Atlântico); nos dias 13 e 14 a APA atuava na Região Sul do Brasil, no dia 15 foi para norte, formou-se uma frente

fria no dia 15 a leste do RS; no dia 16 um cavado formou-se, sobre o continente, na latitude do RS em direção a Argentina; no dia 17 o cavado dissipou-se; a APA migrou para norte, esta, atuando no litoral da Região Nordeste do Brasil (CPTEC/INPE) (Figura 22).

De acordo com a análise sinótica do CPTEC no dia 15/6 às 12GMT, havia a presença de uma frente fria atuando entre o nordeste da Argentina, RS e seguindo pelo Atlântico; nota-se a alta Polar (1028 hPa) com características dinâmicas e seu escoamento atua no leste do Sudeste e da BA e em parte da Região Sul; observa-se um cavado que atua no Atlântico até o litoral da Região Nordeste; a ASAS se encontra centrada a leste de 5°W; a ASPS está bem ampla com 1028 hPa por volta de 30°S/106°W. Duas frentes frias são observadas no Pacífico; a ZCIT atua ao norte do Equador, no Atlântico e no Pacífico.

De acordo com a análise de tempo realizada, na região de Campo Grande, dominava ar polar tropicalizado.

Na Tabela 7 são mostrados os elementos do tempo.

Tabela 7: Dados meteorológicos locais de Campo Grande (MS) – 12 a 18 de junho de 2010

Elementos do clima	Dias						
	12	13	14	15	16	17	18
Precipitação (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperatura mínima (°C)	14,5	13,7	15,6	15,6	18,3	16,1	17,3
Temperatura máxima (°C)	26,0	27,5	29,0	30,5	30,6	30,3	31,2
Temperatura média (°C)	19,6	19,5	21,3	22,9	23,8	22,9	23,7
Umidade relativa (%)	65,0	57,6	56,1	51,1	49,7	55,2	48,5
Direção do vento	NE	NE	NE	N	N	N	N

Fonte: CEMTEC/AGRAER, 2010.

De acordo com os dados meteorológicos locais (Tabela 7), não houve precipitação em Campo Grande; as temperaturas mínimas mantiveram-se até os 18°C; as máximas começaram a subir, ultrapassando os 30°C, depois do dia 14; o mesmo aconteceu com as médias. A umidade relativa começou alta, acima dos 60% no dia 12, no dia da passagem do Landsat a umidade era de 51%, depois começou a cair chegando a 48% no dia 18. Os ventos vinham do quadrante nordeste e depois do imageamento passaram para o quadrante norte.

4.2.2. Temperatura de superfície em relação ao uso do solo em 15/6/2010

Na região central de Campo Grande as temperaturas de superfície estão entre 20°C e 25°C, sendo o lado leste mais frio (em amarelo), que o oeste (em vermelho). Nas áreas de ocupação compacta as temperaturas de superfície são mais elevadas, em torno de 23°C

(laranja) a 25°C (vermelho), essas temperaturas são mais visíveis no lado oeste da cidade e na região sul; ao leste as temperaturas apresentam-se mais amenas, de 19°C a 25°C, com um predomínio dos tons em amarelo. A medida que nos afastamos da área central da cidade em direção à periferia, as temperaturas à leste vão diminuindo, enquanto que a oeste estas se mantêm elevadas (Figura 23).

As áreas verdes apresentam-se menos aquecidas que o entorno edificado, com a temperatura de superfície variando de 16°C (verde) a 18°C (amarelo). Quanto aos fundos de vale, as temperaturas vão de 18°C a 21°C, ambos em amarelo (Figura 23).

As áreas de pastagens apresentam temperaturas que vão de 20°C (amarelo) a 27°C (vermelho), a nordeste e noroeste (Figura 23).

Nas áreas de cultura temporária, a sudoeste da imagem, as temperaturas vão de 18°C a 20°C (ambos em amarelo) (Figuras 9 e 23).

Nas áreas florestais as temperaturas vão de 16°C (verde) a 20°C (amarelo) (Figuras 9 e 23). Nas áreas de silvicultura (a sudeste) as temperaturas vão de 15°C a 17°C, em tom de verde, apresentando as temperaturas mais baixas da imagem (Figuras 9 e 23).

Em toda a imagem a drenagem apresenta sua temperatura amena, de 18°C a 21°C (em amarelo) (Figuras 9 e 23).

4.3. Discussão dos Resultados

Nas duas imagens da estação chuvosa (12/4 e 21/10) e da estação seca (15/6) o sistema atmosférico que atuava na região de Campo Grande era polar, sem as suas características de origem, ou seja, já tropicalizado; deixando o tempo com características anticiclônicas, ou seja, céu limpo.

O maior aquecimento na estação chuvosa e na estação seca na área urbana ocorreu a sul e oeste; no entorno, as áreas de pastagens a nordeste apresentaram-se mais aquecidas.

Na área central de Campo Grande o oeste é mais aquecido que o leste, em função da orientação das vertentes; na porção sudoeste da cidade, as temperaturas de superfície são mais elevadas, seguindo o padrão de aquecimento da área central. À medida que nos afastamos da área central em direção à periferia da cidade, as temperaturas diminuem conforme a ocupação vai se tornando esparsa, principalmente na porção leste.

A região das indústrias, a oeste da cidade mostrou-se aquecida por causa das grandes construções com telhados de zinco. As áreas verdes, apresentam temperaturas baixas,

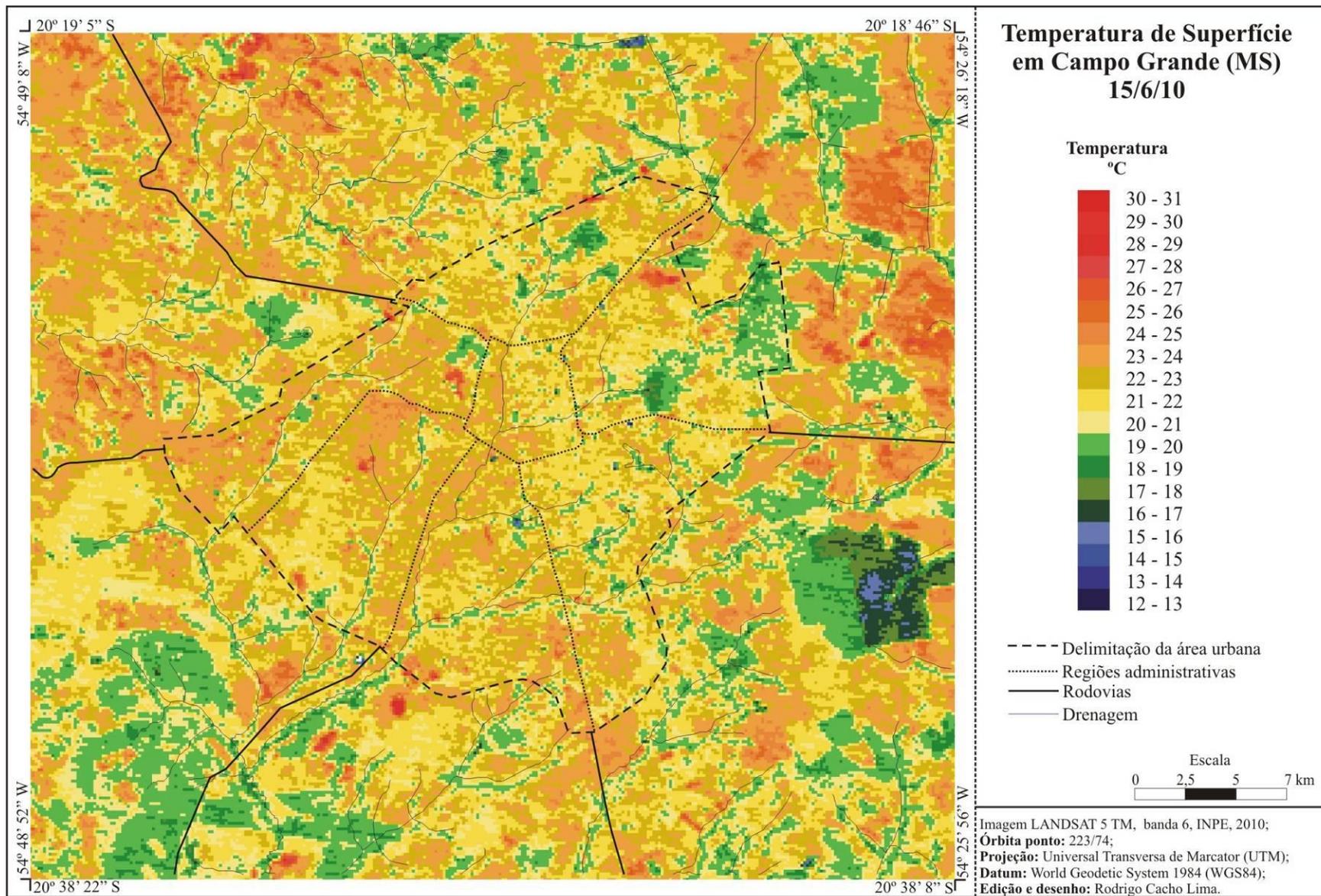


Figura 23: Temperatura de superfície da área de estudo em Campo Grande (MS) - 15/6/2010.

acompanhadas pelos fundos de vales e drenagem.

A região do aeroporto apresenta-se como uma potencial fonte de calor, em função dos materiais utilizados em sua edificação, como os telhados de zinco, a pista coberta por piche e seu entorno ser ocupado por áreas de gramíneas e grandes construções (galpões) com telhados de zinco.

Na cidade, as áreas verdes podem ser diferenciadas das áreas edificadas, pois possuem temperaturas de superfície mais amenas; os fundos de vale também apresentam temperaturas de superfície mais amenas.

Nas áreas de pastagem as temperaturas foram elevadas e diferentes entre si, fato este que pode estar associado à coloração das pastagens, tipos das gramíneas e à sua altura e à cobertura do solo, especialmente no período de estiagem. Nas áreas de pastagem, as temperaturas mais elevadas foram a nordeste da área de estudo, podendo estar associado ao relevo de áreas planas intercaladas às áreas suave e suave onduladas; o mesmo pode ser observado a noroeste da Serra de Maracaju. As pastagens a sudeste e a sudoeste mostraram-se aquecidas em função do relevo ser mais plano.

Nas áreas florestais, as temperaturas apresentaram-se em geral baixas. Nas duas imagens as baixas temperaturas das áreas florestais ocorreram tanto na área urbana quanto em seu entorno, evidenciando a importância das áreas verdes nos ambientes urbanos para a amenização das fontes de calor.

Na área de silvicultura, a sudeste da área de estudo, as temperaturas foram mais baixas, fato este que pode ser relacionado com o efeito da sombra projetada ao solo.

Nas áreas de cultura temporária as temperaturas se apresentaram diferentes, fato este que pode estar associado ao tipo de cultura (soja, milho, etc.). As áreas de cultura apresentam a mesma tendência quanto à emissão de energia (calor) que as áreas de pastagem, com temperaturas mais elevadas.

A drenagem e fundos de vale apresentaram baixas temperaturas, sendo diferenciada a drenagem urbana da rural; na cidade devido às modificações das várzeas e ao asfalto junto à drenagem as temperaturas de superfície são mais elevadas, ao passo que no ambiente rural, ao longo da drenagem, há presença de vegetação arbórea e as temperaturas de superfície são mais baixas.

Nas áreas desocupadas da cidade, as temperaturas são amenas, áreas estas que apresentam vegetação arbustiva, gramíneas ou ainda próximas aos corpos d'água.

A orientação das vertentes apresentou-se coerente com as áreas de maior aquecimento, visto que as com as faces voltadas para norte e leste recebem maior quantidade de radiação

pela manhã, devido ao horário de passagem do satélite, e à inclinação dos raios solares em relação à Terra; na área urbana o nordeste, sudeste e sudoeste possuem a maior parte das vertentes voltadas para leste, o que explica o maior aquecimento nessas áreas. Quanto ao entorno, as áreas mais aquecidas, nordeste, leste, sudoeste e noroeste tem, também, a maior parte das suas vertentes voltadas para leste e norte.

Na estação chuvosa e na estação seca as fontes de calor na área urbana foram o aeroporto, as áreas industriais (a oeste), o sul da cidade e parte do centro.

A ilha de calor de superfície ficou mais evidente no dia 12/4, mostrando a cidade mais aquecida que seu entorno; na imagem do dia 21/10 o padrão de aquecimento é mais evidente nas áreas adjacentes à cidade, a nordeste e sudoeste, não caracterizando a ilha de calor de superfície. No dia 15/6/10 (estação seca), apesar de a cidade apresentar-se aquecida, não houve ocorrência de ilha de calor de superfície em função de o aquecimento ser semelhante na área urbana e nas áreas de pastagem, com temperaturas de superfície elevadas.

Os resultados obtidos por Anunciação (2001), descritos na Tabela 8 em relação à temperatura do ar nos horários das 7h e 9h, foram comparados com as temperaturas de superfície desta pesquisa, por serem os horários aproximados em que o satélite Landsat 5TM está fazendo o imageamento da área de estudo. Apesar de haver uma diferença de mais de 10 anos entre os trabalhos, buscou-se investigar as relações entre a temperatura de ar e a temperatura de superfície.

Tabela 8: Resultados obtidos por Anunciação (2001)

Estação do ano	Temperatura do ar em Campo Grande (MS)
Verão de 2000	<p>Às 7h e 9h, as temperaturas mais baixas foram nos fundos de vale com baixa densidade de construções e os mais aquecidos, nas áreas densamente edificadas. O aquecimento urbano ocorreu de oeste para leste.</p> <p>No dia 29/3/2000, sob atuação de mPa o aquecimento ocorreu de oeste para leste.</p>
Inverno de 2000	<p>Às 7h, o maior aquecimento foi nas áreas densamente construídas, e o menor aquecimento, ao sul do centro.</p> <p>Às 9h, os locais mais aquecidos foram ao sul do centro e os menos aquecidos a leste.</p> <p>No dia 13/7/2000, sob atuação da mPa, o resfriamento ocorreu de sul para norte, os locais menos aquecidos foram os com vegetação densa e áreas não densamente construídas.</p>

No verão, as imagens termais (Figuras 20 e 21), apresentam-se coerentes com os resultados obtidos por Anunciação (2001), onde os fundos de vale e com baixa densidade de ocupação mostraram-se menos aquecidos que a área sul da cidade e a área industrial, a oeste; e as áreas mais aquecidas foram a oeste, Indubrasil e o Aeroporto; e a leste o local onde as temperaturas foram mais baixas, principalmente o Parque dos Poderes.

No inverno, na imagem termal, as temperaturas de superfície mostraram-se aquecidas em todas essas áreas. Às 9h o ponto mais aquecido foi ao sul do centro e menos a leste, próximo ao Parque dos Poderes, neste horário as temperaturas do ar são coerentes com as de superfície.

Sob atuação da massa Polar atlântica no verão, em 29/3/00, e nas duas imagens termais do período chuvoso, o aquecimento da superfície ocorreu de forma semelhante.

No inverno sob a atuação da massa Polar atlântica em 13/7/00, e na imagem termal (Figura 23) do dia 15/6/10, as áreas mais aquecidas localizam-se ao sul da cidade e a oeste, onde se localizavam os pontos de medidas de Anunciação (2001) (Jardim Monumento e a Base Aérea); o Parque dos Poderes mantém as temperaturas de superfície baixas; as regiões norte, leste e sudoeste (pela manhã) mostram-se menos aquecidas em relação as outras, ou seja, não mostrando coerência com os resultados obtidos por Anunciação.

Anunciação (2001) afirma que a ocorrência de ilhas de calor e frescor foi observada tanto na estação de verão quanto no inverno, dependendo do sistema atmosférico atuante. Nas imagens termais, a que demonstrou a ocorrência de ilha de calor de superfície foi a do dia 12/4 (Figura 20), sob atuação da massa Polar atlântica. Porém em todas as imagens pode ser observado que as temperaturas mais baixas estão em áreas de vegetação arbórea densa, o caso do Parque dos Poderes, ocorrendo assim, prováveis ilhas de frescor de superfície.

Na Tabela 9, são apresentados os resultados dos estudos de temperatura de superfície em Campo Grande.

Tabela 9: Resultados obtidos na presente pesquisa e por Camargo *et al.* (2006) e Lima (2008)

Camargo <i>et al.</i> (2006)			Lima (2008)			Presente pesquisa (2011)		
Data	Satélite	Intensidade da ilha de calor	Data	Satélite	Intensidade da ilha de calor	Data	Satélite	Intensidade da ilha de calor
11/09/1988	Landsat 5TM	10°C	12/07/1985	Landsat 5TM	-	12/04/2010	Landsat 5TM	13°C
03/05/2003	Landsat 7 ETM+	7°C	29/07/1997	Landsat 5TM	-	15/06/2010	Landsat 5TM	-
			05/03/2008	Landsat 5TM	10°C	21/10/2010	Landsat 5TM	-

Na relação entre o resultado obtido com a imagem do período seco (15/6/10) e atuação de massa de ar Polar (Figura 23) com o de Camargo *et al.* (2006), no ano de 1988 (massa de ar estável); o aquecimento da superfície não ocorreu de maneira semelhante, pois em 2010 as áreas mais aquecidas foram as pastagens e na área urbana, as fontes de calor foram o aeroporto, o cemitério a norte do centro e o distrito industrial a oeste da cidade. Porém, as áreas mais frias foram as com vegetação arbórea, o que está de acordo com os resultados de Camargo *et al.* (2006).

A imagem de 12/4/10 (Figura 20) é a que apresenta maior relação com os resultados de Camargo *et al.* (2006) mostrando a cidade mais aquecida que o entorno, onde a diferença entre o urbano e o rural foi de aproximadamente 13°C em 2010 e 7°C em 2003. Lima (2008) observou o mesmo na imagem de 5/3/2008 com diferença de 10°C.

Na presente pesquisa as imagens da estação chuvosa mostraram um aquecimento mais uniforme na porção oeste da área urbana enquanto que na imagem do período seco há maior variação de temperatura de superfície na área urbana.

A ocorrência de ilha de calor de superfície está associada à estação chuvosa.

CONCLUSÕES

Em relação às fontes de calor, na área urbana pode ser observado um contraste entre as temperaturas de superfície mais elevadas nas áreas de ocupação mais densa, enquanto que nas áreas verdes estão as mais amenas. Os maiores contrastes na área urbana foram entre as áreas edificadas e as de vegetação arbórea e drenagem; na área rural, as áreas de pastagem mostraram temperaturas de superfície semelhantes às da área urbana.

Áreas de ocupação mais densa, no centro, mostram padrão de aquecimento semelhante em todas as imagens, o oeste mais aquecido que o leste; e a partir do centro em direção ao leste as temperaturas tendem a diminuir, e em direção a oeste, as temperaturas de superfície tendem a aumentar. As áreas periféricas de ocupação mais esparsa mostraram-se menos aquecidas que a área central da cidade.

Nas imagens analisadas, onde há vegetação (florestal ou silvicultura) as temperaturas de superfície apresentam-se mais baixas, enquanto as áreas edificadas e de pastagem apresentam as mais elevadas, seguidas pelas áreas de culturas temporárias; a drenagem apresentou temperaturas brandas em todas as imagens analisadas.

A relação mais próxima que pode ser feita entre as temperaturas de superfície e os elementos naturais, foi com a orientação de vertentes, com as outras variáveis, foi possível apenas realizar uma relação indireta, com a hipsometria e declividade. A declividade mais acentuada mostra temperaturas mais baixas que as áreas planas em função da orientação das vertentes, sendo as faces mais aquecidas as que estão voltadas para norte, nordeste e leste.

As imagens termais analisadas mostram comportamento térmico distinto entre si, sob a atuação do mesmo tipo de sistema atmosférico (mPa), no verão e no inverno. Todavia, a presente pesquisa ainda não é suficiente para caracterizar o campo térmico urbano de Campo Grande e entorno, pois com e entrada de sistema atmosférico diferente, as temperaturas de superfície podem variar.

Diferenças de temperatura de superfície de manhã entre a área urbana e a rural, nas imagens do período chuvoso, foram mais contrastantes no fim da estação, em 12/4/10; enquanto em 21/10/10, o aquecimento foi maior nas áreas de entorno à cidade, não ocorrendo ilha de calor urbana de superfície. Na imagem do período seco as temperaturas de superfície, de manhã, não mostraram ocorrência de ilha de calor urbana de superfície.

O emprego das técnicas de sensoriamento remoto mostrou-se eficiente em função de ser possível identificar a espacialização de informações da superfície por meio de um sensor (TM).

Com a realização desta presente pesquisa para a obtenção de temperatura de superfície de manhã, pode-se observar uma provável relação da formação da ilha de calor de superfície com a estação de verão ou período chuvoso. No inverno provavelmente há uma tendência de homogenização das temperaturas de superfície de manhã entre a área urbana e rural.

BIBLIOGRAFIA

- AMORIM, M. C. de C. T. *et al.* Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Rev. Confins**, n. 7, p. 01-16, out. 2009. Disponível em: <<http://www.confins.revues.org/index6070.html>>. Acesso em mar. 2010.
- ANDRADE, L. do L.; SOUZA, L. H de.; SAKURAGI, J. Análise comparativa do fenômeno ilha urbana de calor no verão e inverno por meio de dados termais da satélite Landsat 5 em São José dos Campos/SP. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10 E 6, 2006, São José dos Campos/SP. **Anais...** p. 1819-1822. São José dos Campos/SP, 2006. 1 CD-ROM.
- ANUNCIACÃO, V. S. da. **O clima urbano de Campo Grande/MS**. 2001, 140 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente/SP, 2001.
- BIAS, E. S.; BAPTISTA, G. M. de M.; LOMBARDO, M. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte/MG. **Anais...** p. 1741-1748. Belo Horizonte, 2003. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAM. **Folha SF 21 Campo Grande**. Rio de Janeiro, 1982.
- BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico – DSG. **Folha SF.21-X-B-II Campo Grande**: carta topográfica. Escala 1:100.000. Região Centro-Oeste do Brasil. Quarta impressão, 1990.
- BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico – DSG. **Folha SF.21-X-B-V Sidrolândia**: carta topográfica. Escala 1:100.000. Região Centro-Oeste do Brasil. Primeira impressão, 1972.
- CAMARGO, F. F. *et al.* Análise temporal do revestimento do solo e suas implicações na modificação do campo térmico da área urbana do município de Campo Grande/MS no período de 1988 a 2003. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL (GEOPANTANAL), 1, 2006, Campo Grande/MS. **Anais...** p. 575-584. Campo Grande/MS, 2006. 1 CD-ROM.
- CARTA GEOTÉCNICA DE CAMPO GRANDE. Prefeitura Municipal de Campo Grande; Secretaria de Planejamento Urbano – PLANURB, abr. 1991.
- CHANDER, G. & MARKHAM, B. Revised Landsat 5TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. **Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, n. 11, p. 2674 – 2677, nov., 2003.
- COLTRI, P. P. *et al.* Ilhas de calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis/SC. **Anais...** p. 5151-5157. Florianópolis/SC, 2007. 1 CD-ROM.
- COSTA, R. Apº. & ROSA, R. Uso de imagens termais no estudo de ilha de calor: o caso de Uberlândia/MG. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DE UBERLÂNDIA, 1, 2000, Uberlândia/MG. **Anais...** p. 1-9. Uberlândia/MG, 2000. 1 CD-ROM.
- DUBREUIL, V. Clima e teledetecção: uma abordagem geográfica. **Rev. Brasileira de Climatologia**, São Paulo (SP), n. 1, vol. 1, p. 76-98, dezembro de 2005.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas de 1961 a 1990**. Brasília, mai., 1992.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Imagens Landsat 5 TM**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>> Acesso em 06 dez., 2010.

LANDSAT TM 5: Imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. 1 fotografia aérea. Escala 1:1.000. Banda 3, 4, 5, 6 e composição colorida, e monocromática.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Rev. do Departamento de Geografia**, São Paulo/SP, n. 18, p. 95-111, 2006.

LIMA, R. C. **Identificação das ilhas de calor na cidade de Campo Grande/MS utilizando o sensoriamento remoto**. 2008, 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Bacharelado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2008

LIMA, R. C. & ANUNCIACÃO, V. S. da. Estudos da formação de ilhas de calor na cidade de Campo Grande/MS, utilizando técnicas de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA, 13, 2009, Viçosa/MG. **Anais...** p. 1-11. Viçosa/MG, 2009. 1 CD-ROM.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo/SP: HUI TEC, 1985.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. 1994, 299 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MENDONÇA, F. & MONTEIRO, C. A. F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, 175-192p.

MONTEIRO, C. A. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1976. (Série Teses e Monografias, n. 25).

MONTEIRO, C. A. de F.. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. **Rev. GEOSUL**, Florianópolis/SC, n. 9, p. 80-114, ano v, 1º semestre de 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, F. & MONTEIRO, C. A. F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, 9-68p.

NASCIMENTO, D. T. F. & BARROS, J. R. Identificação de ilhas de calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia/GO, v. 29, n. 1, p. 119-134, jan/jun. 2009. Disponível em: <<http://www.revista.ufg.br/index.php/bgg/article/view/7112>>. Acesso em: mar. 2010.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2ª ed. London: Routledge, 1987.

OLIVEIRA, M. C. de. Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes. **Rev. Instituto Geográfico**, São Paulo, 5(1/2), p. 47-50, jan./dez. 1984

PAZERA JR, E. A ilha de calor: fatores e atributos. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 249, p. 51-57, abr./jun. 1976.

PINTO, L.V.A. *et al.* Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Rev. Cerne**, Lavras, n. 1, v. 11, p. 49-60, jan/mar. 2005.

PLANURB. Instituto Municipal de Planejamento Urbano. Perfil Socioeconômico de Campo Grande. 13º ed. revista. Campo Grande, 2006.

PLANURB. Instituto Municipal de Planejamento Urbano. Perfil Socioeconômico de Campo Grande. 17º ed. revista. Campo Grande, 2010.

RADAMBRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico – DSG. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SF.21-X-B. MIR – 458 Campo Grande**: carta imagem de RADAR. Escala 1:250.000. Região Centro-Oeste do Brasil. Primeira impressão, 1982.

RIBEIRO, H. **A ilha de calor na cidade de São Paulo**: sua dinâmica e efeitos na saúde da população. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ROTH, M.; OKE, T. R.; EMERY, W. J. Satellite-derived urban island from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. **International Journal of Remote Sensing**, Londres, vol. 10, n. 11, p. 1699-1720, 1989. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/10.1080/01431168908904002>>. Acesso em 13 jan. 2011.

SIMIELLI, M. E. R. **Variação espacial da capacidade de uso da terra**: um ensaio metodológico de cartografia temática, aplicado ao município de Jundiá – SP. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1981. (Série Teses e Monografias, n. 41).

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA**: guia para utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **International Journal of Remote Sensing of Environment**, cidade, vol. 86, p. 370-384, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V6V-48XSJ28-1/2/546220630b1cf72c4e08b42ea21bc29a>>. Acesso em: 23 nov. 2010.

Sites Consultados

CEMTEC/AGRAER. Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul e Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural. Disponível em: <<http://www.agraer.ms.gov.br/cemtec/index.php?inside=1&tp=3&comp=&show=2524>>. Acesso em: 15 de nov. 2010.

CPTEC/INPE. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_anteriores.jsp>. Acesso em: 15 nov. 2010.

ENGESAT. Disponível em <<http://www.engesat.com.br>>. Acesso em: 8 jul. 2010.

EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisland/images/UHI_profile_rev-big.gif>. Acesso em 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/tabunit.asp?n=6&t=2&z=t&o=4>>. Acesso em: 12 set. 2010.

MARINHA DO BRASIL. Ministério da Defesa. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Zoneamento Agrícola. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 16 fev. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE. Disponível em: <<http://www.capital.ms.gov.br/semadur>>. Acesso em 2009.

SPRING. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: 22 mar. 2011.

ANEXOS

Anexo 1 – Normais Climatológicas de Campo Grande

As temperaturas máximas mensais, na série histórica, não são inferiores aos 32°C, temperatura registrada no mês de junho de 1971; a temperatura máxima mensal foi de 40,1°C registrada no mês de novembro de 1985. Pode ser observado na Figura 2, que há uma tendência de elevação das temperaturas máximas a partir do mês de setembro, ao passo que dos meses de janeiro a abril as temperaturas se mantêm em aproximadamente 35°C, com pouca queda nos meses de inverno.

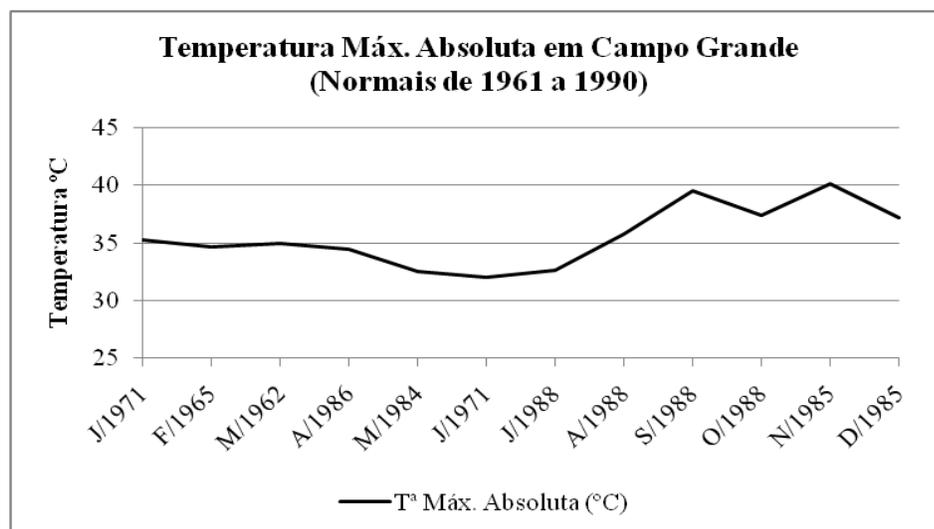


Figura AI.1: Temperatura máxima absoluta mensal na região de Campo Grande (MS).
Fonte: INMET (1992).

As mínimas absolutas mensais de Campo Grande apresentam sua maior variação nos meses de inverno, porém não ultrapassando os 15°C ao longo da série histórica das Normais. A temperatura mais baixa medida foi em agosto de 1978, onde foi medido -0,4°C e a mais elevada 14,8°C em dezembro de 1975 (Figura 3).

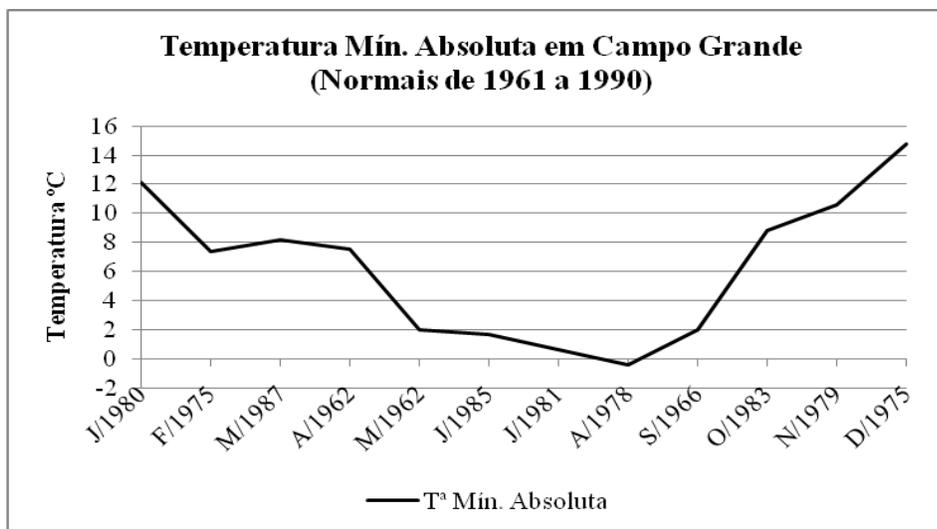


Figura AI.2: Temperatura mínima absoluta mensal na região de Campo Grande (MS).
Fonte: INMET (1992).

A pressão atmosférica em campo Grande se mostra diferenciada de acordo com a sazonalidade, onde nos meses chuvosos ela é menor, outubro a abril, ao passo que nos meses “secos”, ela é elevada, de maio a setembro. O

maior registro de pressão atmosfera ocorre nos meses de junho e julho com 953,8 hPa e a menor pressão foi registrada em dezembro com 947,9 hPa.

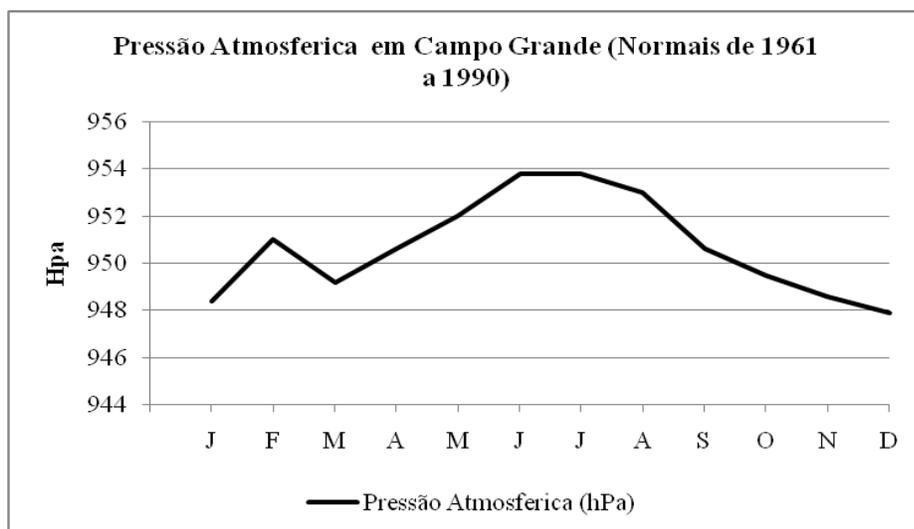


Figura AI.3: Pressão atmosférica mensal na região de Campo Grande (MS).

Fonte: INMET (1992).

A umidade relativa do ar em Campo Grande não é elevada ao longo do ano, não ultrapassando os 81%, os maiores registros ocorrem nos meses chuvosos e os menores nos meses de inverno. O menor valor de umidade registrado nas normais é em agosto com 59,6%, já o mais alto ocorre em janeiro com 80,8%.

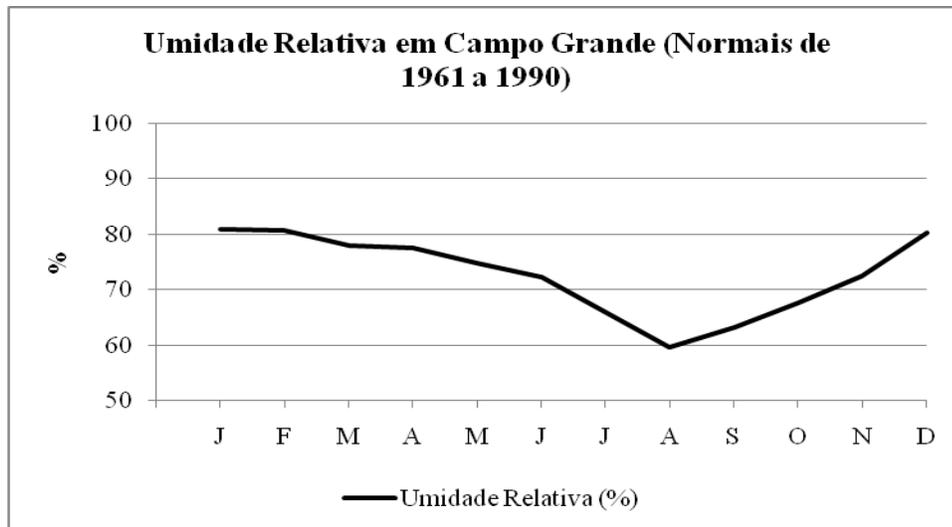


Figura AI.4: Umidade relativa mensal na região de Campo Grande (MS).

Fonte: INMET (1992).

Anexo 2 - Descrição do tempo no dia 12/4, 15/6 e 21/10/2010

Descrição do tempo no dia 12 de abril de 2010

10/4 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está a nordeste da América do Sul, sobre o Equador; a convecção da Amazônia está distribuída sobre a região. Céu limpo na região central do Brasil. Um sistema frontal atua no sul da América do Sul e outro sistema frontal está sobre o Atlântico, a leste da Argentina.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está entre 1°S e 7°N; a ASPS está centrada em 86°W e 26°S, com 1024 hPa; a ASAS está centrada em 2°W e 30°S, com 1024 hPa. Uma FF está dissipando-se sobre o Atlântico, a leste da região Nordeste, com centro de baixa pressão de 996 hPa (17°W e 33°S), a leste da região Sul do Brasil, está uma frente fria e outra frente fria está sobre o Atlântico a leste da Argentina, outras duas frentes frias ainda atuam na América do Sul, uma no litoral do Chile e outra ao sul da Argentina. A Baixa do Chaco, localiza-se à 67°W e 36°S, com 1010 hPa.

11/4 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está a nordeste da América do Sul, a convecção da Amazônia está distribuída sobre a região, estendendo-se até a região Nordeste. Céu limpo no Brasil central. Presença de nuvens com temperatura elevada (em cinza) sobre o Pacífico e Atlântico. Um sistema frontal atua ao sul do Chile e outro sobre o leste da Argentina.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT localiza-se entre 3°S e 6°N; a ASPS está à 62°W/26°S, com 1020 hPa. A frente fria que se dissipava na latitude do Nordeste, foi mais para leste, a ASAS, 14°W/20°S, com 1020 hPa, girou e migrou para o Nordeste; a APA, 45°W/35°S, 1026 hPa, está ao sul desta frente fria. A frente fria se mantém a leste da Argentina, as outras duas frentes frias continuam a atuar no sul da América do Sul (no Chile e Argentina). A BC localiza-se à 65°W/30°S, com 1008 hPa.

12/4 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está sobre o Equador; a convecção da Amazônia está distribuída sobre a região. Presença de nuvens na região Nordeste até o Atlântico. Céu limpo nos estados do Brasil central, no Paraguai, parte da Argentina e Bolívia; um sistema frontal atua sobre o Atlântico a leste da Argentina e outro se aproxima do sul do Chile.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está localizada entre 1°S e 5°N; a ASPS está em 86°W/33°S, com 1024 hPa. A ASAS está em 5°W e 25°S, com 1016 hPa, atuando na região Nordeste. A frente fria da latitude do Nordeste se dissipou e a que estava a leste da Argentina avançou para norte (sobre o Atlântico) a leste do RS. Uma linha de instabilidade formou-se na latitude da Bahia. A APA, localiza-se em 37°W/30°S, com 1024 hPa. Quanto às frentes frias que atuavam no sul da América do Sul: a do Chile avançou para o Atlântico, ao sul da Argentina, e a que atuava sobre a Argentina, agora está sobre o Atlântico, migrando para norte, na latitude do Uruguai. A BC, localiza-se em 65°W/30°S, com 1006 hPa.

13//4 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está sobre o Equador; a convecção da Amazônia está distribuída pela região, as nuvens se mantêm sobre o nordeste do Brasil. Céu limpo nos Estados do Brasil central. Um sistema frontal formou-se no leste da Argentina e sul do Uruguai, outro atua, sobre o Pacífico e sul do Chile (o que se aproximava) e o outro permanece no Atlântico, a leste da Argentina.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está entre 2°S e 7°N; a ASPS está em 81°W e 42°S. A frente fria que estava na latitude do sul do Uruguai, avançou mais para o Atlântico e para o norte. A APA e a frente fria que estava a leste do Rio Grande do Sul também migraram para norte. A ASAS, não pode ser visualizada na carta. A linha de instabilidade se mantém, agora atuando sobre o litoral nordeste. Uma frente fria formou-se no sul do Uruguai e norte da Argentina. Uma frente fria atua sobre o Pacífico ao sul do Chile em direção ao Atlântico. A BC está centrada em 65°W e 25°S, com 1008 hPa.

14/4 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está sobre o Equador; a convecção do Amazonas está distribuída pela região. Céu limpo nos Estados do Brasil central. Os sistemas frontais das latitudes do sul do Chile, sul do Uruguai e leste da Argentina se mantêm.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está entre 1°S e 7°N; a ASPS está centrada em 83°W e 36°S, com 1028 hPa. A frente fria na latitude do Uruguai foi mais para leste, a APA (velha) está em 25°W e 33°S, com 1030 hPa, ao sul desta frente atua outra APA, em 50°W e 45°S, com 1026 hPa; a frente fria que estava na latitude do Rio Grande do Sul foi mais para leste, da mesma forma a ASAS; a linha de instabilidade se mantém no litoral da região Nordeste e outra se formou no continente estendendo-se do Rio Grande do Sul à Bolívia. A frente fria ao sul do Uruguai se

mantém; a frente fria do sul do Chile se dividiu, uma parte está sobre o Pacífico, na latitude do sul do Chile e a outra no Atlântico, a leste do sul da Argentina.

Descrição do tempo no dia 21 de outubro de 2010

19/10 - Imagem IR - às 11h30GMT, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está distribuída sobre as Regiões Norte, Nordeste e norte da Centro-Oeste. Um sistema frontal está entre as latitudes do Espírito Santo e Bahia estendendo-se pelo Atlântico. Não há presença de nuvens nos estados do Mato Grosso do Sul da Região Sul do Brasil, sobre o Paraguai, Uruguai e parte da Argentina. Outro sistema frontal está no sul da Argentina, seguindo para o Atlântico.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está entre 3°N e 8°N; a Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS), está em 83°W e 35°S, com 1020 hPa; a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), está centrada em 15°W e 27°S, com 1024 hPa, depois de uma frente fria na latitude do Espírito Santo, com o centro de baixa pressão sobre o Atlântico, em 35°W e 35°S, com 994 hPa; ao sul desta frente, atua a Alta Polar Atlântica (APA), em 50°W e 30°S, com 1022 hPa; outra frente fria atua no sul da Argentina seguindo para o Atlântico. A Baixa do Chaco (BC), está em 55°W e 26°S, com 1010 hPa.

20/10 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; o sistema de nuvens continua a atuar nas Regiões Norte, Nordeste e norte da Centro-Oeste no Brasil. Céu limpo nos Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, da Região Sul do Brasil, do Paraguai, do norte da Argentina e parte da Bolívia. Os sistemas frontais na latitude do Espírito Santo e leste da Argentina se mantêm fixos.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT localiza-se entre 3°N e 9°N; a ASPS, em 83°W e 25°S, com 1024 hPa; a ASAS, com 1026 hPa, intensificou-se, centrada em 10°W e 35°S; a frente fria ao sul deste anticiclone, veio para o Atlântico e sobre o continente formou-se uma linha de instabilidade na latitude do Espírito Santo estendendo-se até a região Norte. A APA, está à 45°W e 25°S, com 1018 hPa, perdendo intensidade. A frente fria que atuava sobre a Argentina, avançou mais a norte do seu território; outra frente fria aproxima-se do litoral sul do Chile. A BC atua com 1004 hPa, localizada à 55°W e 30°S.

21/10 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; o sistema de nuvens continua a atuar nas Regiões Norte, Nordeste e norte do Centro-Oeste do Brasil, porém com menor intensidade. Céu limpo nos Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Região Sul do Brasil. Um sistema convectivo formou-se sobre o Paraguai; o sistema frontal que atuava sobre a Argentina, avançou para norte.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT está entre 3°N e 10°N; a ASPS, com 1024 hPa, está em 85°W e 32°S; a ASAS, com 1028 hPa, em 10°W e 35°S, intensificou-se; a frente fria ao sul deste anticiclone avançou mais para leste com centro de baixa pressão de 1002 hPa, em 33°W e 36°S, e a linha de instabilidade, migrou para o litoral na latitude da Bahia aproximadamente. A APA, está com 1020 hPa, centrada em 44°W e 25°S, atuando ao sul da linha de instabilidade na latitude do litoral do Paraná. A frente fria que atuava sobre a Argentina, dissipou-se, a outra continua a aproximar-se do litoral chileno. A BC atua com 1006 hPa, em 63°W e 23°S.

22/10 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; muitas nuvens atuam em todo o território brasileiro, devido ao sistema de nuvens que atua no Norte, Nordeste do Brasil e ao sistema convectivo do Paraguai, que evoluiu e atua sobre o Brasil central e também sobre o Uruguai e Argentina. Um sistema frontal atua ao sul do Chile e Argentina.

Carta Sinótica – às 12Z, a ZCIT atua entre 3°N e 12°N; a ASPS, em 84°W e 30°S, com 1024 hPa; a ASAS, com 1034 hPa, intensificou-se e migrou para sul do Atlântico, centrada em 8°W e 45°S. A frente fria se manteve estacionada sobre o Atlântico, com centro de baixa pressão de 1002 hPa, à 30°W e 36°S. A linha de instabilidade dissipou-se; a APA com 1018 hPa, em 41°W e 34°S. A frente fria que se aproximava do Chile já atua no sul do seu território e do território argentino, outra frente fria se aproxima do litoral chileno. A BC está em 50°W e 11°S, com 1006 hPa.

23/10 - Imagem IR – às 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; muitas nuvens em toda a América do Sul, devido à convecção da Amazônia, e ao sistema convectivo que se formou sobre o Paraguai e que avançou para o Atlântico, a leste de São Paulo e Paraná. O sistema frontal ao sul do Chile e a Argentina, se matem fixo sobre a região.

Carta Sinótica – 12Z, a ZCIT está entre 4°N e 9°N; a ASPS, com 1024 hPa, está centrada em 85°W e 30°S; a ASAS está em 3°W e 42°S, com 1032 hPa. A frente fria se mantém sobre o Atlântico. A linha de instabilidade voltou a formar-se na latitude do PR, e ao sul uma frente fria. Na carta podem ser visualizadas três frentes frias, uma a leste

do litoral argentino, outra ao sul do Chile e Argentina rumo ao Atlântico e a terceira, atua na região central do Chile. A BC está em 67°W e 30°S, com 1008 hPa.

Descrição do tempo em 15 de junho de 2010

13/6 - Imagem IR – 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está a noroeste da região. Céu limpo sobre o Brasil central; presença de sistemas frontais no sul da América do Sul e sobre o Atlântico, e outro atua sobre o sul do Chile.

Carta Sinótica – 12Z, a ZCIT está de 3°N a 11°N; a ASPS atua sobre o Pacífico, em 87°W e 20°S, com 1016 hPa. Uma frente fria está sobre o Atlântico, a leste do RJ com centro de baixa pressão de 998 hPa (25°W/30°S); a ASAS, está em 3°W/30°S, com 1028 hPa, a APA, com 1032 hPa (42°W/35°S). Três frentes frias são visualizadas na carta, e atuam sobre o sul da América do Sul, uma sobre o sul do Chile e Argentina e duas sobre o Atlântico. A Baixa do Chaco atua com 1014 hPa, em 60°W e 30°S.

14/6 - Imagem IR – 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está a noroeste da região. Céu limpo no Brasil central. Os sistemas frontais do sul da América do Sul foram para norte e leste, e o que atuava sobre o sul do Chile avançou pela Argentina e uniu-se com os do sul que foram mais para norte.

Carta Sinótica – 12Z, a ZCIT está entre 2°N e 8°N; a ASPS atua sobre o oceano Pacífico, à 77°W/20°S, com 1026 hPa. A frente fria a leste do Rio de Janeiro se mantém fixa; a ASAS (3°N/35°S), atua com 1032 hPa diminuindo sua intensidade; a APA (37°W/40°S), atua com 1034 hPa, intensificando-se. As frentes frias do sul da América do Sul evoluíram para leste, a que estava sobre o Chile se mantém. A BC atua com 1002 hPa, em 83°W/26°S; um sistema de baixa pressão atua sobre a região central da Argentina com 1000 hPa (66°W/40°S).

15/6 - Imagem IR – 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está a noroeste da região; céu limpo no Brasil central. Os sistemas frontais ao sul da América do Sul avançaram para o Atlântico; o sistema que estava sobre o Chile, avançou para o norte da Argentina, atuando sobre o Paraguai e Região Sul do Brasil; outro sistema frontal se aproxima do litoral Chileno.

Carta Sinótica – 12Z, a ZCIT atua de 0° a 9°N; a ASPS está centrada em 80°W/20°S, com 1022 hPa; a frente fria sobre o Atlântico, a leste do Rio de Janeiro, avançou para leste; a ASAS não é visualizada na carta; a APA migrou para norte, atuando em 35°W/30°S, com 1028 hPa. A frente fria que atuava no sul do Chile avançou para norte, junto com a baixa pressão sobre a Argentina, formando uma frente fria sobre o Atlântico que atinge o sul do Rio Grande do Sul. As frentes frias do sul da América do Sul foram mais para leste, ainda atuam sobre o Atlântico.

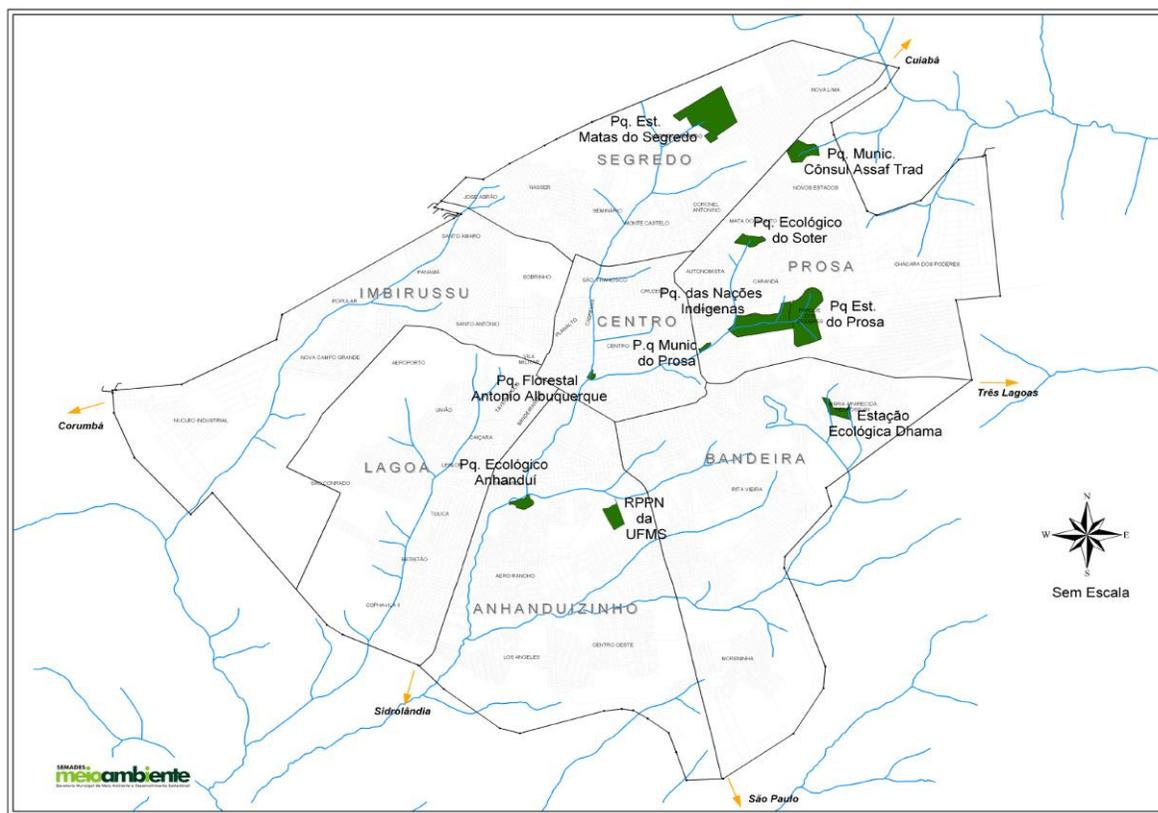
16/6 - Imagem IR – 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está a noroeste da região; céu limpo no Brasil central. Os sistemas frontais ao sul da América do Sul dissiparam-se; o sistema frontal que atuava sobre o Chile, agora está no sul do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai seguindo em direção ao Atlântico; um outro sistema frontal já atua no sul do Chile e outro se aproxima.

Carta Sinótica – 12Z, a ZCIT localiza-se entre 1°S a 7°N. A ASPS está centrada em 85°W e 22°S, com 1020 hPa; a frente fria a leste do Rio de Janeiro ainda atua sobre o Atlântico, a ASAS não é visualizada na carta; a APA avançou mais para o norte, atua com 1020 hPa, em 77°W e 46°S; a frente fria ao sul da APA afastou-se mais para o Atlântico e um cavado formou-se sobre o continente. Os sistemas frontais ao sul da América do Sul dissiparam-se; a frente fria continua a aproximar-se do Chile e a outra ao sul do seu território.

17/6 - Imagem IR – 12GMT, a ZCIT está ao norte do Equador; a convecção da Amazônia está distribuída sobre a região; céu limpo no Brasil central. O sistema frontal a leste do Rio Grande do Sul ainda atua sobre a região e sobre o Atlântico; o sistema frontal ao sul da Argentina avançou mais para o Atlântico; o que se aproximava do Chile, já atua sobre sua região central e atinge o território argentino.

Carta Sinótica – 12Z, a frente fria a leste do Rio de Janeiro ainda atua sobre o Atlântico, a ASAS não é visualizada na carta, a frente fria do sul do Brasil avançou mais para norte, e a APA também migrou para norte, esta atuando sobre o Atlântico, a leste da Região Nordeste do Brasil, com 1026 hPa; a linha de instabilidade que atuava sobre o Rio Grande do Sul, dissipou-se; a frente fria que atuava sobre o Chile e Argentina evoluiu para o Atlântico; a que se aproximava da região central do Chile, já atua sobre o seu território.

Anexo 3 – Localização dos parques urbanos em Campo Grande



Fonte: SEMADUR.