UNIVERSDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

TESE DE DOUTORADO

DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFÍCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL-MT POR SENSORIAMENTO REMOTO

SUZY MARA KLEMP

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2015

UNIVERSDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

TESE DE DOUTORADO

DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFÍCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL-MT POR SENSORIAMENTO REMOTO

SUZY MARA KLEMP

Orientadora: **Profª. Drª MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA**

Co-orientadora: **Profª. Drª FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS**

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

K64d Kemp, Suzy Mara.
DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFÍCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL-MT POR SENSORIAMENTO REMOTO. / Suzy Mara Kemp. -- 2015
145 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
Co-orientadora: Flávia Maria de Moura Santos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2015.
Inclui bibliografia.

1. LandSat 5 TM. 2. Uso da terra. 3. Bandas termais. 4. Clima.

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

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

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL - MT POR SENSORIAMENTO REMOTO**

AUTORA: **SUZY MARA KLEMP**

Tese de Doutorado defendida e aprovada em 25 de fevereiro de 2015, pela comissão julgadora:

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

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

Prof. Dr. Marcelo Sacardi Biudes
Examinador Interno
Instituto de Física – UFMT

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

Profa. Dra. Nara Luisa Reis de Andrade
Examinadora Externa
Departamento de Engenharia Ambiental/UNIR

Prof. Dr. João Gilberto de Souza Ribeiro
Examinador Externo
Departamento de Engenharia Ambiental/UNIR

UNIVERSDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

TESE DE DOUTORADO

DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFÍCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL-MT POR SENSORIAMENTO REMOTO

SUZY MARA KLEMP

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

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao Marcelo e a Alice pelo amor, inspiração e pela cumplicidade a mim dedicados

AGRADECIMENTO(S)

- Agradeço a Deus pela vida e pela inspiração, sem as quais nenhuma de minhas realizações seriam possíveis.
- Agradeço de modo especial a minha orientadora a Profª. Drª. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira por me orientar, sua organização e maturidade científica, proporcionaram-me a confiança necessária para concluir esse estudo.
- Agradeço a minha co-orientadora Profª. Drª. Flávia Maria de Moura Santos pela co-orientação e principalmente pela motivação e confiança, com seu jeito generoso de orientar me conduziu ao final desse trabalho.
- Agradeço imensamente aos membros da banca de doutorado pelas valorosas contribuições no exame de qualificação, e na defesa, dessa tese, que abrilhantaram esse trabalho, nas pessoas da Profª. Drª. Nara Luisa Reis, do Prof. Dr. João Gilberto de Souza Ribeiro, da Profª. Drª Fernanda Miguel Franco, do Prof. Dr. Marcelo Sacardi Biudes, da Profª. Drª. Flávia Maria de Moura Santos e da Profª. Drª. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
- Muito obrigada Roberto Nunes Vianconi Souto, Lidiane Costa pela valorosa colaboração.
- Obrigada Cleberson Ribeiro, Ingrid Santos, Rodrigo Takata e Jaime Junior pela colaboração no trabalho de campo.
- A todos os meus amigos do Laboratório de Geoprocessamento pelas gratas contribuições.
- Ao Profº. Dr. José de Souza Nogueira, pela dedicação e pelo trabalho feito para a realização deste curso de mestrado e doutorado que contribuem com a ciência mundial.
- A Profª. Drª. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, pelos maravilhosos ensinamentos durante o curso de sua disciplina, fora de sala, pelo cuidado e pelo amor que dedica a seus alunos e alunas.
- Agradeço ao Profº. Dr. Carlo Ralph De Musis pelas orientações nas analises estatísticas dos dados dessa tese de doutorado e por sua disponibilidade em tempo integral para Nortear estatisticamente pesquisas científicas voltadas ao Meio Ambiente.

- Agradeço aos professores que contribuíram com a minha formação no Bacharelado e na Licenciatura Plena em Geografia, de modo especial os Professores(as) Doutores(as) Aloir Pacini, Cleusa Zamparoni, Deocleciano Bittencourt Rosa, Peter Zeilhofer, Prudêncio Castro e Saulo Sardinha.
- Agradeço aos professores que contribuíram com a minha formação no Mestrado em Recursos Hídricos, em especial Professores(as) Doutores(as) Eliana Dores, Alexandre Silveira e Shozo Shiraiwa.
- Agradeço ao Prof°. Dr. Emerson Soares dos Santos do Departamento de Geografia dessa universidade, pelo desprendimento e generosidade ao ofertar seu material (apostila e base geográfica de dados) para que eu assim pudesse ministrar o curso de Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental no início de 2013, que por sua vez, contribuiu para a aprimorar a qualidade dos trabalhos publicados pela Física Ambiental.
- A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.
- A Soilce e ao Cesário pela colaboração nos serviços da secretaria que nos auxiliou para o desenvolvimento deste trabalho.
- Agradeço a Juliana de Amorim pela ajuda no dia da entrega da versão da tese para a banca.
- Agradeço ao Lucas Angelini pela ajuda com o Sigmaplot.
- Ao CNPq a CAPES e a FAPEMAT pelo auxílio financeiro.
- A todos os colegas de curso que ajudaram, os quais se tornaram amigos, nas pessoas da Rúbia Fantin, Wagner Rodrigues e do Sergio Gripp.
- Gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.
- Aos meus pais pelo apoio de sempre.
- A minha família ampliada nas pessoas de Antônia Maria de Jesus Moreira e José Carlos Moreira, pais do meu amado Marcelo e avós paternos da minha doce Alice, pelo apoio fundamental para com a nossa florzinha de 1 aninho de idade, na fase final desse trabalho.
- Não tenho todas as palavras para agradecer a família Moreira Werner, pelas as contribuições e os cuidados na fase final desse estudo, para com os Meurer Klemp Moreira, ainda assim agradeço imensamente a Nayara Moreira Werner, ao Ademir Gabriel Moreira Werner, ao Carlos Francisco Moreira Werner, ao Sebastião Moreira e a Maria Isabel Werner por toda a atenção e o carinho dedicados a minha jovem família, o que me trouxe paz de espírito para concluir esse trabalho.

"Somos todos visitantes desse tempo, desse lugar. Estamos só de passagem. O nosso objetivo é observar, crescer, amar... E depois vamos para casa." ~Proverbio aborígene

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....i
LISTA DE TABELAS.....ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....iii
RESUMO.....v
ABSTRACT.....vi

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Problemática..... 1

1.2. Justificativa 3

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO 6

2.1. Cerrado..... 6

2.2. Alguns usos agrícolas..... 10

2.2.1. Uso agropecuário da terra no Brasil 12

2.3. Jaciara Mato Grosso, histórico de uso e ocupação 15

2.4. Clima tropical & Considerações Termais..... 18

2.4.1. Temperatura 20

2.5. Sensoriamento Remoto 23

2.5.1. Características do LANDSAT 5..... 25

2.5.2. Comportamento espectral de objetos naturais..... 26

2.5.3. Correção atmosférica (mapeamentos termais) 28

2.6. Estudos Climatológicos & Sensoriamento Remoto..... 30

3. ÁREA DE ESTUDO..... 34

3.1. Visão geral 34

3.2. Detalhamento Geográfico 37

3.2.1. Geomorfologia 38

3.2.2. Características Geológicas 39

3.2.3. Vegetação..... 42

3.2.4. Mapeamento pedológico 43

3.2.5. Modelo digital de elevação 43

3.2.6. Características climáticas regionais 44

4. MATERIAIS E MÉTODOS 46

4.1. MATERIAIS 46

4.1.1 Softwares utilizados 46

4.1.2 Dados espaciais 46

4.1.2.1 O satélite Landsat 5 47

4.2. MÉTODOS 50

4.2.1. Dados Espaciais 50

4.2.1.1. Mapeamento de uso da terra 50

4.2.1.2. Mapeamento termal 52

4.2.1.3. Discretização de bacias 59

4.2.2. Dados de campo 61

4.2.2.1. Manejo Agropecuário 61

4.2.2.1. Análise Estatística 62

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 64

5.1. Dinâmica de uso da terra 2011 64

5.2. Dinâmica termal do Tenente Amaral 68

5.3. Relações espaciais, Temporais e as EstatÍsticas, entre o uso da terra, e a temperatura da superfície .. 73

5.3.1. Espacialização Termal e do uso da terra 73

5.3.2. Estatísticas dos usos e coberturas da terra em intervalos de temperatura para as quatro estações ... 94

5.3.2.1. Variações Sazonais da Temperatura e dos Usos da Terra 94

5.3.2.2. Teste Tukey 96

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 100

6.1. Sugestões para trabalhos futuros 101

7. BIBLIOGRAFIAS 102

8. ANEXO I 1155

Questionário semiestruturado 115

ANEXO II 123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mosaico de seis subcenas ASTER em cor natural que mostram distintos padrões de ocupação do solo agrícola do mundo. Cada subcena cobre uma área de 10,5x12 km lado 10

Figura 2- Interação da energia eletromagnética com o objeto 27

Figura 3- Localização da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral 35

Figura 4- Fotografias dos usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral (Pastagem/Algodão/Crotalária/Cana-de-açúcar/Milho/Soja/Cachoeira da Fumaça/Corredeiras no Tenente Amaral/Vista aérea da cidade de Jaciara) 36

Figura 5- Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 2010 37

Figura 6– Unidades de relevo da UPG Tenente Amaral 38

Figura 7- Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 40

Figura 8- Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 2011 43

Figura 9- Modelo Digital de Elevação da UPG do Tenente Amaral 44

Figura 10- Usos da terra na UPG do Rio Tenente Amaral em 01 de fevereiro, em 22 de abril, em 11 de julho e 29 de setembro de 2011 51

Figura 11- Imagem LandSat sobreposta por polígonos de uso da terra discretizados por meio de métodos OO e MAXVER na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 52

Figura 12– Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011 53

Figura 13– Radiância calculada a partir da Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011 55

Figura 14– Temperatura em Kelvin calculada a partir da Radiância da Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011 57

Figura 15– Temperatura em °C calculada a partir da temperatura em Kelvin nas Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011 58

Figura 16- Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 01 de fevereiro de 2011 65

Figura 17- Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 22 de abril de 2011 65

Figura 18- Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 11 de julho de 2011 65

Figura 19- Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 29 de setembro de 2011 65

Figura 20- Distribuição termal da UPG em 01 de fevereiro de 2011 69

Figura 21- Distribuição termal da UPG em 22 de abril de 2011 69

Figura 22- Distribuição termal da UPG em 11 de julho de 2011 69

Figura 23- Distribuição termal da UPG em 29 de setembro de 2011 69

Figura 24- Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 01 de fevereiro de 2011 75

Figura 25- Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 01 de fevereiro de 2011 na UPG 77

Figura 26- Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 22 de abril de 2011 79

Figura 27- Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 22 de abril de 2011 na UPG 82

Figura 28- Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 11 de julho de 2011 84

Figura 29- Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 11 de julho de 2011 na UPG. 87

Figura 30- Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 29 de setembro de 2011 89

Figura 31- Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 29 de setembro de 2011 na UPG 93

Figura 32- Dispersão da temperatura de superfície em relação aos usos da terra na UPG durante o ano 95

Figura 33- Inter-variação sazonal da temperatura da superfície por categoria de uso da terra (Médias marginais) 98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características das bandas espectrais do LandSat 5 25

Tabela 2- Detalhes das imagens de satélite adquiridas e utilizadas para o mapeamento termal 47

Tabela 3- Detalhes das imagens de satélite adquiridas e utilizadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra 49

Tabela 4- Elementos da fórmula de conversão para Radiância 54

Tabela 5- Usos e coberturas da terra e os totais em percentuais em relação à Bacia do Tenente Amaral 66

Tabela 6- Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 01 de fevereiro de 2011 na UPG 76

Tabela 7- Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 22 de abril de 2011 na UPG 81

Tabela 8- Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 11 de julho de 2011 na UPG 86

Tabela 9- Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 29 de setembro de 2011 na UPG 92

Tabela 10- Manejo agrícola das principais culturas da UPG do Tenente Amaral . 123

Tabela 11- Tratos culturais da Cana-de-Açúcar na UPG 124

Tabela 12- Tratos culturais na pastagem, na UPG do Tenente Amaral 125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	– Agência Nacional de Águas
ANION_EXCL	– Porosidade (%)
APP	– Área de Preservação Permanente
BR	– Brasil
C/N -	– Carbono/Nitrogênio
CNPq	– Conselho Nacional de Pesquisa Científica
COE	– Coeficiente de Nash- Sutcliffe
DEM	– Digital Elevation Model
DSS	– Decision Support System
GML	– Geography Markup Language
GUI	– Graphical User Interface
HRU	– Unidade de Resposta Hidrológica
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	–Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	– Índice de Qualidade das Águas
LH	– Latin Hypercube
MDT	– Modelo Digital do Terreno
MDE	– Modelo Digital de Elevação
MMA	–Ministério do Meio Ambiente
MNT	–Modelo numérico do terreno
OCX	– OLE Control Extension
OLE	– Object Linking and Embedding
OGC	– Open Geospatial Consortium
OD	–Oxigênio dissolvido
pH	–potencial hidrogeniônico
PRODEAGRO	– Programa Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso
POO	– Programação Orientada a Objetos
SAD	– Sistema de Apoio à Decisão
SEMA	– Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SEPLAN	– Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral
SIG	– Sistema de Informações Geográficas
SCS	– Soil Conservation Service
SRTM	– Shuttle Radar Topography Mission
SOL_Z	– Profundidade do solo (mm)
SOL_BD	– Densidade do solo (g cm^{-3})
SOL_AWC	– Conteúdo de água disponível no solo (mmH_2O mm^{-1} solo)
SOL_CBN	– Carbono orgânico (%)
SOL_K	– Condutividade hidráulica saturada (mmh^{-1})
SSD	– Sistema de Suporte a Decisões
SDSS	– Spatial Decision Support System
SWAT	– Soil and Water Assessment Tool - Ferramenta de Avaliação de Água e Solo
SWRRB	– Simulator for Water Resources in Rural Basins
UN	– Nações Unidas

UNEP	–United Nations Environment Programme – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNESCO	–Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USDA	–United States Department of Agriculture – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
UTM	– Universal Transversa de Mercator
TIN	– Triangular Irregular Network
UML	– Unified Modeling Language
XML	– Extensible Markup Language
WFS	– Web Feature Service
CN	– Curva Número
CLAY	– Argila (%)
SILT	– Silte (%)
SAND	– Areia (%)
FRSE	– Forest evergreen
PAST	– Pasture
AGRL	– Agricultural Land Generic
SUGC	– Sugarcane
FRST	– Forest Mixed
CPTEC	– Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
TMPMX	– Temperatura máxima nos diferentes meses do ano (ºC)
TMPMN	– Temperatura mínima nos diferentes meses do ano (ºC)
TMPSTDMX	– Desvio padrão da máxima temperatura no mês
PCPMM	– Média da precipitação no mês;
PCPSTD	– Desvio padrão da precipitação no mês,
PCPSKW	– Coeficiente Skew para a precipitação diária no mês;
PR_W	– Probabilidade de dia úmido (com chuva) seguido de um dia seco no – mês
PR_W	– Probabilidade de dia úmido seguido de outro dia úmido no mês;
PCPD	– Número médio de dias chuvosos no mês;
SOLARAV	– Radiação solar média diária no mês ($MJ.m^{-2}.dia^{-1}$);
DEWPT	– Ponto de orvalho médio diário no mês (°C);
WNDAV	– Velocidade do vento médio diário no mês ($m.s^{-1}$).
H2SO4	– Ácido sulfúrico
VMP	– Valores máximos permitidos
UNT	– Unidades Nefelométricas de Turbidez
VIB	– Velocidade de infiltração básica
R^2	– Coeficiente de determinação
NSE	– Coeficiente de Eficiência de Nash–Sutcliffe
r	– Coeficiente de correlação
OAT	– One-factor-At-a-Time
SSQ	– Soma dos quadrados dos resíduos
SSQR	– Soma dos quadrados da diferença dos dados medidos e simulados – após o ordenamento de dados
PBIAS	– Percentual de tendência
RMSE	– Raiz quadrada do erro quadrático médio

SD – Desvio padrão
RSR – Erro padrão médio normalizado
Alpha_BF – Fator de escoamento de base
Biomix – Eficiência de mixagem biológica do solo
Blai – Índice de área foliar potencial máxima
Canmx – Armazenamento máximo de água no dossel vegetativo
Ch_K_2 – Condutividade hidráulica efetiva do canal principal
Ch_N_2 – Coeficiente de rugosidade para o canal principal
CN_2 – Valor da curva número para a condição de umidade II (Soil Conservation Soil)
Epco – Fator de compensação de retirada das plantas
Esco – Fator de compensação de evaporação do solo
Gw_Delay – Período de tempo que a água se move da camada de solo mais – profunda até o aquífero superficial
Gw_Revap – Coeficiente de escoamento (movimento) de água do aqüífero superficial para zona insaturada
Gwqmn – Profundidade mínima do aquífero superficial para que ocorra escoamento subterrâneo
Revapmn – Profundidade do aquífero superficial para que ocorra percolação ao aquífero profundo
Slope – Declividade
Slsubbsn – Comprimento do declive médio
Sol_Alb – Albedo do solo úmido
Sol_Awc – Capacidade de água disponível na camada do solo
SOL_K – Condutividade hidráulica saturada
Sol_Z – Profundidade máxima da raiz no solo
Surlag – Coeficiente de resposta do escoamento superficial
NPERCO – Coeficiente de percolação do nitrogênio
PHOSKD – Coeficiente de partição do fósforo no solo
PPERCO – Coeficiente de percolação do fósforo
CO_2 – Dioxide de carbon
$CaCO_3$ – Carbonato de cálcio
ºC – Graus Celsius
NH_3 – Amônia
NH_4^+ – Íon amônio
NO_2^- – Íon nitrito
NO_3^- – Íon nitrato
PO_4^{-3} – Ortofosfato
HPO_4^{-2} – Monohidrogenofosfato
$NaH_2PO_4^{-1}$ – Dihidrogenofosfato
H_3PO_4 – Ácido fósforico
Q_{sim} – Vazão simulada
$Q_{95\%}$ – Vazão com 95% de probabilidade de ocorrer

RESUMO

KLEMP, S. M. **DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFÍCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL-MT POR SENSORIAMENTO REMOTO.** Cuiabá, 2015, 144f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

As dinâmicas de uso e cobertura da terra influenciam significativamente nas classes de temperatura da superfície. Condições extremas de altas e baixas temperaturas têm impactos negativos diretos sobre os ecossistemas. Portanto, conhecer os padrões termais em Regiões Tropicais, originalmente cobertas por Cerrado, onde o uso da terra foi substituído por monocultivos de ciclo curto e longo, áreas de influência urbana, e áreas antropizadas, é fundamental, para esclarecer a que faixas de amplitudes térmicas os seres vivos estão expostos ao longo das estações do ano. Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo geral investigar as variações sazonais na temperatura de superfície em relação ao uso e ocupação da terra na Bacia do Tenente Amaral em Jaciara, Mato Grosso, por meio da utilização de Sensoriamento Remoto: Imagens do satélite LANDSAT 5 do sensor Thematic Mapper (TM) para as quatro estações do ano. Nos os mapeamentos sazonais das categorias de uso e cobertura da terra, foram discretizados também os tipos de culturas agrícolas, foram utilizadas as bandas espectrais 5R, 4G e 3B respectivamente para 01 de fevereiro (Verão), em 22 de abril (Outono), 11 de julho (Inverno) e 29 de setembro (Primavera) 2011. O método utilizado para estes mapeamentos foi o da interpretação visual. Para o mapeamento termal foram utilizadas as quatro bandas termais do LANDSAT 5 TM (Banda 6) baseado no método descrito por Chander, Markham & Helder (2009). Esses mapeamentos foram empregados para interpretar a distribuição, as variações e as mudanças na temperatura da superfície e no uso da terra. Dos totais amostrados para as categorias de uso e cobertura da terra em função da temperatura superficial, foram discretizadas 23,000 amostras para o Verão, 30,851 para o Outono, 31,941 para o Inverno e 39,833 amostras para a Primavera. Como resultados, observou-se que o resfriamento e o aquecimento diferencial de diversos usos da terra resultaram em grandes faixas de temperatura. As temperaturas mais elevadas estão associadas ao solo exposto e as áreas de influência urbana, e faixas baixas de temperatura superficial são encontradas em áreas de vegetação natural. As informações de temperatura da superfície adquirida através de técnicas de Sensoriamento Remoto com o uso do canal infravermelho termal do TM/Landsat-5, mostraram-se satisfatórias sob o aspecto da utilização de geotecnologias em ambientes rurais e urbanos, contribuindo na identificação, espacialização e na compreensão de problemas, podendo ser aplicada em outros intervalos de datas e locais distintos. Portanto, esta pesquisa traz elementos que reafirmam os impactos da substituição da vegetação nativa em larga escala, sobre o desconforto térmico em Região de Cerrado, alertando assim para os efeitos das interferências antrópicas no meio ambiente.

Palavras chave: LandSat 5 TM, uso da terra, bandas termais.

ABSTRACT

KLEMP, S. M. **DYNAMIC SPACE TIME RIVER BASIN WATERSHED SURFACE TEMPERATURE TENENTE AMARAL-MT FOR REMOTE SENSING.** Cuiabá, 2015, 144f. Thesis (Doctorate in Environmental Physic); Institute of Physic, Federal University of Mato Grosso.

The dynamic of use and land cover have significantly influence in the surface temperature classes. Extremely high and low temperatures have direct negative impacts on ecosystems. Therefore, knowing the thermal patterns in tropical Regions, originally covered by Cerrado, where land use has been replaced by monocultures of short and long cycle, areas of urban influence, and disturbed areas, are essential, to clarify that the thermal amplitude ranges beings living are exposed along the seasons. In this context, this research has the objective to investigate the seasonal variations of surface temperature over the use and occupation of land in the Basin of Tenente Amaral in Jaciara, Mato Grosso, through the use of Remote Sensing: Landsat 5 satellite images of Thematic Mapper sensor (TM) for the four seasons. In the seasonal mappings of categories of use and land cover, were also described types of agricultural crops, used the spectral bands 5R, 4G and 3B respectively for February 1 (Summer), 22 April (Autumn), July 11 (winter) and September 29 (Spring) 2011. The method used for these mappings is the visual interpretation. To the thermal mapping were used four thermal bands of Landsat TM 5 (Band 6) based on the method described by Chander, Helder & Markham (2009). These mappings are employees to interpret the distribution, variations and changes in surface temperature and land use. Of the total sampled for the categories of land use and land cover in function of surface temperature, were discretized 23.000 samples for the summer, 30.851 for autumn, 31.941 for winter and 39.833 samples for spring. As result, it was found that differential cooling and heating of different land uses resulted in large temperature ranges. Higher temperatures are associated with the exposed soil and urban influence, the low bands surface temperatures are found in areas of natural vegetation. The information of surface temperature acquired through remote sensing techniques with the use of thermal infrared channel TM / Landsat-5, show to be satisfactory from the point of using geo technology in rural and urban environments, contributing to the identification, spatialization and in understanding problems, that can be applied in other date ranges and different places. Therefore, this research brings elements that confirm the impact of the substitution of native vegetation on a large scale on the thermal discomfort in Cerrado Region, thus calling attention to the effects of anthropogenic interference with the environment.

Keywords: Landsat 5 TM, Land use, thermal bands.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A radiação solar que chega a Terra é distribuída de forma desigual sob a sua superfície. Como o ar absorve pouco calor, é a superfície do solo que aquece a atmosfera. Por esse motivo, são esperados que, diferentes usos e coberturas da terra, apresentem distintos valores de temperatura de superfície. Sobretudo, nas últimas décadas, a Terra padece com interferências em suas superfícies, que ameaçam o equilíbrio climático de diversos Biomas. Alertadas pelas alterações nos regimes de chuvas e secas em diversas Regiões do mundo.

O Brasil é um dos países de maior biodiversidade do planeta, pois se calcula que aproximadamente 10% de toda a biota terrestre encontram-se no país. As alterações no clima possuem relações diretas com o uso e ocupação da terra. De acordo com a literatura, no Bioma de Cerrado, os principais estressores são a agropecuária de larga escala, e a ocupação urbana desordenada.

Segundo o IBGE (2004), o Cerrado possui uma área de aproximadamente 203 milhões de hectares, originalmente ocupou a maior parte da porção Central do país. Foi o segundo maior Bioma da América do Sul, quando ocupava cerca de 25% do território nacional. A sua área contínua sobrepôs porções territoriais dos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos encraves no Amapá, Roraima e Amazonas. Essas Regiões abrigam importantes nascedouros, dentre os quais as quatro maiores Bacias Hidrográficas da América do Sul (Amazônica, Tocantins, São Francisco e Paraná), o que aumenta a importância da conservação desse frágil ecossistema.

Pesquisas científicas realizadas por órgãos do governo federal brasileiro confirmam que do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado do país é reconhecido como a Savana mais rica do mundo, pois abriga, nos diversos ecossistemas, uma flora com mais de 11.000 espécies de plantas nativas, das quais 4.400 são endêmicas.

O Cerrado está entre os Biomas mais ameaçados do Planeta. As atividades antrópicas em áreas de Cerrado e Floresta têm acarretado na conversão expressiva de áreas originalmente florestadas para áreas de pastagens e monocultivos, isso tem causado impactos negativos ao meio ambiente, com desdobramentos no microclima.

Nesse contexto, o Brasil se destaca como um dos maiores exportadores de *commodities* agrícolas. Por esse motivo, o país, possui grandes porções de Cerrado e Floresta, convertidas em agropecuária de larga escala.

Assim, como destaque em produção agrícola, Mato Grosso por sua vez, possui várias bacias hidrográficas com o uso da terra original alterado, para esse fim. Nesse sentido, surgem à tona os seguintes questionamentos:

Quais os padrões de temperatura das diferentes monoculturas agrícolas (Ciclo longo/Curto)? De que maneira os manejos agropecuários e os tratos culturais influenciam no uso da terra e nas temperaturas superficiais nessa Região Tropical? Quais os padrões de temperaturas superficiais das pastagens ao longo das estações do ano? Será que a vegetação natural de Cerrado mantem-se mais fresca, em comparação aos outros usos, em todas as estações do ano? Qual o comportamento termal das pequenas áreas de influência urbana? Será que as áreas de influência urbana são mais impactantes termalmente que usos rurais do solo? Quais usos da terra possuem as maiores e as menores emitâncias termais?

Diante desse contexto, a Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral foi caracterizada com vegetação originária, sob os domínios do Cerrado e remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. Sendo que, em 2011, aproximadamente 80% destas vegetações haviam sido convertidas em agropecuária de larga escala, áreas de ocupação antrópica e de influência urbana. No que tangem as alterações de uso e ocupação da terra, essa Unidade de Planejamento e Gestão mostra-se bastante impactada.

Ressalta-se que, alterações na distribuição da temperatura da superfície modificam as correntes de ar, as taxas de evaporação, evapotranspiração, e as reações dos seres vivos. Aliadas a distribuição diferencial da precipitação podem causar alterações ambientais

locais e/ou temporais nos fenômenos climáticos, para os quais seres vivos podem não estar adaptados.

Portanto, pesquisas desse cunho pretendem indicar os impactos da conversão da vegetação nativa, sobre as temperaturas superficiais, que interferem na disponibilidade de energia para realização de processos físicos, químicos e biológicos, e que acarretam em desconforto térmico.

1.2. JUSTIFICATIVA

Diversos estudos, descritos na literatura, ressaltam a importância de se conhecer os padrões de temperatura em grandes cidades, no entanto, são escassos os que trabalham também com as áreas rurais, e cidades pequenas, essa preocupação se justifica, quando se pensa que, a exemplo de outros fenômenos climáticos, como a incidência de raios, por exemplo, ser bem maior nas cidades, como demonstrado pelo INPE, e, no entanto, acometer com mais frequência pessoas em áreas rurais e/ou abertas. Isso se deve a própria natureza das áreas rurais, e de cidades pequenas, o modo de vida e o trabalho faz com que os seres vivos estejam em maior contato com o meio externo e por consequência mais sujeitos as intempéries climáticas.

Os seres vivos possuem faixas de temperatura ideal. Têm a capacidade de fazer com que o organismo funcione adequadamente dentro de uma faixa relativamente ampla de temperaturas. Mas, episódios de variações acentuadas de temperatura, indicam que extremos termais (muito frio ou muito calor) estão associados ao aumento da mortalidade. Em geral, os estremos da pirâmide etária têm a saúde mais comprometida, quando a temperatura ambiente fica fora da zona de conforto térmico.

A Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Tenente Amaral, que pertence a Bacia Hidrográfica do Paraguai/Paraná. Teve a maior parte de sua vegetação natural convertida em agropecuária de larga escala, áreas de ocupação antrópica mista e urbana. Como as mudanças no uso da terra, impactam nas variações, e na distribuição das temperaturas dessas superfícies. Estudos que forneçam conhecimentos, acerca dessa temática, podem ajudar na proteção da área estudada, no âmbito do planejamento territorial, por meio de elementos científicos, que demonstrem tais impactos.

A literatura ao redor do mundo apresenta diversos estudos em que demonstram a importância de se estudar a temperatura superficial por meio de produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) nas áreas urbanas a exemplo de Ortiz & Amorim (2011) em Cândido Mota/SP; Callejas et al. (2011) em Várzea Grande – Mato Grosso; Lo, & Quattrochi (2003) em Atlanta nos Estados Unidos ou Hung et al. (2006) que avaliou os efeitos da ilha de calor urbana em 18 cidades asiáticas com dados de SR. No entanto, estudos que considerem também os impactos sobre as áreas rurais, ainda são raros, apesar da resolução espacial da maioria dos produtos termais de SR serem mais adequados às áreas rurais.

Assim, apesar da disponibilidade gratuita de séries históricas de imagens termais, de mais de 25 anos, ainda são escassos, os estudos realizados com o objetivo de investigar os comportamentos termais dos alvos da superfície terrestre, sobretudo em Regiões Tropicais e em áreas agrícolas.

Quando se trata de análises termais, que além das características acima citadas, diferenciem os usos agrícolas, ao longo das estações do ano, em Regiões Tropicais, não foi encontrado nenhum registro de trabalho publicado. Nem mesmo em outras Regiões do planisfério.

Considerando que os cultivos agrícolas são heterogêneos, com relação, por exemplo, as épocas de plantio, as estruturas de dosséis, e as durações de seus ciclos. Supõe-se que, suas características termais, sejam também, diversas. Sendo assim esse trabalho possui o cunho inédito de estudar todos esses elementos conjugados. São esses os pilares que demonstram a importância desse estudo, e que justificam a realização do mesmo.

Nesse sentido, contribuições metodológicas importantes foram publicadas pela NASA e pela Universidade de Dakota do Sul nos EUA, em que foram apresentadas fórmulas de coeficientes de calibração radiométrica para a obtenção das temperaturas de superfície por meio de imagens de satélite LandSat MSS, TM, ETM+, e EO-1 ALI.

Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo geral investigar as variações sazonais na temperatura de superfície em relação ao uso e ocupação da terra na Bacia do Tenente Amaral e/ou Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Tenente Amaral em Jaciara, Mato Grosso.

A metodologia aplicada contou com a utilização de imagens de SR: Imagens do satélite *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT) 5 do sensor *Thematic Mapper* (TM) para as quatro estações do ano, 01 de fevereiro (Verão), em 22 de abril (Outono), 11 de julho (Inverno) e 29 de setembro (Primavera) 2011.

Para alcançar tal propósito, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: Realizar análise termal, e suas relações com o uso e cobertura da terra, considerando a heterogeneidade dos cultivos agrícolas (Soja, Algodão, Milho, Cana-de-açúcar, Crotalária e Eucalipto); Identificar os usos com maiores e menores emitâncias termais ao longo das datas estudadas; Propor diretrizes para aprimorar o uso da terra com base nos resultados termais; Explorar a aplicação da imagem do canal do infravermelho termal do sensor TM do Landsat-5, por meio da detecção e análise de temperaturas de superfície para diferentes estações do ano; Demonstrar o uso integrado e a aplicação das geotecnologias por meio da utilização de produtos de SR e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Dessa maneira, espera-se contribuir com o meio científico, tecnológico e ambiental, através da demonstração, de que as interferências antrópicas geram impactos ao meio ambiente. De modo que, os resultados possam ser utilizados como elemento científico para a fundamentação de instrumentos de regulação dos usos da terra nessa Região Tropical e em locais semelhantes

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1. CERRADO

De acordo com Mittermeier et al. (1997) apud Machado; Ramos Neto; Pereira; Caldas; Gonçalves; Santos; Tabor; Steininger., (2004) o Brasil é considerado um dos países de maior biodiversidade no mundo, pois calcula-se que 10% de toda a biota terrestre encontram-se no país.

E nesse contexto o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004), computou ao Bioma de Cerrado, uma área de aproximadamente 203 milhões de hectares. O IBGE afirma que esse Bioma originalmente ocupou a maior parte da porção Central do Brasil.

O Cerrado, de acordo com o IBGE, foi o segundo maior Bioma da América do Sul, originalmente com cerca de 25% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos encraves no Amapá, Roraima e Amazonas.

Como estes espaços territoriais, abrigam importantes nascentes, como por exemplo, Amazônica, Tocantins, São Francisco e Paraná, ou seja, das quatro maiores bacias hidrográficas da América do Sul, esse fato aumenta que aumenta a importância da conservação desses frágeis ecossistemas.

Do ponto de vista da diversidade biológica, Mendonça et al. (2008) afirma que o Cerrado brasileiro é reconhecido como a Savana mais rica do mundo, pois, de acordo com Myers et al. (2000) apudi Machado; Ramos Neto; Pereira; Caldas; Gonçalves; Santos;

Tabor; Steininger (2004) ele abriga nos diversos ecossistemas uma flora com mais de 11.000 espécies de plantas nativas, das quais 4.400 são endêmicas .

Como o Cerrado está entre os Biomas mais ameaçados do planeta, e entre as maiores ameaças, estão à agropecuária e o crescimento urbano desordenado. E como nesse contexto, o Brasil possui destaque, como exportador de *commodities*. Consequentemente Mato Grosso situado na Região Centro-Oeste do país possui porções de Cerrado e Floresta, convertidos para esse fim.

De acordo com o estudo sobre o Cerrado feito pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) o Cerrado brasileiro ocupava, há aproximadamente seis mil anos até o os dias atuais, uma área de aproximada de dois milhões de km^2. Os cálculos do tamanho ocupado pelo Cerrado no território brasileiro variam bastante e dependem basicamente da inclusão ou não das áreas de transição existentes nas bordas da área central do Bioma.

Assim o mapa de vegetação do Brasil apresentado pelo IBGE em 1993, exibe as áreas de transição ou de tensão ecológica que representam aquelas regiões onde há uma mistura de elementos florísticos entre duas Regiões adjacentes. De acordo com Ab'Sáber (1977); Whitmore & Prance (1987); Prado & Gibbs (1993), Oliveira-Filho & Ratter (1995); e Silva (1995) essa situação é em parte devida aos processos históricos de contração e expansão dos ecossistemas brasileiros, dinâmica essa que foi resultante das mudanças climáticas do passado.

Nesse sentido, o Ministério de Meio Ambiente (MMA) realizou o mapeamento de larga escala no Cerrado brasileiro em 2002. Utilizou produtos de Sensoriamento Remoto (SR) datados de Agosto de 2002, e calculou a área desmatada, e a localização dos principais blocos de vegetação remanescente.

De acordo com o MMA (2002), apesar de ter sido observada uma tendência à estimação exagerada da cobertura vegetal nativa, pode-se perceber que as principais áreas remanescentes estão localizadas em Regiões Serranas ou áreas de solos arenosos onde a infra-estrutura ainda não foi implantada.

Esse fato nos remete ao seguinte problema, as áreas de Cerrado convertidas, sobretudo em agropecuária, geralmente platôs extensos, ou seja, compunham originalmente ecossistemas diferentes de áreas montanhosas, ou áreas compostas por solos

arenosos, ou por afloramentos rochosos. Assim espécies endêmicas podem estar ameaçadas de extinção ou mesmo extintas.

Além disso, alguns desses espaços, configuram importantes áreas de recarga de aquíferos, essenciais a sobrevivência de inúmeros seres vivos, e quanto o uso da terra original é alterado de forma tão extensa, impactos sobre a capacidade de recarga dessas águas são a consequência.

Realizou-se também uma comparação da área desmatada no Cerrado com outras estimativas anteriores. As maiores taxas de desmatamentos, encontradas no estudo do MMA, chegaram a uma média anual de 1,5%, o que representaria uma perda anual de aproximadamente três milhões de hectares.

Nesse estudo, o MMA calculou que a área desmatada, para o Cerrado até 2002 foi de 54,9% da área original (cerca de 1,58 milhões de hectares). Sendo que as maiores porções de áreas conservadas estão localizadas nas Terras Indígenas (TIs) e nas Unidades de Conservação (UCs).

Além disso, o MMA afirma nesse estudo que, os grandes projetos de agricultura caracterizam uma grande ameaça às áreas remanescentes de Cerrado.

Nascimento (2012) pesquisou o impacto da conversão de floresta em pastagem na Amazônia por meio de SR e comparou seus resultados com medidas de campo, chegou-se a conclusão que há o aquecimento da superfície e do ar, que interfere na disponibilidade de energia para realização de processos físicos e biológicos, e que também acarreta em desconforto térmico e aumento da evapotranspiração. Malhi et al. (2008) realizaram estudos na floresta Amazônica que indicam que a conversão da floresta em pastagem tem grande influência não apenas no microclima, mas também no clima global.

De acordo com Rodrigues & Hott (2010) as imagens de SR orbital juntamente com as ferramentas em Sistemas de Informações Geográficas têm possibilitado diversos estudos sobre as alterações na cobertura das terras. Seu trabalho, publicado no repositório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que detalhou os resultados do mapeamento de uso e cobertura das terras e alterações em uma região no Nordeste do Estado de São Paulo entre 1988 e 2003, em relação à vegetação natural. A avaliação da dinâmica das áreas de remanescentes de vegetação natural das terras revelou retração de 0,14% em relação à área total dos municípios (51.649,5 km2). A ocupação das terras de

1988 a 2003 caracterizou-se pela dinâmica de substituição entre atividades que competem por área no setor rural.

De acordo com esses autores, a dinâmica da vegetação remanescente ocorrida na região no intervalo de 15 anos mostrou retração dos remanescentes de vegetação natural (Floresta Estacional, Floresta Secundária e Cerrado).

Monceratt & Pinto (1996) utilizaram técnicas SR e Sistema de Informação Geográficas (SIG) para analisar o uso da terra mediante a interpretação de imagens TM Landsat-5 de duas datas e compará-la com o mapa de aptidão agrícola, nos municípios de Araras e Conchal, no este do Estado de São Paulo.

Os resultados da pesquisa de Monceratt & Pinto expuseram a fusão de informações, que adquiridas por meio de SR e processadas em SIG, formaram um mapa-resumo no qual foi possível detectar as áreas que estavam sendo utilizadas adequadamente e as que não.

Nesse sentido, a literatura aponta a eficiência da aplicabilidade do SR aliado ao SIG em estudo ecológicos no em áreas de vegetação natural no Brasil, inclusive no Cerrado. Trabalhos estes, que apontam uma realidade intrigante, de que as atividades antrópicas, em áreas de Cerrado e Floresta, têm acarretado na conversão expressiva de áreas de vegetação nativa, tropicais e equatoriais, para áreas de pastagens e monocultivos, isso tem causado impactos negativos ao meio ambiente, com desdobramentos no microclima.

Pois, tais alterações modificam a distribuição da temperatura da superfície da Terra, e causam adulterações nas correntes de ar e das taxas de evaporação e evapotranspiração, e também das reações dos seres vivos. Esses processos, aliados as diferenças nas distribuições das precipitações, podem culminar em degenerações ambientais e temporais em fenômenos climáticos, para as quais as espécies de plantas e animais, incluindo nós seres humanos, podem não se adaptar.

Assim conhecer os usos agrícolas, pecuários e urbanos, e seus respectivos impactos sobre o microclima, é de suma importância, para que se possam tomar decisões pautadas em elementos científicos, no âmbito dos planejamentos urbano e regional.

2.2. ALGUNS USOS AGRÍCOLAS

A Figura 1 exposta a seguir exemplifica por meio de produtos de SR, alguns padrões de ocupação agrícola do solo em diferentes regiões do planeta. Com o objetivo de demonstrar tipos diferentes de usos agrícolas, típicos das diferentes regiões do mundo aqui retratadas. Nesse contexto, Vega et al. (2010) apresenta essas diferenciações em seu estudo.

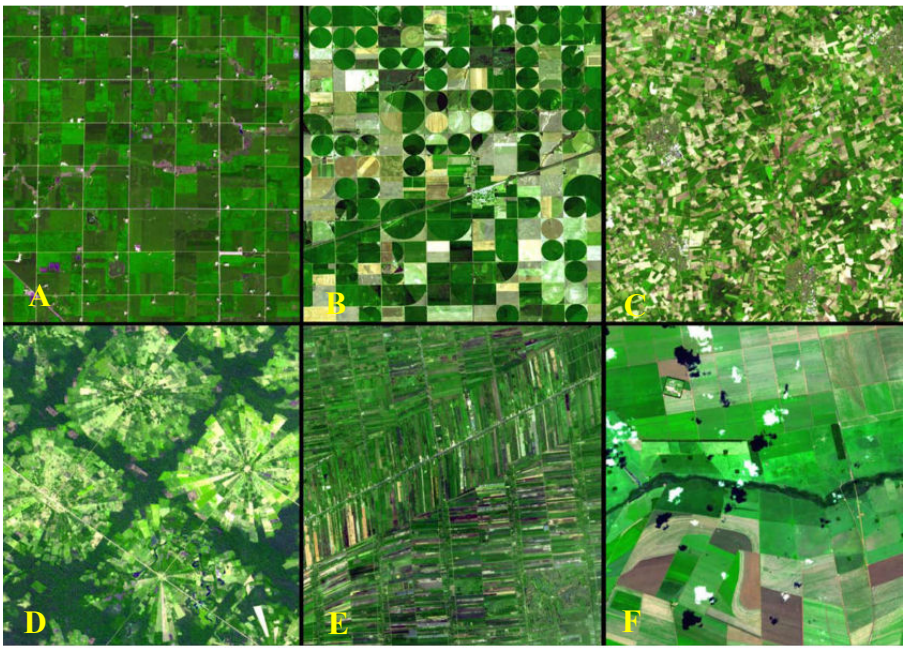


Figura 1- Mosaico de seis subcenas ASTER em cor natural que mostram distintos padrões de ocupação do solo agrícola do mundo. Cada subcena cobre uma área de 10,5x12 km lado

Fonte: VEGA et al. 2010 Apud NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS y U.S./Japan ASTER Equipe de Ciência.

A Figura 1A mostra uma paisagem agrícola de Minnesota, EUA. A regularidade da forma e do tamanho das parcelas é um legado do século XIX. Baseia-se nas técnicas do período de mecanização dos cultivos (VEGA et al, 2010, p. 110).

Na Figura 1B (Kansas, EUA) apresenta o padrão geométrico dos campos irrigados por aspersão com pivôs centrais. O comprimento do sistema de irrigação determina o raio das parcelas circulares e, consequentemente, a sua área (VEGA et al, 2010, p. 110).

Vega et al (2010, p. 110) ilustra um exemplo típico da Europa Ocidental na Figura 1C (Noroeste da Alemanha), onde o padrão irregular das parcelas é um legado da Idade Média. Há uma grande heterogeneidade no tamanho das parcelas, mas a que predomina é a

de pequenos lotes, talvez o resultado do tamanho pequeno dos países europeus e da pressão populacional, em comparação com outros continentes de povoamento mais recente.

Na Figura 1D (Santa Cruz, Bolívia) se observa um dos padrões agrícolas típicos, com formas radioconcentricas, resultantes do desmatamento da floresta tropical e um esquema concreto de colonização, apoiados pelos núcleos populacionais que estão no eixo central de cada setor. Apresentada por Vega et al. (2010, p. 110) os setores da agricultura (em verde, amarelo e verde claro) contrastam com manchas florestais (verdes escuras e de texturas espessas) deixadas entre as comunidades (unidade radioconcentricas).

A Figura 1E exibe (Bangkok, Tailândia) um padrão agrícola regular e alongado, formado por pequenos campos de arroz separados por canais de irrigação centenários. Os campos de arroz se agrupam em lotes transversais entre si (VEGA et al. 2010, p. 110).

Por último, a Figura 1F ilustra um padrão agrícola típico da ecorregião denominada Cerrado no Centro-Meridional do Brasil. De acordo com Vega et al (2010, p. 110) a grande diversidade biogeográfica desta área é ameaçada por monoculturas, especialmente a de soja. O baixo preço da terra e da topografia deste vasto Planalto facilitou a presença de grandes fazendas, formando grandes e regulares parcelas.

Tradicionalmente, as paisagens agrícolas eram o resultado de uma combinação de fatores, em que estavam envolvidos topografia, tipo de solo, tipo de cultura, a precipitação anual na área e a tradição cultural. Na atualidade, sobrevivem paisagens culturais milenares, juntamente com outras que são o resultado de mudanças recentes, em um fator se impôs a outros ou foi compensado por outros.

Manzatto et al (2002) apresenta em seu livro publicado pela EMBRAPA solos as principais definições, desse importante recurso natural, que é o solo, seus potenciais de uso e o uso atual das terras, aspectos gerais relacionados a dinâmica de uso da terra, erosão e seu impacto, fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil, entre outras formas de degradação do solo, medidas conservacionistas e os compromissos internacionais, como por exemplo o quadro convenções das Nações Unidas sobre mudança do clima.

Desse modo, pode perceber que há padrões de ocupação agrícolas diferentes, e que variam conforme a Região do planeta, desse modo, acredita-se que, por sua vez mudem também suas formas de interferir no microclima local.

2.2.1. USO AGROPECUÁRIO DA TERRA NO BRASIL

Nos primórdios a agricultura era uma praticada pelos nativos, que cultivavam a Mandioca, o Amendoim, o Tabaco, a Batata-doce e o Milho, e realizavam o extrativismo vegetal, do Babaçu, do Pequi, da Jabuticaba, do Caju, do Cajá, da Goiaba e varias outras.

Com a chegada dos europeus, os indígenas não apenas foram influenciados, mas também influenciaram culturalmente os que chegavam: De acordo com Calmon, (1939) o português passara "a nutrir-se de farinha de pau, a abater, para o prato, a caça grossa, a embalar-se na rede de fio, a imitar os selvagens na rude e livre vida".

De acordo com Arruda (1996) até a introdução da Cana-de-açúcar como cultivo de exportação, o extrativismo do Pau-brasil foi a primeira razão econômica da posse das novas terras por Portugal.

No Brasil colônia, as riquezas naturais da terra não se revelaram promissoras, até a introdução da produção de Cana-de-açúcar na região Nordeste. De acordo com Arruda (1996) assim os portugueses a introduziram a mão-de-obra escrava, capaz de realizar as duras tarefas de cultivo da monocultura, sistema denominado plantation. No entanto, essa fonte de riqueza, não serviu para a promoção do desenvolvimento técnico ou social.

Baer, (2003) afirma que a concentração da riqueza e a formação de latifúndios geraram um sistema social quase feudal, diferente do que ocorreu, por exemplo, na América do Norte, onde a terra foi dividida em pequenas propriedades. A economia brasileira era em sua maior parte dependente da exportação do açúcar, que a despeito de ser trinta por cento mais barato que o produzido noutras partes, não possuía acesso aos mercados, vindo a declinar na segunda metade do século XVII.

> Muitas regiões produtoras, então, passaram a diversificar a produção, passando ao plantio do algodão. Ainda no final do período colonial o Café foi introduzido no país. Mas foi somente após a independência, ou melhor, no Brasil imperial, que a produção se consolidou na região Sudeste, sobretudo no Estado de São Paulo. A exportação, que no começo do século XIX era de 3.178 mil sacas de 60 kg, passou a 51 milhões e 361 mil sacas, nas décadas de 1880 e 1890 - saltando de dezenove por cento para cerca de sessenta e três por cento do total da exportação do país (BAER, 2003).

De acordo com Arruda, (1981) esse enorme peso econômico fez surgir uma nova oligarquia dominante no Brasil, os chamados Barões do Café, o que apressou, também, os movimentos de imigração, com o fim da escravidão, atingindo seu ápice nas chamadas política do Café-com-leite e política dos governadores, esta última no governo Campos

Sales, até a crise de 1929, período do encerramento deste ciclo na década de 1930 e com a industrialização do país, com o capital oriundo do excedente cafeeiro.

De acordo com Baer (2003) a imigração europeia se acentuou com a produção do café no Oeste paulista, com a chegada ao país, sobretudo de italianos. A riqueza gerada pelo produto acentuou as diferenças entre as regiões brasileiras, especialmente o Nordeste.

Além do café outras culturas tiveram crescimento ainda no século XIX, como o fumo e o cacau, na Bahia, e a borracha na Amazônia: em 1910 a borracha representou cerca de 40% das exportações. O algodão cresceu temporariamente, durante a Guerra (...) (BAER, 2003) de Secessão que teve seu início em 1861 e durou até 28 de junho de 1865, nos Estados Unidos da América.

Ortega & Nunes, (2001) afirmam que no período pós-guerra tem início no país o debate que indicava o atraso no setor agrícola como um dos obstáculos ao desenvolvimento e à industrialização que se projetava na Era Vargas, nos entendimentos entre o país e os Estados Unidos. O modelo a ser adotado recebia forte influência da CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), organismo da ONU sediado no Chile .

Na década de 1950 o atraso do campo não atendia mais à demanda dos grandes centros urbanos de acordo com Ortega & Nunes (2001), e cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Recife sofriam com escassez de gêneros básicos como açúcar, trigo, feijão e outros.

> Na década seguinte tinham início as Reformas de base de João Goulart, provocando forte reação dos latifundiários. No meio acadêmico duas correntes se debatiam, uma dizendo que o país possuía uma estrutura feudal no campo, ao passo que intelectuais como Prado Júnior defendiam que a estrutura rural era capitalista, em ambos os casos pregava-se a reforma agrária como meio de melhoria do sistema econômico, também se falava em alterações constitucionais, e todo esse quadro gerou a oposição acirrada dos conservadores, e que culminaram com o Golpe Militar de 1964 (ORTEGA & NUNES, 2001).

Em 1973 foi criada a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), (...)"com o objetivo de diversificar a produção agrícola. O órgão foi responsável pelo desenvolvimento de novos cultivares, adaptados às condições peculiares das diversas regiões do país" (...). "Teve início a expansão das fronteiras agrícolas para o Cerrado, e latifúndios monocultores com a produção em escala semi-industrial de Soja, Algodão e Feijão" (BAER, 2003).

De acordo com a Embrapa/Agrobiologia, (2009) dentre os pesquisadores da Embrapa que possibilitaram a incrementação da "Revolução Verde" na agricultura brasileira, destaca-se a pesquisadora tcheca-brasileira Johanna Döbereiner que, com suas pesquisas sobre os microrganismos fixadores de nitrogênio, por sua amplitude mundial, rendeu-lhe, em 1997, a indicação para receber o Prêmio Nobel de Química.

Em 1960 eram quatro os principais produtos agrícolas exportados, no começo da década de 1990 estes passaram a dezenove (...). Nestes trinta anos o avanço ficou por conta do beneficiamento(...), nos anos 60 os produtos não-beneficiados eram 84% do volume exportado, taxa que caiu a 20%, no começo da década de 90 (BAER, 2003).

Nesse período de diversificação da agricultura (1960 a 1990), as políticas de fomento agrícola incluíam créditos subsidiados, perdão de dívidas bancárias, e subsídios à exportação (que de acordo com Baer (2003), em alguns casos, chegou a 50% do valor do produto).

A partir de 1994, com a estabilização monetária do Plano Real, o modelo agrícola brasileiro passou por uma mudança radical: de acordo com Baer (2003) o Estado diminuiu sua participação e o mercado passou a financiar a agricultura que, assim, viu fortalecida a cadeia do agronegócio, desde a substituição da mão-de-obra por máquinas (houve uma redução da população rural brasileira, que caiu de vinte e um milhões e setecentas mil, em 1985, para dezessete milhões e novecentas mil pessoas em 1995), passando pela liberação do comércio exterior (diminuição das taxas de importação dos insumos), e outras medidas que forçaram os produtores brasileiros a se adaptarem às práticas de mercado globalizado. O aumento da produtividade, a mecanização (com redução dos custos) e profissionalização marcam esse período.

Com esse processo histórico fica claro que, em linhas gerais a agropecuária brasileira é marcada por grandes ciclos, primeiro o da Cana-de-açúcar, depois o do Café, em seguida o do Café-com-Leite e hoje se vivencia os ciclos da Soja e o do Algodão em plantios de larga escala. Esse padrão de uso e ocupação da terra foi, e continua sendo, influenciado pelas decisões tomadas pelos governantes da nação, nas diversas esferas.

Por ser o padrão adotado a dezenas de anos pelo Brasil, ele é pouco questionado como politica pública, pois pode se afirmar até que faz parte de nossa cultura sermos eternos produtores de commodities.

No entanto, do ponto de vista científico, é necessário conhecer os impactos, que o modo de produção e reprodução do capital, adotado pelo país, causa sobre os recursos naturais da nação. Para desse modo, ser possível propor formas de ameniza-los ou a mudar de padrão de produção adotado, caso ele seja predatório.

Assim, Mato Grosso como Estado da federação brasileira, possuidor de um vasto território, e insere-se nesse contexto agrícola do seguinte modo:

Em síntese, a agropecuária no Estado de Mato Grosso, segue os preceitos lógicos de ocupação do espaço brasileiro. Foi nesse contexto histórico brasileiro que Mato Grosso formatou sua estrutura fundiária.

Pois segundo Higa (2005, p. 24) no século XVIII paralelamente à exploração aurífera teve início o desenvolvimento da atividade agrícola para a sobrevivência dos pequenos núcleos populacionais do Estado (...).

A pecuária em Mato Grosso começou a se destacar na segunda metade do século XVIII, viabilizando-se através da venda de gado, entre a Capitania de Mato Grosso e outras regiões da Colônia (HIGA, 2005, p. 24).

O processo de produção do espaço mato-grossense compõe-se de duas fases distintas conforme foi descrito por Higa, (2005, p. 21): a primeira, de características pré-capitalistas, foi centrada no extrativismo mineral e posteriormente vegetal, com o desenvolvimento paralelo da agricultura de subsistência e da pecuária extensiva, o que perdurou, aproximadamente, até a metade do século XX. A segunda e atual refere-se à inserção de Mato Grosso na economia de mercado, caracterizada pela disseminação dos projetos de colonização e modernização da agropecuária.

Sendo assim, a Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Tenente Amaral, caracteriza bem a realidade mato-grossense, pois como na maioria das UPGs do Estado de Mato Grosso, também possui a maior parte das propriedades rurais configuradas em grandes e médias produtoras de monocultivos e pecuária de corte.

2.3. JACIARA MATO GROSSO, HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO

Localizada quase que integralmente sob os domínios do município de Jaciara, na Região Centro-Sul do Estado de Mato Grosso, Brasil, a UPG do Tenente Amaral possui

pequenas porções de sua área nos municípios de Campo Verde e Santo Antônio do Leverger. Desse modo é importante conhecer o histórico de uso e ocupação da terra desse município, para retratar melhor os resultados obtidos nesse estudo.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014) o município de Jaciara ocupa uma área de 1.653,537 km², a população residente é de 25.647 pessoas, e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM, 2010) é de 0,735 que está dentro da faixa média para os municípios em Mato Grosso.

De acordo com Ferreira (2001) a tomada de posse da terra em Jaciara ocorreu a partir de 1877. Quando três pessoas da mesma família, Limírio Enéias de Moura, Luíz França de Moura e Osório de Moraes, da localidade de Babagem em Minas Gerais atualmente denominada Estrela do Sul chegaram as margens do Rio Brilhante, próximo ao sitio urbano de Jaciara e começaram a trabalhar a terra com suas famílias.

Ferreira (2001) afirma que a cidade originou se no local denominado Fundão ou Cabeceira de Olho de Boi. O IBGE (2014) complementa que essas denominações foram dadas pelos moradores da Região do Rio Brilhante nas cercanias desde o final do século XIX.

Segundo Ferreira (2001) em 1947, Milton Ferreira Costa que residia em Marília, São Paulo veio a Rondonópolis a negócios, e que ao cruzar o Rio Brilhante interessou-se pelo vazio demográfico que se apresentava. Iniciava-se o período das colonizações favorecidas pelo governo, que então cedeu cerca de 70 mil hectares a Milton Ferreira da Costa, a seu pai Milton Ferreira Sobrinho, os irmãos Paulo, Osvaldo, Navarro, Jeny e ao cunhado Coroleano de Assunção. Este último deu o nome de Jaciara à cidade. Milton, Paulo Osvaldo e Navarro abriram a Colonizadora Pastoril e Agrícola (CIPA) com sede em Presidente Prudente – São Paulo.

De acordo com o IBGE (2014) foi no início da década de cinquenta, que a direção da CIPA realizou um concurso para escolher a denominação da futura cidade. E entre os nomes sugeridos, prevaleceu o de Jaciara, que foi dado por Coreolano de Assunção, um dos sócios da empresa e cunhado de Milton Ferreira. Coreolano apresentou a lenda da índia Jaciara, de Humberto de Campos, do livro A Serpente de Bronze. No livro, a Vitória

Régia, era descrita como a alma de Jaciara - a Senhora da Lua, que no entender de Coreolano transfundia a beleza da paisagem e os encantos da natureza local.

De acordo com Ferreira (2001) as medições de terras ficaram por conta do engenheiro Paulo Campos e do agrimensor polonês Francisco Truginski, e que a frente da colonizadora permaneceu Paulo Ferreira.

Ferreira (2001) afirma que o primeiro comprador de terras da CIPA foi o pioneiro italiano Nicola Rádica atraído pelas publicidade. A sede da CIPA e da futura cidade de Jaciara situava-se na Gleba São Nicolau. Os primeiros colonizadores a chegar foram Alzeniro Bernardes de Aguiar, Coreolano, Nicola, Irineu de Oliveira, Bruno José de França e a família Barbosa. Posteriormente o patriarca da família Ferreira veio ocupar a presidência da empresa.

De acordo com Ferreira (2001) até 1970 havia a predominância de paulistas, mineiros e nordestinos. A partir daí houveram miscigenações entre estas e as famílias advindas do Sul do Brasil.

O autor afirma que Jaciara teve seu primeiro grande impulso pela fertilidade de seus solos, e que as características agrícolas desses cultivos, eram pouco tecnificados. Em 12 de Dezembro de 1953 de acordo com Ferreira (2001) a Lei n° 695 criou o distrito de Jaciara, pertencente a Cuiabá. A Lei Estadual n° 1.188, de 20 de Dezembro de 1958 de autoria do Deputado Manoel J. de Arruda criou o município desmembrando-o de Cuiabá e Poxoréo.

De acordo com o IBGE (2014) pela Lei Estadual nº 5906, de 20 de Dezembro de 1991, foi desmembrado do município de Jaciara o distrito de São Pedro da Cipa, elevado à categoria de município. E na divisão territorial datada de 1995, o município é constituído de 2 distritos, Jaciara e Celma.

Em 1958 teve início a abertura da BR-364, cujo traçado beneficiou o crescimento do local. Em 1962 através da Lei n° 1765, o Estado criou a Usina Jaciara, que foi implantada no ano seguinte e usinou a primeira safra em 1965. De acordo com Ferreira (2001) a Usina Jaciara passou por diversos tipos de administração, posterior a esse

primeiro, ela foi arrendada a uma cooperativa, e depois disso segundo o autor passou para o controle acionário de particulares.

A literatura mostra que além da importância da Cana-de-açúcar, na economia da Região, essa foi uma das culturas agrícolas precursoras na exploração do Cerrado em Mato Grosso.

O histórico do município de Jaciara representa a maneira como, boa parte dos municípios, em Mato Grosso foram ocupados. O que remete, a compreensão do padrão de uso e ocupação da terra no Estado.

Esse estudo enquadra-se na linha de pesquisa "Análise e Modelagem Microclimática de Sistemas Urbanos," do Programa de Doutorado em Física Ambiental, cuja área de concentração discute as interações entre a biosfera e a atmosfera.

Optou-se por considerar a Unidade de Planejamento e Gestão do Tenente Amaral como um todo, pois se avaliou coerente com a linha de pesquisa e a área de concentração, tratar do sistema inteiro, já que o sistema urbano localiza-se exutório da UPG no que se refere ao uso e ocupação da terra, e a análise da dinâmica climatológica da temperatura superficial ao longo das estações do ano.

Com isso, há uma reafirmação da UPG do Tenente Amaral como representativa, do ponto de vista do uso e ocupação da terra, de uma grande porção do Estado de Mato Grosso. Esse fato, traz a tona, questões a serem investigadas, questões essas expostas na problemática desse estudo.

2.4. CLIMA TROPICAL & CONSIDERAÇÕES TERMAIS

E uma Região de Clima Tropical, o fator termal, possui uma relevância intrínseca a sobrevivência ou não dos seres vivos. Nesse sentido, o desenvolvimento desse estudo faz se importante para a compreensão de alguns comportamentos climáticos típicos dessa Região, que foram retratados a seguir, a saber:

A variação sazonal da temperatura e suas relações com a Latitude, a continentalidade, a variação da quantidade de insolação recebida pelas superfícies, a variação diurna versos a variação sazonal da temperatura, a amplitude termal, a temperatura fisiológica, e as características de distribuição da precipitação nessa Região do planisfério.

Ayoade, (2006) coloca que, variações sazonais de temperatura têm relação íntima com o grau de variabilidade da insolação recebida pela superfície da Terra. Sendo assim, essas variações sazonais são muito maiores em Regiões Extratropicais, quando comparadas as Regiões Equatoriais, e também em superfícies hídricas. Nesse sentido, as variações sazonais da temperatura aumentam com a Latitude e com o grau de continentalidade.

Em linhas gerais as variações sazonais de temperatura são muito mais perceptíveis em Zonas Climáticas Temperadas, do que em Zonas Equatoriais ou Tropicais.

A temperatura do solo afeta também o crescimento das plantas diretamente (com seu efeito na atividade fisiológica) e indiretamente (com seu efeito na disponibilidade de nutrientes do solo) (PAUL et al. 2003).

De acordo com Vilani et al. (2006) as flutuações diárias e anuais na temperatura do solo influenciam nos processos biológicos e químicos do solo, as taxas de decomposição e de mineração da matéria orgânica do solo e da liberação de CO^2.

De acordo com Ayoade, (2006) a quantidade de insolação recebida pela superfície da Terra nos Trópicos é muito mais elevada que em Regiões temperadas, embora nessas variações sazonais sejam maiores. De fato, as variações diurnas da temperatura nas Latitudes baixas são mais dominantes que as variações sazonais. Nas Regiões Temperadas essa situação se inverte, uma vez que as variações sazonais são mais expressivas que as diurnas.

Em relação à duração sazonal do dia, ao contrário do que acontece em Clima Temperado, nas Regiões Equatoriais e em boa parte das Tropicais os dias e as noites possuem duração equivalentes ao longo do ano. Esse fator, tem relação intima com o grau de insolação recebida pelas superfícies da terra, o que influência como incremento na temperaturas nas Regiões Tropicais. Essa variável climática é conhecida como amplitude termal ou térmica.

De acordo com Bueno (2011) a amplitude térmica diária afeta o metabolismo da planta, com as plantas submetidas à amplitude de 15 ºC utilizando o carbono armazenado nos caules e raízes e a energia gerada pela maior respiração na síntese de estruturas vegetativas nas brotações. Como consequência, há maior incremento da área foliar das plantas na amplitude térmica de 15 ºC e a fotossíntese total da planta é mantida similar entre os regimes térmicos.

Nesse sentido Ayoade, (2006) faz a seguinte colocação: A amplitude termal diurna diminui do Equador em direção aos Polos, pois a variação diária na elevação do Sol é grande nas Latitudes baixas e menor nas Latitudes altas.

Assim, nesse estudo, é importante diferenciar os tipos de temperaturas. A temperatura fisiológica, ou seja, a temperatura experimentada por um organismo vivo, o que inclui os seres humanos, depende da temperatura do ar, que por sua vez depende da temperatura superficial, e da taxa de perda de calor proveniente daquele organismo.

Desse modo Ayoade, (2006) afirma ela varia entre indivíduos, e depende das suas características físicas gerais e do peso, tipo de vestimenta, atividades e/ou esfoços físicos, dieta, estado de saúde, emocional, idade, sexo, e grau de aclimatação as condições climáticas predominantes.

A combinação dos elementos climáticos, como temperatura e umidade relativa do ar, é um dos principais responsáveis pelo estresse térmico, muito frequente em seres vivos que habitam as Regiões Tropicais.

Nesse sentido Ayoade, (2006) coloca que a temperatura fisiológica é uma função do meio ambiente térmico com circundante com a eficiência e velocidade de evaporação. A eficiência e a velocidade da evaporação são controladas por três fatores: a umidade, a velocidade do vento e o grau de exposição a radiação solar.

O autor coloca ainda que, em termos de características de distribuição, a precipitação nos trópicos é sinônimo de pluvial, com exceção de algumas tempestades de granizo. Há ausência de neve, com exceto em algumas montanhas altas. Isso ocorre pelo fato da precipitação nos trópicos originar-se principalmente da convecção, que tendem a ser mais localizadas. Nos trópicos as massas de ar são em menor número e muito similares em relação às propriedades térmicas.

Essas são as considerações termais gerais relacionadas ao Clima nos Trópicos e a esse estudo. Na subseção seguinte estão elencados os elementos especificamente relacionados as temperaturas.

2.4.1. TEMPERATURA

A radiação solar que chega a Terra é distribuída de forma desigual na superfície terrestre. Como o ar absorve pouco calor, é a superfície do solo que aquece a atmosfera.

Por esse motivo é esperado que diferentes usos e coberturas da terra, apresentem distintos valores de temperatura de superfície.

De acordo com Ayoade (2006) depois da precipitação a temperatura é o elemento mais discutido do tempo atmosférico. Ela pode ser definida como em termos do movimento das moléculas, de modo que quanto mais rápido o deslocamento mais elevada será a temperatura.

De acordo com o autor Ayoade (2006) ela é mais comumente definida em termos relativos tomando-se como base o grau de calor que um corpo possui. A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. O calor desloca-se de um corpo que tem temperatura mais elevada para outro com temperatura mais baixa. A temperatura de um corpo é determinada pelo balanço entre a radiação que chega e a que sai pela transformação do calor latente[1] e sensível[2].

O autor coloca que várias escalas são usadas para expressar as temperaturas, entre elas a Fahrenheit, a Centígrada e a Kelvin. A maior parte dos países utiliza a escala Centígrada ou Celsius para expressar temperaturas, mas em algumas aplicações se utiliza Kelvin ou absoluta. Há métodos para se converter uma escala em outra.

Quando o assunto são as variações espaciais da temperatura, uma das principais variáveis que exercem influência nas funções metabólicas das plantas e de acordo com Voltan et al (2011) elas devem ser mensuradas e controladas para se obter melhores índices de produção vegetal.

Além do espaço, Teruel (2010) e Omer (2009) colocam que, este parâmetro pode variar significativamente com o tempo.

Ayoade (2006) explica as variações espaciais da temperatura. A temperatura do ar varia de lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade. Vários fatores influenciam na temperatura de superfície da Terra. Entre elas a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, o relevo, a direção predominante dos ventos influenciadas e/ou pelas correntes oceânicas e a distância de mananciais hídricos.

---

[1] Calor Latente de uma substancia corresponde a quantidade de calor necessária para a transformação de estado.

[2] Calor específico ou calor sensível de uma substância é a quantidade de calor necessária para que um corpo eleve a temperatura.

A latitude exerce o principal controle sobre o volume de insolação que um determinado local recebe (AYOADE, 2006 p.52).

O autor explica que isso ocorre porque o ângulo de incidência dos raios solares e a duração do dia são determinados pela localização latitudinal do local. A quantidade de nuvens e outros constituintes atmosféricos, como os aerossóis e o CO_2 também afetam o volume de energia solar que atinge a superfície terrestre. Outro fator muito significativo é a configuração da superfície, ou seja, o uso e a cobertura do solo, que determinaram os valores do albedo e do calor específico.

Outra questão interessante, a respeito da variação das temperaturas em relação com as Latitudes, é que elas geralmente decrescem das Zonas Equatoriais em direção aos Polos, o que evidencia a importância das Latitudes, por influenciarem na insolação recebida pela superfície terrestre.

O fator altimétrico exerce influência sobre os comportamentos térmicos, e de um modo geral, sabe-se que na atmosfera, as regiões mais aquecidas são aquelas em contato mais direto com a fonte de irradiação, ou seja, a superfície terrestre. Quanto ao transporte de calor no ar junto ao solo, o balanço de radiação da superfície rege também o aquecimento e o resfriamento do ar.

De acordo com Tubelis & Nascimento, (1984) em média, o gradiente de temperatura do ar na troposfera varia de 0,65°C a cada 100 metros.

De acordo com Ayoade (2006) a direção dos ventos e as correntes oceânicas podem também influenciar as temperaturas, ao transportar ou transmitir por advecção o calor ou o frio de uma área para outra.

De acordo com o autor, se o albedo for elevado, menos radiação será absorvida pela superfície para a elevação da temperatura da superfície. Do mesmo modo, se o calor específico da superfície for alto, mais energia terá que ser absorvida pela superfície para aumentar a temperatura. No geral a água, por exemplo, absorve 5 vezes mais calor que o solo para elevar a sua temperatura.

De acordo com Engel (1992) outro fator de uso da terra que pode aumentar a temperatura da superfície do solo é a queimada. Oliveira & Silva afirma que o fogo modifica a estrutura física do solo e Engel (1992) complementa dizendo que a curto prazo ele causa aumento na temperatura superficial do solo pela liberação de energia durante a

combustão, a qual pode chegar a 1000°C, embora a penetração seja pequena. Ele afirma ainda que a longo prazo a superfície escurecida aumenta a absorção de radiação solar.

Esse escurecimento da superfície do solo, decorrente dessa prática de manejo, que ainda hoje ocorrem em solos Tropicais brasileiros, pode ocasionar a diminuição do albedo, que por sua vez incrementa a absorção de radiação solar e eleva a sua temperatura.

Ayoade, (2006) afirma que a distância dos mananciais influência na temperatura do ar, por causa das diferentes nas características térmicas das superfícies continentais e hídricas, que ajudam a produzir os efeitos da continentalidade, no qual a superfície continental se aquece e se resfria mais rapidamente que a hídrica.

O efeito da continentalidade pode explicar algumas questões referentes aos dados observados nessa pesquisa. Quanto menores as áreas úmidas maiores serão as amplitudes térmicas, com impactos diretos na severidade dos efeitos das estações do ano. Invernos mais rigorosos, ou seja, mais secos, e com temperaturas amplitudes mais elevadas, em curtos períodos de tempo, por exemplo, em um mesmo dia.

Os Verões menos úmidos e muito mais quentes, já que nesse período do ano, a incidência dos raios solares é ainda mais direta nestas Latitudes. Segundo a teoria apresentada por Antônio Nobre no canal TEDxAmazonia, o quadrilátero que vai de Cuiabá a Buenos Aires e de São Paulo aos Andes era para ser deserto, já que os mesmos estão organizados a 30° de Latitude tanto ao Norte quanto ao Sul. De acordo com Nobre esse quadrilátero não é um deserto em razão da umidade, advinda, sobretudo da Floresta tropical e do Oceano.

Nesse sentido, na literatura recente, são muitos os autores(as) que ressaltam a importância das ferramentas de SR como importantes instrumentos para se adquirir conhecimentos sobre esses mecanismos climáticos, e o uso dos solos. Pois constituem se em ferramentas capazes de promover levantamentos do solo e de suas propriedades térmicas, espaciais e de uso ao longo do tempo.

2.5. SENSORIAMENTO REMOTO

Como explicitado por diversos autores, às definições de Sensoriamento Remoto (SR) são assunto de domínio corrente no meio científico. Nesse contexto, a definição geral aponta o SR como um conjunto de ferramentas e técnicas cujo objetivo central é capturar dados de um determinado alvo sem conta físico com o mesmo.

Assim, os principais produtos desse processo, são sobretudo as bandas espectrais, que por meio de processamentos por Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) dão origem as imagens de satélites, que por sua vez são a base para mapeamentos, análises espaciais...

Nesse contexto, Moraes (2014) faz as seguintes colocações, o SR pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. A energia eletromagnética utilizada na obtenção dos dados por SR é também denominada de radiação eletromagnética.

O autor coloca que a quantidade e qualidade da energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres resultam das interações entre a energia eletromagnética e estes objetos. Essas interações são determinadas pelas propriedades físico-químicas e biológicas desses objetos e podem ser identificadas nas imagens e nos dados de SR. Portanto, a energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres é a base de dados para todo o processo de sua identificação, pois ela permite quantificar a energia espectral refletida e/ou emitida por estes, e assim avaliar suas principais características. Logo os sensores remotos são ferramentas indispensáveis para a realização de mapeamento e de monitoramento de recursos naturais.

Nesse sentido, Irigaray (2005); Ferreira et al (2003) Mascarenhas et al. (2009); Sano et al (2002); ressaltam a importância do SR como ferramenta de planejamento e gestão espacial de territórios sob ameaça, como é o caso do Cerrado brasileiro.

De acordo com o IPCC (2007) a degradação do meio ambiente, o uso não sustentável dos recursos naturais e as mudanças climáticas têm sido algumas das preocupações recorrentes de vários cientistas no mundo inteiro. Os temas acima, de grande abrangência e complexidade, necessitam cada vez mais da adoção de metodologias de monitoramento sistemático e sinóptico. Destaca-se, assim, o sensoriamento remoto como uma importante ferramenta à análise e controle das questões ambientais (MASCARENHAS et al. 2009).

Nesse contexto, pode-se afirmar que, dentre os satélites de monitoramento ambiental existentes, o LandSAT 5 merece atenção especial, pois de acordo com o INPE orbitou o planeta mais de 150 mil vezes, por mais de 25 anos, e captou e transmitiu de mais de 2,5 milhões de imagens das condições da superfície da terra ao redor do mundo,

sobrevivendo esta longa vida ao seu projeto original, de três anos. Em Dezembro de 2012, foi anunciado que o Landsat 5 seria desativado. A longevidade do satélite é reconhecida pelo Guinness Book of Records como o mais antigo equipamento orbital de observação remota da história. Esse estudo trata de analises espaciais e físicas na escala apropriada para a utilização de imagens LandSAT, ou seja, foram realizados mapeamento de média resolução espacial por meio de imagens do LandSAT 5.

Assim, os dados da banda termal gerados por sensores orbitais têm utilidade em várias aplicações ambientais, que incluem detecção de queimadas e focos de incêndios florestais, avaliação do nível de preservação ou devastações de ecossistemas ambientais e impactos de secas severas. Ainda são aplicados no monitoramento de atividade de erupções vulcânicas e em detecção de ilhas de calor em áreas urbanas.

Desse modo, nesse estudo é interessante exibir algumas das principais características do LANDSAT 5. A subseção seguinte apresenta esse detalhamento do sistema.

2.5.1. CARACTERÍSTICAS DO LANDSAT 5

De acordo com o catalogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) as imagens (ou cenas) LANDSAT-TM cobrem, cada uma, uma área de 185 x 185 km, equivalente a 28 segundos de dados. Possui sete bandas espectrais (Tabela 1).

Tabela 1 - Características das bandas espectrais do LandSat 5

Banda	**Faixa espectral**
1	0,45 a 0,52 µm - azul
2	0,52 a 0,60 µm - verde
3	0,63 a 0,69 µm - vermelho
4	0,76 a 0,90 µm - infravermelho próximo
5	1,55 a 1,75 µm - infravermelho médio
6	10,4 a 12,5 µm - infravermelho termal
7	2,08 a 2,35 µm - infravermelho distante

Fonte: INPE

O INPE recomenda as seguintes combinações para as composições coloridas:

Bandas 1, 2 e 3: imagens em "cor natural", com boa penetração na água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas.

Bandas 2, 3 e 4: define melhor os limites entre o solo e a água, ainda mantendo algum detalhe em águas pouco profundas, e mostrando as diferenças na vegetação que aparece em tonalidades de vermelho.

Bandas 3, 4 e 5: mostra mais claramente os limites entre o solo e a água, com a vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades de verde e rosa.

Bandas 2, 4 e 7: mostra a vegetação em tons verdes e permite discriminar a umidade tanto na vegetação como no solo.

De acordo com o INPE cada pixel da imagem tem uma resolução espacial de 30 metros (isto é, representa um quadrado no solo de 30 metros de lado), com exceção da banda 6, que tem uma resolução espacial de 120 metros.

Cada composições coloridas apresentada é mais adequada, para um enfoque de mapeamento de uso e ocupação da terra específicos. Então, antes de iniciar o mapeamento de uso da terra recomenda-se que se estude os objetivos da pesquisa e as composições coloridas recomendadas para tal analise.

2.5.2. COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE OBJETOS NATURAIS

De acordo com Moraes, (2014) o fluxo de energia eletromagnética ao atingir um objeto (energia incidente) sofre interações com o material que o compõe, sendo parcialmente refletido, absorvido e transmitido pelo objeto, como pode ser visto na Figura 5.

O autor coloca que a absorção, reflexão e transmissão da energia incidente poder ser total ou parcial, guardando sempre o princípio de conservação de energia. A capacidade de um objeto absorver, refletir e transmitir a radiação eletromagnética é denominada, respectivamente, de absortância, reflectância e transmitância, sendo que os valores variam entre 0 e 1.

De acordo com Silva (2015) a verdadeira natureza da radiação ainda é objeto de permanente investigação científica no âmbito da Física Moderna. Dependendo da

experiência que for conduzida, a energia radiante ora revela uma natureza corpuscular (fóton), ora se comporta como uma onda eletromagnética.

Moraes, (2014) explica que o comportamento espectral de um objeto pode ser definido como sendo o conjunto dos valores sucessivos da reflectância do objeto ao longo do espectro eletromagnético, também conhecido como a assinatura espectral do objeto. A assinatura espectral do objeto define as feições deste, sendo que a forma, a intensidade e a localização de cada banda de absorção é que caracteriza o objeto.

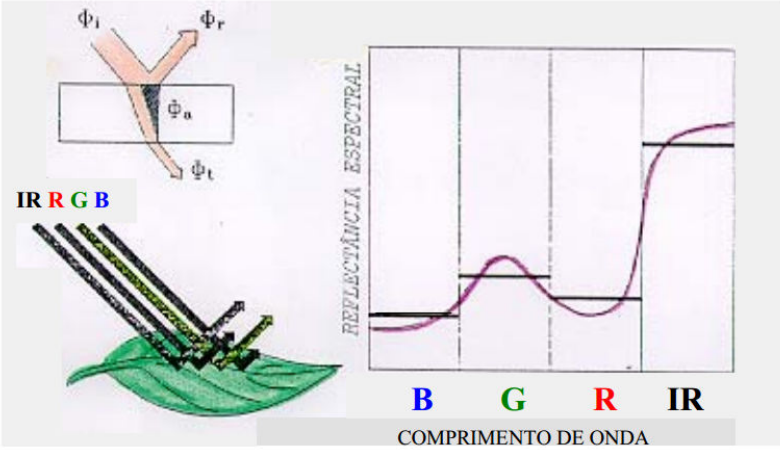


Figura 2 - Interação da energia eletromagnética com o objeto
Fonte: MORAES, 2014 (SELPER/INPE)

Os objetos interagem de maneira diferenciada espectralmente com a energia eletromagnética incidente, pois os objetos apresentam diferentes propriedades físico-químicas e biológicas. Estas diferentes interações é que possibilitam a distinção e o reconhecimento dos diversos objetos terrestres sensoriados remotamente, pois são reconhecidos devido a variação da porcentagem de energia refletida em cada comprimento de onda.

O conhecimento do comportamento espectral dos objetos terrestres é muito importante para a escolha da região do espectro sobre a qual pretende-se adquirir dados para determinada aplicação. De acordo com Moraes, (2014) as características básicas observadas no comportamento espectral destes objetos são:

> a) A vegetação sadia apresenta alta absorção da energia eletromagnética na região do espectro visível, que é capturada pela clorofila para a realização da fotossíntese. Dentro do espectro visível a absorção é mais fraca na região que caracteriza a coloração da vegetação. A alta reflectância no infravermelho próximo (até 1,3µm) é devido a estrutura celular, sendo que a partir deste comprimento de onda é o conteúdo de água na vegetação quem modula as bandas de absorção presentes no comportamento espectral desta;

> b) O comportamento espectral de rochas é resultante dos espectros individuais dos minerais que as compõem. Os minerais apresentam características decorrentes de suas bandas de absorção. Portanto a absorção é o principal fator que controla o comportamento espectral das rochas;
> c) O comportamento espectral dos solos é também dominado pelas bandas de absorção de seus constituintes. As combinações e arranjos dos materiais constituintes dos solos é que define o seu comportamento espectral, sendo que os principais fatores são a constituição mineral, a matéria orgânica, a umidade e a granulometria (textura e estrutura) deste;
> d) A água pode-se apresentar na natureza em três estados físicos, os quais apresentam comportamento espectral totalmente distintos. O comportamento espectral da água líquida pura apresenta baixa reflectância (menor do que 10%) na faixa compreendida entre 0,38 e 0,7μm e máxima absorção acima de 0,7μm. O comportamento espectral de corpos d'água é modulado principalmente pelos processos de absorção e espalhamento produzidos por materiais dissolvidos e em suspensão neles, pois é verificado que a presença de matéria orgânica dissolvida em corpos d'água desloca o máximo de reflectância espectral para o verde-amarelo, enquanto que a presença de matéria inorgânica em suspensão resulta num deslocamento em direção ao vermelho;
> e) O comportamento espectral de nuvens apresenta elevada reflectância (em torno de 70%), em todo o espectro óptico com destacadas bandas de absorção em 1, 1,3 e 2μm (MORAES, 2014).

Com o intuito de melhor interpretar as imagens de satélites, muitos pesquisadores têm se dedicado a pesquisa fundamental, ou seja, a Sociedade de Especialistas Latino-americanos em Sensoriamento Remoto (SELPER) recomenda a obtenção e a análise de medidas da reflectância dos objetos terrestres em experimento de campo e de laboratório, os quais possibilitam uma melhor compreensão das relações existentes entre o comportamento espectral dos objetos e as suas propriedades.

2.5.3. CORREÇÃO ATMOSFÉRICA (MAPEAMENTOS TERMAIS)

É irrefutável a influência da atmosfera sobre a radiação que atinge e aquece a superfície da terra, pois é através dela que os raios solares chegam às superfícies.

Nos mapeamentos termais da superfície da terra, a atmosfera da terrestre exerce sua influência sobre a temperatura superficial.

De acordo com Zullo Jr., (1994) os principais efeitos observados nas imagens de satélite, devido à presença da atmosfera entre o sensor e a superfície terrestre, são a diminuição da faixa de valores digitais possíveis registrados pelo sensor, diminuição do

contraste entre superfícies adjacentes e alteração do brilho de cada ponto da imagem. Os gases, principalmente vapor d'água, oxigênio, ozônio e dióxido de carbono e, os aerossóis (pequenas partículas em suspensão) refletem , refratam, absorvem e espalham a radiação desde quando ela atinge a atmosfera até quando a deixa, depois de refletida pelo solo.

Existem muitos métodos para correção do espalhamento atmosférico na literatura, os quais podem ser aplicados tanto para imagens de satélite multiespectrais quanto hiperespectrais, sendo possível dividi-los em métodos alternativos e métodos físicos.

De acordo com Lu et al (2002) os métodos alternativos não dependem de parâmetros atmosféricos ou de dados da superfície, e sim das informações da própria imagem, utilizando números digitais (DN's – do inglês digital numbers) que são características inerentes dos pixels e representam feições específicas para determinar a contribuição da atmosfera em cada banda espectral.

Porém, Chavez Junior (1988) coloca que uma de suas limitações consiste na exigência de alvos específicos nas imagens analisadas, tais como, corpos d'água que absorvem a maior parte da radiação incidente no mesmo.

Latorre et al (2002) afirma que nos métodos físicos, é crucial o conhecimento das propriedades óticas da atmosfera bem como do processo de interação da radiação com a atmosfera e com a superfície. Dentre os códigos de transferência radiativa atmosférica os mais difundidos são: 5S (Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum), 6S (Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum), LOWTRAN e MODTRAN (Moderate Resolution Atmospheric Radiance and Transmittance).

Gomes (2015) afirma que para garantir a eficiência de uma correção atmosférica por métodos físicos, como o MODTRAN, são necessários parâmetros que forneçam dados reais das condições atmosféricas do dia em que a imagem de satélite foi capturada. Esses parâmetros correspondem aos dados de coordenadas geográficas, altitude, coluna de vapor d'água, profundidade óptica das nuvens, aerossol, quantidade de CO^2 na atmosfera, data da passagem do satélite e horário de voo.

Ou seja, os métodos de correção da influência atmosférica também são estimativas, muitas vezes imprecisas, pois como qualquer estimativa, elas podem acumular erros, sejam eles: De dúvidas do próprio método escolhido, e/ou de imprecisões nas medidas das variáveis utilizadas para o calculo, da influência atmosférica, a ser descontada da estimativa de temperatura superficial.

Nesse sentido, a correção atmosférica para as estimativas de temperatura superficial, não são consenso, nesse estudo eles não foram utilizados, por considerar-se que a atmosfera exerce influencia na temperatura superficial, e estimar mais essa variável poderia acarretar em mais incertezas.

Esse estudo foi metodologicamente conduzido, para ser capaz de dar suporte a analises termais, em relação aos usos da terra rurais e urbanos, de modo que, seus resultados poderão ser utilizados como elemento científico para a fundamentação de instrumentos de regulação dos usos da terra nessa Região Tropical e em locais semelhantes, em uma mesma data ou em datas diferentes para um mesmo local.

2.6. ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS & SENSORIAMENTO REMOTO

O estudo climático a partir de produtos de SR (imagens de satélites), é muito recente, por alguns fatores, a saber: O desenvolvimento do SR para fins de observação, monitoramento e conservação da paisagem é bastante recente, como visto em subseção anterior. O SR está se popularizando no meio científico e tecnológico como método, com os avanços, e a ampliação do acesso às plataformas computadorizadas. A resolução espacial desses produtos termais é recomendada para análises regionais, e até o momento a maior parte dos pesquisadores dessa área atentou-se para o clima urbano.

Um dos primeiros registros, de estudos climáticos, a partir de imagens de satélite, foi o realizado por Lombardo (1985) na cidade de São Paulo, no qual se utilizou da banda 6 do satélite Landsat 5 (imagem termal), para o mapeamento da temperatura de superfície. A partir desse estudo pioneiro, visto como impulsionador dessa linha de análise, outros foram desenvolvidos principalmente com aplicação na climatologia urbana (STEINKE et al. 2010).

No que diz respeito à utilização de imagens de satélite, para os estudos de temperatura de superfície, a faixa do espectro mais utilizada é a do termal, que capta a radiação emitida pelas superfícies. Mas de acordo com Mendonça (2003), estes estudos

ainda possuem uma difusão limitada na climatologia em função das limitações decorrentes da presença de atmosfera entre o alvo (superfície) e o sensor.

O SR é a forma de obter informação de um objeto, sem que se tenha contato físico com o mesmo (ROSA, 2001, p. 1). Cada objeto reflete/emite uma quantidade de energia diferente em comprimentos de onda distintos, que são detectados pelos sensores remotos. Para cada valor radiométrico é associado um pixel da imagem.

A temperatura de superfície diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida da Terra que alcança o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético é o intervalo de 8,0 a 14,0 um (STEINKE et al. 2010).

O uso do canal 6, banda termal, que tem sido utilizado por vários estudos, como é o caso, exemplo, do Atlas ambiental do município de São Paulo que Tarifa & Armani (2000) utilizaram a banda termal do Landsat 7, a qual, assim como para o Landsat 5 é representada através de uma imagem composta por uma matriz de pixels em 255 tons de cinza. Cada um dos pixels que compõem a imagem tem um número digital (ou DN – do inglês digital number) associado, número esse que corresponde à tonalidade de cinza através do qual é representado e à característica de tal região.

No caso da banda 6, os tons de cinza, podem ser classificados a medida que tornam-se mais escuros correspondem às maiores temperaturas de superfície registradas (temperatura aparente), e mais claro as menores temperaturas, isso quando classificadas das menores para as maiores temperaturas.

Para transformar os dados digitais (níveis de cinza) em dados de temperatura segundo Steinke et al, (2010, p. 44), baseado em Malaret et al. (1985):

Existem inúmeros modelos para a extração da temperatura aparente da superfície da Terra a partir das imagens originada do satélite Landsat. [...] Uma delas é a de Maralet et al. (1985), que foi utilizada por Tarifa e Armani (2000) para a região Metropolitana de São Paulo. De acordo com Maralet et al. (1985), a obtenção da temperatura de superfície e feita por meio da conversão do número digital (DN) de cada pixel da imagem do canal termal em temperatura aparente [...].

A Temperatura Superficial (TS) é determinada a partir da detecção da radiação de ondas longas emitida na faixa do infravermelho e detectada por sensores orbitais (GUSSO

et al., 2007), sendo um parâmetro físico que diz respeito ao fl uxo de calor dado em função de balanço de radiação de um corpo (AYOADE, 2001).

Sousa, (2012) analisou a paisagem urbana de Goiânia, buscando analisar a relação dos diversos tipos de uso e intensidade de urbanização com o comportamento térmico superficial e, sua correlação com índices espectrais (NDBI e SAVI), utilizando para isso dados do sensor ETM+ abordo do satélite Landsat 7. Efetuou amostragens aleatórias utilizadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra uma imagem de alta resolução do satélite Quickbird. Áreas com cobertura de solo exposto, como áreas de plantio, queimadas e bairros sem cobertura asfáltica registraram altas temperaturas. As temperaturas amenas registradas corresponderam a áreas de vegetação densa, como as matas de galerias, que registraram uma diferença de até 8ºC em relação a áreas antropizadas.

Como proposto por Borges, Oliveira e Zaidan (2011) influências também, dos diferentes tipos de uso do solo sobre os valores de temperatura. O processamento digital por SR constitui uma importante ferramenta de análise de fenômenos termais e averiguação de fatores geográficos que interferem nas condições ambientais.

Callejas et al (2011) avaliou a ilha de calor da superfície urbana e a relação espaço-temporal entre o uso da terra e a temperatura da superfície (Ts) na cidade de Várzea Grande, ele utilizou-se neste trabalho imagens multiespectrais do satélite LANDSAT-5 TM, para elaborar mapas de uso e ocupação do solo, e de temperaturas superficiais (Ts), esse estudo detectou a presença de ilha de calor urbana superficial (ICUS) na região central da cidade de Várzea Grande.

Gusso et al (2007) avaliou a adequação do uso do sensor AVHRR/NOAA (Advanced Very High Resolution Radiometer/National Oceanic and Atmospheric Administration) para mapeamento da temperatura da superfície terrestre (TST) no Estado do Rio Grande do Sul, por meio da comparação entre três algoritmos clássicos. Foram comparados os métodos de Becker & Li, Sobrino et al. e Kerr et al. para estimativa das TST mínimas, utilizando imagens noturnas e logo após o amanhecer. Os dados de emissividade e TST foram obtidos por meio de combinações matemáticas da radiação detectada nas faixas do visível, infravermelho próximo e termal do sensor AVHRR/NOAA. O sensor AVHRR é adequado para o mapeamento de TST para as condições do tipo de cobertura do solo que predominam no Rio Grande do Sul, visto que a

TST estimada pelos três métodos testados foi próxima à temperatura do ar medida nos locais selecionados e o método de Sobrino et al. 2001 foi o mais adequado.

De acordo com Santos (2010) superfície da Terra, suas águas e a atmosfera comportam-se como uma gigantesca máquina de transformação de calor, o qual é redistribuído através dos ventos e das correntes oceânicas, formando os diversos padrões de clima. Pode-se dizer que há um equilíbrio quase perfeito entre a quantidade de radiação solar incidente e a quantidade de radiação terrestre retornada para o espaço (RICKLEFS, 1993 apud BLEYER, 2010).

A forma como a superfície é aquecida ocorre primordialmente pela absorção da energia do Sol. As trocas de calor entre a atmosfera e a superfície podem acontecer tanto por condução quanto por radiação. A condução é restrita ao ar diretamente em contato com o solo, enquanto a emissão de calor, através da radiação, acontece por meio de ondas longas, constantemente.

De acordo com Silva, (2006) apud Santos, (2010) a troca de calor ocorre também pela condensação da água, pela evaporação da água, pela transpiração das plantas e pela ET (transpiração das plantas + evaporação da água no solo), sendo esta última, altamente sensível às mudanças de TS.

Desse modo, a análise da temperatura aparente da superfície terrestre em diferentes usos da terra e a cobertura vegetal pode fornecer subsídio para a gestão e planejamento ambiental.

3. ÁREA DE ESTUDO

Nesse subitem foi realizada uma abordagem que trata da descrição das principais características físicas, geográficas e de uso e ocupação da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Tenente Amaral em Jaciara Mato Grosso.

3.1. VISÃO GERAL

Mato Grosso é um estado brasileiro situado na Região Centro-Oeste do país, com extensão territorial de 903.366,192 km², possui três domínios fitogeográficos: Amazônia, Cerrado e o Pantanal. É banhado por três grandes bacias hidrográficas: Amazônica, Araguaia-Tocantins e Paraná.

A área de estudo está situada na região do divisor de águas entre as Bacias Hidrográficas do Paraná e Araguaia/Tocantins, abrange as sub-bacias dos Córregos Amaral, Brilhante, Cachoeirinha e Saia Branca, formadores do Rio Tenente Amaral ou da ou Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Tenente Amaral, afluente do Rio São Lourenço, que deságua no Rio Cuiabá, o qual pertence à Bacia do Paraguai/Paraná.

Localizada quase que integralmente sob os domínios do município de Jaciara, na Região Centro-Sul do Estado de Mato Grosso, Brasil, a bacia possui pequenas porções de sua área nos municípios de Campo Verde e Santo Antônio do Leverger. A Bacia do Tenente Amaral, Figura 3, tem uma área de 859 Km² e está localiza predominantemente em área de Cerrado na Microrregião de Rondonópolis entre as coordenadas geográficas 55°19’54”O - 15°48’4”S e 54°55’ 01”O - 16°9’21”S. O exutório da área estudada fica na confluência do Rio Tenente Amaral com o Rio São Lourenço.

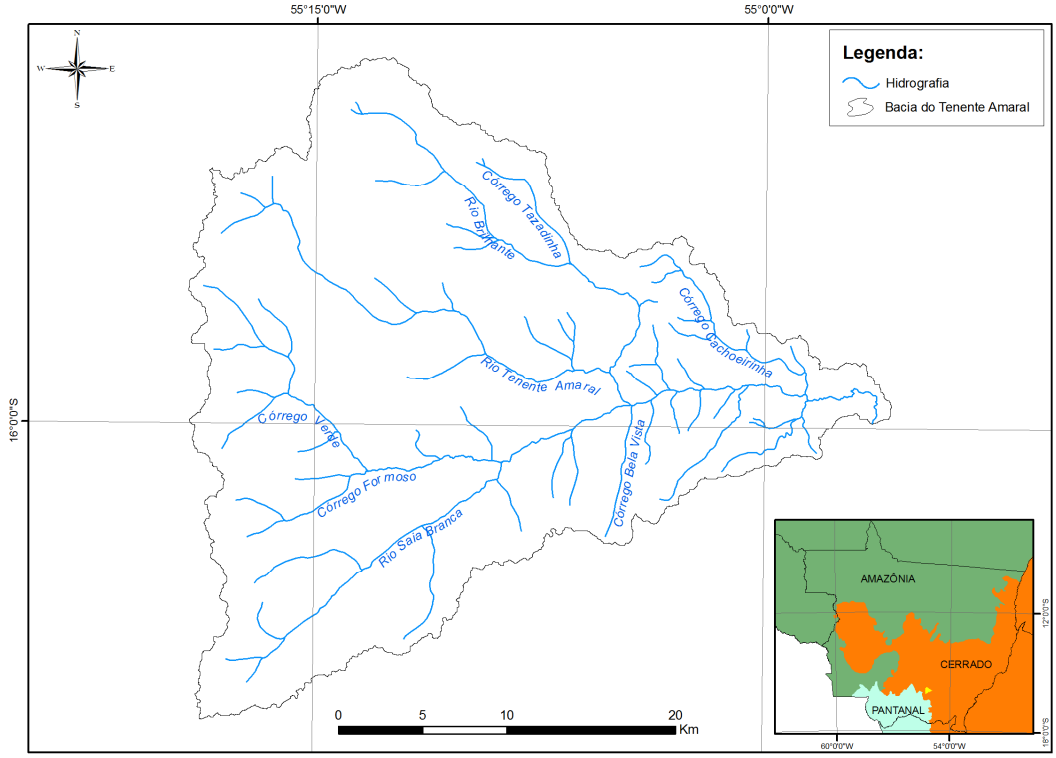


Figura 3 - Localização da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral
Fonte: Dados: MMA, SEPLAN e SEMA – MT. Mapa elaborado por Klemp, 2014

As principais atividades econômicas na área estão relacionadas à ocupação da pecuária e da agricultura mecanizada, onde destacam-se os cultivos de Soja, Algodão, Milho, Eucalipto e Crotalária. A jusante das áreas de ocupação agropecuária na Bacia do Tenente Amaral encontra-se a Cachoeira da Fumaça um dos mais belos pontos turísticos da Região, e uma sucessão de quedas com potencial turístico para esportes de aventura, como o Rafting Figura 4 e Figura 5.

Figura 4 - Fotografias dos usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral (Pastagem/Algodão/Crotalária/Cana-de-açúcar/Milho/Soja/Cachoeira da Fumaça/Corredeiras no Tenente Amaral/Vista aérea da cidade de Jaciara)
Fonte: Barros 2010/ Leandro J. Nascimento/G1/ AMM, 2009/ Chapada Explorer/ Prefeitura do município.

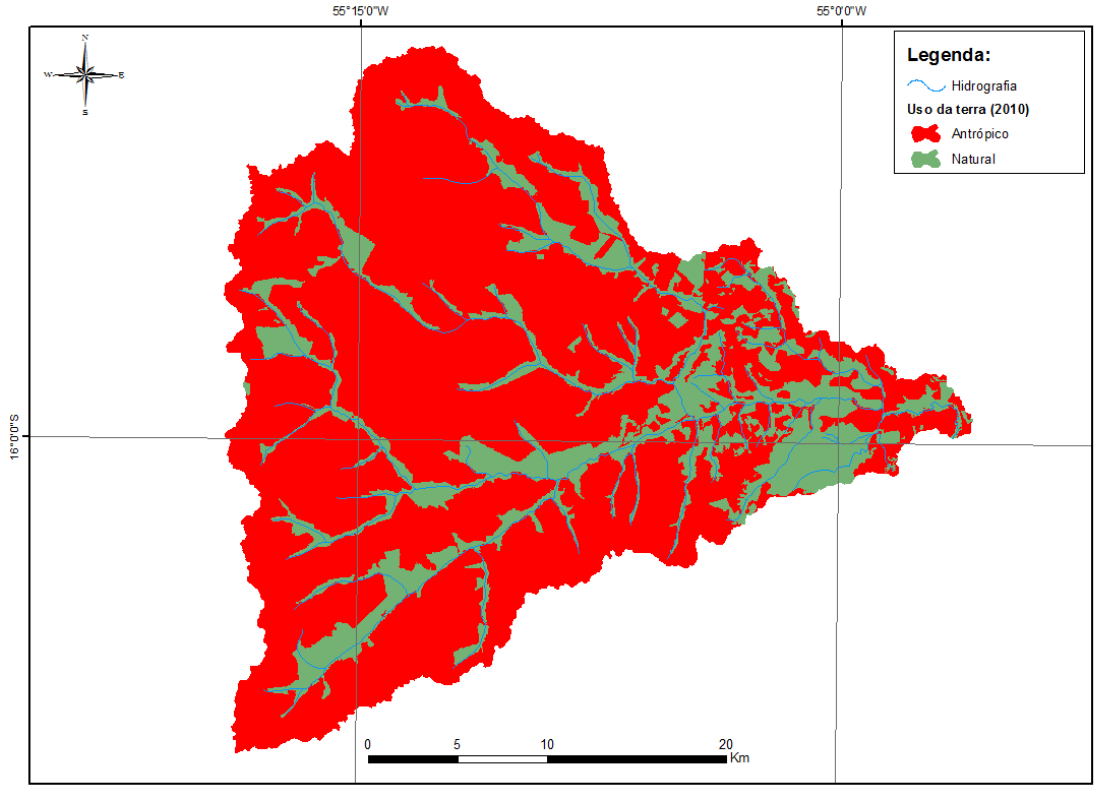


Figura 5 - Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 2010
Fonte: Dados WWF Brasil. Mapa elaborado por Klemp, 2014

Essas são as características gerais da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral. Que por sua vez, tem o papel de fornecer ao leitor a visão geral das características espaciais atuais e geográficas da UPG. Um maior detalhamento geográfico é feita na subseção seguinte.

3.2. DETALHAMENTO GEOGRÁFICO

Nesse subitem são apresentadas as principais características geográficas e físicas da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral. Para essa caracterização foram utilizados dados secundários originários de órgão oficiais brasileiros e situados no exterior do país, como é o caso dos dados de elevação, apresentados a seguir.

3.2.1. GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente a UPG do Tenente Amaral é englobada pelos Topos Elevados da Chapada dos Guimarães, pelos Topos da Chapada dos Guimarães e pela unidade de relevo denominada Planaltos e Serras do São Lourenço. Como ilustra a Figura 6.

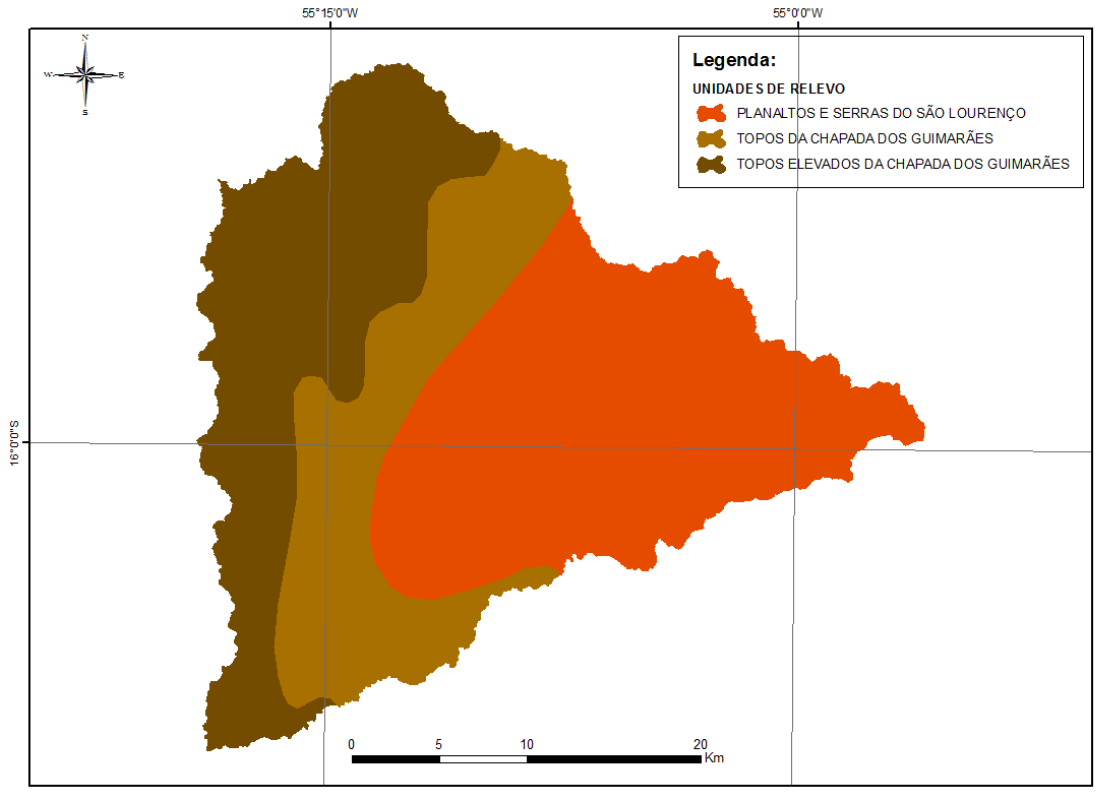


Figura 6 – Unidades de relevo da UPG Tenente Amaral

Os Topos Elevados da Chapada dos Guimarães na UPG do Tenente Amaral estão localizados nas porções mais altas, nos limites com a Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá. De acordo com o IBGE (2009) caracterizam-se como superfície de aplanamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança do sistema morfogenético. Geralmente, apresentasse conservada ou pouco dissecada e/ou separada por escarpas ou ressaltos de outros Modelados de aplanamento e de dissecação correspondentes aos sistemas morfogenéticos subsequentes.

Os Topos da Chapada dos Guimarães localizam se na parte média alta da UPG. De acordo com o IBGE (2009) delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e

lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada.

E a unidade denominada Planaltos e Serras do São Lourenço situa-se na parte média e baixa da UPG. De acordo com o IBGE (2009) Os Planaltos são conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, onde os processos de erosão superam os de sedimentação. As Serras constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos.

3.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

O mapeamento geológico da área de estudo tem como fonte o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) que exibem a ocorrência de três unidades geológicas na Bacia a Formação Cachoeirinha, a Formação Furnas e a Formação Ponta Grossa, exibidas na Figura 7.

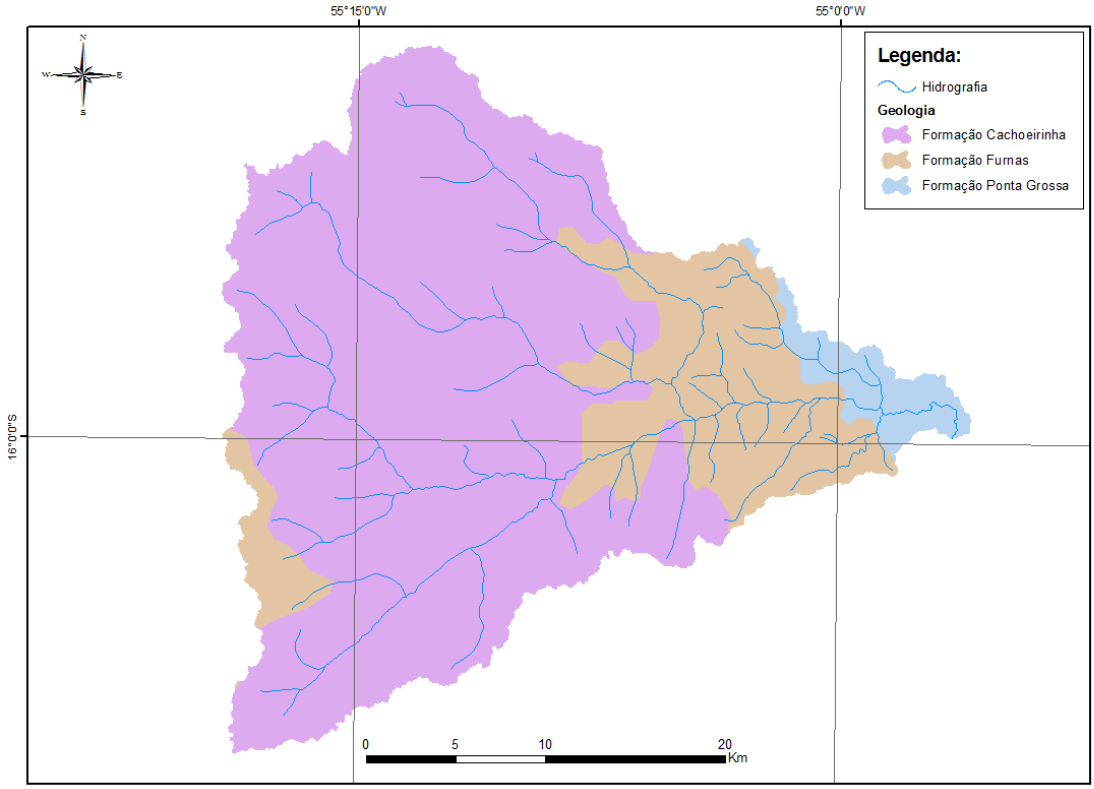


Figura 7 - Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral
Fonte: Dados CPRM. Mapa elaborado por Klemp, 2014

A Formação Cachoeirinha predomina na Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral e ocupa aproximadamente 640 Km^2 da sua área total. De acordo com Lacerda Filho et al (2004) essa unidade foi identificada e caracterizada por Oliveira e Muhlmann (1965) a Leste de São Vicente, Mato Grosso, sob a denominação de Unidade "C".

Em 1970 o autor coloca que Gonçalves e Schneider elevaram a categoria da unidade, definindo-a como Formação Cachoeirinha, cuja seção tipo situa-se no Distrito de Cachoeirinha, a cerca de 30 km a Norte de Poxoréu, onde ocorrem arenitos amarelados, médio a grossos, argilosos e níveis de conglomerados, além de argilito cinza-esverdeado com grãos de areia esparsos e estratificação incipiente. Estes sedimentos inconsolidados depositaram-se discordantemente sobre todas as formações subjacentes.

De acordo com o autor Braun (1971) admite uma idade terciária (Neogeno) pelo fato destes depósitos aluvionares estarem geneticamente associados ao ciclo Sul-Americano.

Abrange cerca de 75% da área da Bacia, e de acordo com Lacerda Filho et al (2004) a sua gênese estaria relacionada a processos gravitacionais, como fluxo de massa, retrabalhando antigos depósitos aluviais, haja vista conterem seixos arredondados imersos em matriz lamítica, não compatíveis com um único ciclo sedimentar. Além do mais, a corroborar com esta hipótese, ressalte-se que afloram nas proximidades de zonas de falhas de caráter normal e/ou direcional, que, inclusive os afetam. Pena e Figueiredo (1972) citam espessuras entre 20 e 30m, podendo atingir até 70m.

A Formação Furnas que abrange 21% da área de estudo e pertence ao Grupo Paraná. De acordo com Lacerda Filho et al (2004) no Estado de Mato Grosso essa Formação ocorre ao longo das bordas Norte e Noroeste da Bacia do Paraná. Unidade basal do Grupo Paraná, é descrita em seção, na região de Barra do Garças, com 195m de espessura aflorante, estando constituída predominantemente por arenitos grossos a muito grossos com estratificação cruzada planar, com ocorrência subordinada de arenitos grossos a muito grossos com estratificação cruzada acanalada e arenitos finos a médios com estratificação cruzada hummocky (ASSINE, 1996).

Na região da borda Noroeste da Bacia, desde as cercanias da Chapada dos Guimarães até o limite Sul do Estado, afloram camadas de arenitos médios a grossos, com estratificação cruzada, arenitos finos com laminação cruzada cavalgante e arenitos finos com estratificação cruzada hummocky, que nas proximidades da cidade de Jaciara compõem uma segunda cuesta na escarpa da bacia, após a faixa de afloramento do Grupo Rio Ivaí.

Seu contato inferior é uma superfície erosiva sobre unidades mais antigas e o superior é transicional para os folhelhos da Formação Ponta Grossa. Sua deposição é interpretada como de leques costeiros e braided deltas e em ambiente marinho raso, entre o nível de ação das ondas normais e do nível de ação das ondas de tempestades, postulando ainda a ação de correntes de marés (ASSINE, 1996). Rica em icnofósseis nas fácies arenosas, sua idade ordoviciana inferior é balizada pela Formação Ponta Grossa (Ordoviciano Inferior a Superior).

A Formação Ponta Grossa compõe cerca de 4% da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral, de acordo com Lacerda Filho et al (2004) no Estado de Mato Grosso ela foi mapeada nas regiões Centro-Sul, Leste e Nordeste, sendo

caracterizada por uma sequência de folhelhos e siltitos de cores variando de cinza a cinza-esverdeada na base e apresentando para o topo intercalações de arenitos finos a muito finos, micáceos, feldspáticos, finamente estratificados de cor branca, marrom ou esverdeada. São freqüentes bioturbações e níveis finos de conglomerado na base. Em geral são rochas com boa fissilidade, com níveis fossilíferos nos folhelhos.

De acordo com o autor nas regiões Centro-Sul e Leste, sobrepõe-se à Formação Furnas por contato gradual e concordante e é sobreposta pela Formação Aquidauana por discordância erosiva e também pela Cobertura Detritolaterítica e por aluviões recentes. Por vezes, o contato tanto com a Formação Furnas como com a Formação Aquidauana é por falha normal.

De acordo com Lacerda Filho et al (2004) a ela é considerada de idade Devoniana por seu conteúdo fossilífero (macro e microscópico). Trilobitas, braquiópodos e tentaculites constituem o conjunto de macrofósseis, enquanto que os microfósseis estão representados principalmente por acritarcas e quitinozoários. Para o Membro. Tibagi, Assine (1996) destaca a presença de braquiópodos do gênero Australospirifer. Sanford e Lange (1960) e mais recentemente Zalán et al. (1990) indicam os folhelhos desta unidade como geradores de hidrocarbonetos e gás.

Os tipos de fósseis, as estratificações cruzadas planas e acanaladas e os níveis subordinados de siltitos e arenitos finos com raras marcas onduladas, mostram que esta for- mação depositou-se em ambiente marinho de águas rasas, com fluxos de alta energia e elevada taxa de deposição, ocorrendo no topo do pacote um episódio regressivo. A potencialidade mineral restringe-se à utilização dos argilitos e siltitos na fabricação de cerâmica (LACERDA FILHO, et al 2004).

3.2.3. VEGETAÇÃO

Este subitem trata da caracterização da vegetação de origem da área estudada. A Bacia do Rio Tenente Amaral encontra-se em área de domínio de Cerrado e remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. O inventário Florestal da vegetação natural bem como o mapa de vegetação e uso atual, efetuados por Vasconcelos et al. (2007), classificou e delimitou as seguintes tipologias de vegetação remanescentes na bacia:

3.2.4. MAPEAMENTO PEDOLÓGICO

Mapeamento pedológico 1:250.000 adaptado da Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN-MT (1998) exibe os tipos de solo presentes na área de estudo (Figura 8).

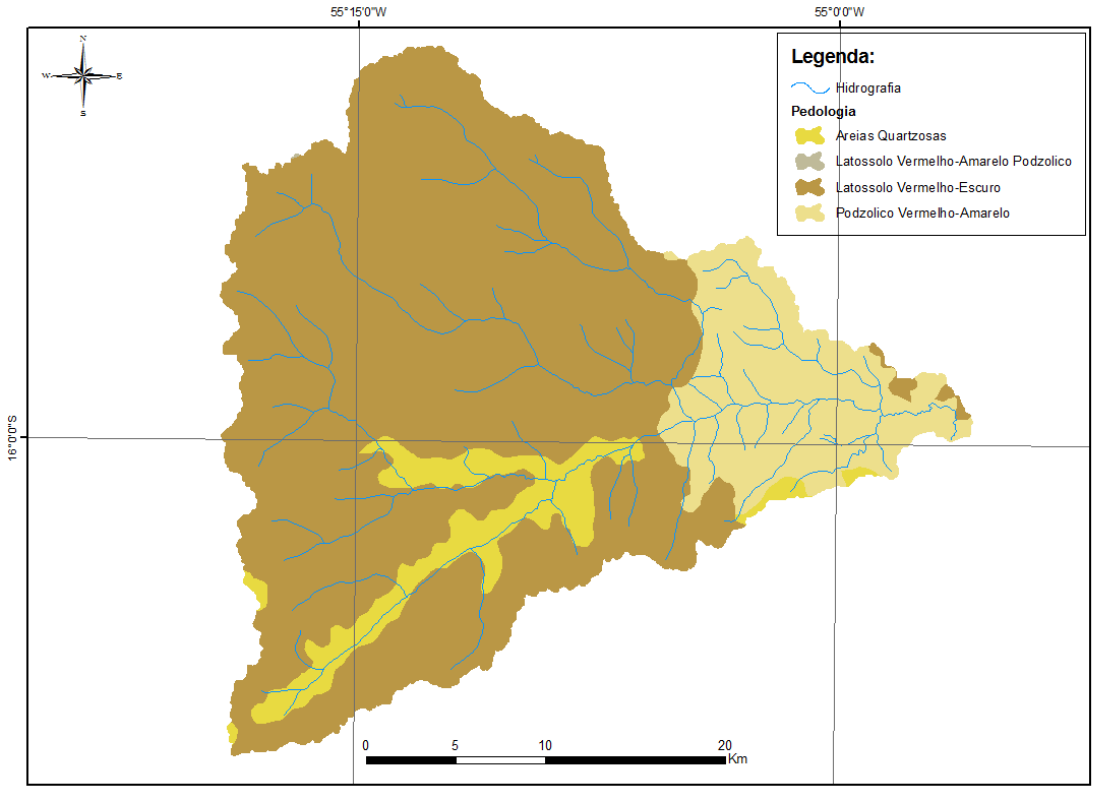


Figura 8 - Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral 2011

São eles as pequenas manchas de Latossolo Vermalho-Amarelo Podzólico, manchas médias de Areias Quartzosas, e maior abrangência de Latossolos Vermelho-Escuro e de solos Podzólicos Vermelho-Amarelo

3.2.5. MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

O Modelo Digital de Elevação (MDE) possui a resolução espacial de 30 metros (Figura 9). O MDE foi adaptado e do banco de dados morfométricos do Brasil TOPODATA/INPE, disponibilizado originalmente pelo United States Geological Survey (USGS) (em português, "Pesquisa Geológica dos Estados

Unidos"). Em fevereiro de 2000, o ônibus espacial Norte-americano Endeavour partiu para uma missão de 11 dias, a Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com um sistema de radar especialmente modificado a bordo. A missão obteve dados com elevação espacial de 30 metros com a finalidade de gerar um banco de dados topográfico de alta resolução.

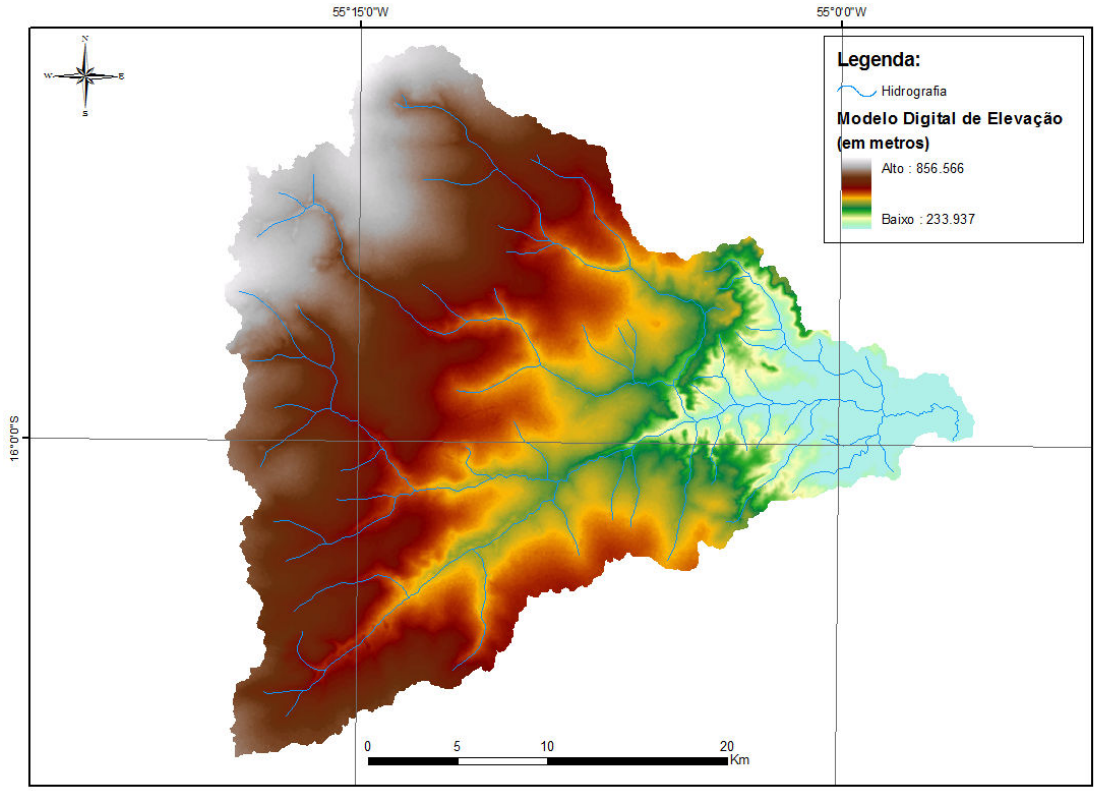


Figura 9 - Modelo Digital de Elevação da UPG do Tenente Amaral

O Modelo Digital de Elevação foi processado por meio de técnicas de Geoprocessamento para a delineação dos divisores, e dos mananciais da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral. Ele exibe as características de elevação dessa Bacia Hidrográfica, que varia entre 233,937 no exultório e chega a 856,566 metros em alguns de seus divisores.

3.2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS REGIONAIS

A Unidade de Planejamento e Gestão do Tenente Amaral é caracterizada climaticamente como, Clima Tropical do Brasil Central, Quente, Sub-úmido,

caracteriza-se por duas estações do ano bem definidas: um Verão quente e chuvoso de outubro a março e um Inverno ameno e seco de abril a setembro. De acordo com a Classificação Climática brasileira proposta pelo IBGE em 1990.

Conforme a classificação de Köppen a UPG pertencem no Clima de Savana (Aw), no qual possui um Clima Tropical, com estação seca (Outono-Inverno) e estação chuvosa (Primavera-Verão) com temperatura média anual de 25ºC e pluviosidade anual de 1.450mm.

De acordo com a classificação do Clima brasileiro apresentada por Simielli e Biasi no Atlas Geográfico Escolar, essa Região estudada enquadra-se no Clima Tropical (Inverno seco e verão úmido) e fazem parte dos Climas controlados por Massas de Ar Equatoriais e Tropicais.

Pela classificação climática de Arthur Straler a UPG do situa-se em Clima Tropical alternadamente úmido e seco, que engloba grande parte da área central do país.

Quanto aos aspectos térmicos também ocorrem grandes variações. De acordo com o IBGE a UPG situa-se em Região em que as variações médias anuais da temperatura variam de 20 a 25°C.

Desse modo, nesse estudo onde forem encontrados Verão, Outono, Inverno e Primavera, leia-se respectivamente: Úmida, Úmida‑seca, Seca e Seca‑úmida. Pois as análises apresentam materiais de quatro diferentes datas. Assim denominadas, para oferecer a compreensão abrangente do tema, já que se trata da forma clássica de denominar as estações do ano.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa subseção estão descritos os recursos e os principais procedimentos adotados para o desenvolvimento desse trabalho.

4.1. MATERIAIS

Os principais recursos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa estão descritos a seguir.

4.1.1 SOFTWARES UTILIZADOS

Os seguintes aplicativos foram utilizados para tabulação, edição e processamento dos dados durante o estudo.

a) ArcGIS® 9.3.1 (Built 4000);

b) Envi® 4.8;

c) Extensões Spatial Analyst® e ColorBrewer Version 2.0 para o ArcGIS 9.3;

d) Pacote de aplicativos Microsoft Office® em sua versão 2010;

e) SPSS® Statistics 23 64bits (IBM);

f) SigmaPlot 11.

4.1.2 DADOS ESPACIAIS

Para a análise proposta foram utilizados os seguintes dados espaciais:

a) Mapeamento de uso da terra 1:50.000 proveniente da World Wide Fund for Nature (WWF) 2002 a 2008;
b) Mapeamento pedológico 1:250.000 (SEPLAN-MT, 1998);
c) Modelo Digital de Elevação (MDE) de 30 metros – TOPODATA/SRTM (INPE) (Banco de dados Morfométricos do Brasil);
d) Dados Climáticos - Global Weather Data para SWAT;
e) Dados de campo (manejo agropecuário);
f) Imagens LandSat 5 Rota/Cena 226/071 Bandas 3, 4, 5 e 6 de 01 de fevereiro de 2011, 22 de abril de 2011, em 11 de julho de 2011 e de 29 de setembro de 2011.

4.1.2.1 O SATÉLITE LANDSAT 5

O satélite LANDSAT 5 tem uma rota quase polar, sincronizada com o Sol gira em torno da Terra a uma altitude de 705 km com uma resolução temporal de 16 dias. Ele sobrevoa a área estudada no horário local de aproximadamente 09:35. O LANDSAT 5 TM fornece imagens com sete bandas; três em visível (Bandas 1-3) e um em infravermelho próximo (Banda 4) e dois no infravermelho médio (Bandas 5 e 7) com resolução espacial de 30 metros e uma faixa do infravermelho termal (Banda 6) a resolução espacial é de 120 m Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Detalhes das imagens de satélite adquiridas e utilizadas para o mapeamento termal

Satélite	Sensor	Data de aquisição	Rota/Ponto	Resolução espacial*	Cobertura de nuvens
LANDSAT 5	TM	01 de fevereiro de 2011.	226/71	120m	40%
LANDSAT 5	TM	22 de abril de 2011.	226/71	120m	10%
LANDSAT 5	TM	11 de julho de 2011.	226/71	120m	0%
LANDSAT 5	TM	29 de setembro de 2011	226/71	120m	0%

*Reamostrado para 60m

As bandas espectrais utilizadas para o mapeamento de uso da terra estão descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Detalhes das imagens de satélite adquiridas e utilizadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra

Satélite	Sensor	Data de aquisição	Rota/Ponto	Resolução espacial*	Cobertura de nuvens	Banda	Espectro de imageamento
LANDSAT 5	TM	01 de fevereiro de 2011.	226/71	30m	40%	5	Infravermelho médio
LANDSAT 5	TM	01 de fevereiro de 2011.	226/71	30m	40%	4	Infravermelho próximo
LANDSAT 5	TM	01 de fevereiro de 2011.	226/71	30m	40%	3	Visível
LANDSAT 5	TM	22 de abril de 2011.	226/71	30m	10%	5	Infravermelho médio
LANDSAT 5	TM	22 de abril de 2011.	226/71	30m	10%	4	Infravermelho próximo
LANDSAT 5	TM	22 de abril de 2011.	226/71	30m	10%	3	Visível
LANDSAT 5	TM	11 de julho de 2011.	226/71	30m	0%	5	Infravermelho médio
LANDSAT 5	TM	11 de julho de 2011.	226/71	30m	0%	4	Infravermelho próximo
LANDSAT 5	TM	11 de julho de 2011.	226/71	30m	0%	3	Visível
LANDSAT 5	TM	29 de setembro de 2011	226/71	30m	0%	5	Infravermelho médio
LANDSAT 5	TM	29 de setembro de 2011	226/71	30m	0%	4	Infravermelho próximo
LANDSAT 5	TM	29 de setembro de 2011	226/71	30m	0%	3	Visível

4.2. MÉTODOS

Os principais procedimentos metodológicos executados durante a realização desse trabalho estão descritos a seguir.

4.2.1. DADOS ESPACIAIS

Para avaliar as relações espaciais entre os dados termais e de uso da terra, ao longo do tempo, os dados espaciais foram processados por meio de técnicas de Geoprocessamento. Os detalhes metodológicos sobre o mapeamento de uso e ocupação da terra e sobre o mapeamento termal da UPG do Tenente Amaral estão descritos a seguir.

4.2.1.1. MAPEAMENTO DE USO DA TERRA

A organização dos dados vetoriais teve início com a criação de um projeto no SIG e a adição dos Planos de Informações abrangendo a bacia hidrográfica do Tenente Amaral, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000 Zona 21 Sul com todo o mapeamento produzido seguindo a padronização cartográfica segundo Fitz (2008).

O mapeamento de uso da terra 1:50.000 proveniente da World Wide Fund for Nature (WWF) 2010 foi atualizado para 2011(Figura 10) com a metodologia de mapeamento dinâmico, com a identificação das culturas existentes nas datas mapeadas.

Antes de iniciar o mapeamento foi necessária a realização composição colorida RGB/543 das imagens LANDSAT rota/cena 226/071 a de 01 de fevereiro de 2011, de em 22 de abril de 2011, de 11 de julho de 2011 e de 29 de setembro de 2011. Após esse procedimento as quatro imagens foram georreferenciadas, o método de correção foi o polinômio de 1° grau e o Erro total RMS foi de 12,13.

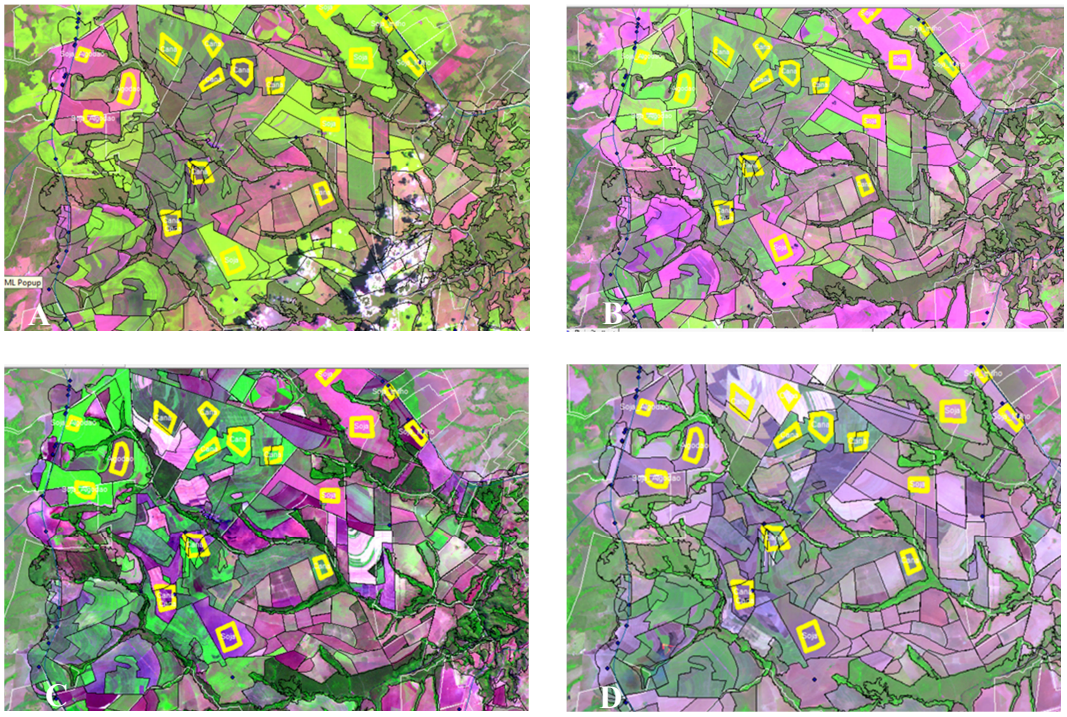


Figura 10 - Usos da terra na UPG do Rio Tenente Amaral em 01 de fevereiro, em 22 de abril, em 11 de julho e 29 de setembro de 2011

Os mapeamentos foram feitos em quatro datas diferentes, para as quais haviam imagens LandSat disponíveis, visando assim caracterizar a dinamicidade dos usos agrícolas na bacia, que foi detalhada no anexo II. Por meio de classificação visual foram mapeados os usos de Cana-de-açúcar, Eucalipto, Soja, Milho, Algodão, Crotalária, solo exposto, pastagem, vegetação natural, área antropizada, e influencia urbana, nas imagens LandSat rota/cena 226/071 a composição colorida RGB 543 de 01 de fevereiro de 2011, de em 22 de abril de 2011, de 11 de julho de 2011 e de 29 de setembro de 2011. Desse modo, foi possível mapear além de usos consolidados como a influencia urbana, os usos agrícolas de culturas perenes e não perenes, para que conste as do segundo tipo são bastante frequentes na bacia.

Como é possível observar nas figuras 10A, 10B, 10C e 10D foram usadas amostras de campo para o mapeamento dinâmico, essas verdades de campo foram obtidas por Vianconi (2013), e nesse estudo foram usadas para discretizar as culturas agrícolas da bacia nas diferentes datas num mesmo polígono.

A Figura 11 exibe as classificações Orientadas a Objetos (OO) e pelo método MAXVER realizadas Costa (2013), nesse trabalho essas classificações foram

utilizados como uma das formas de discretizar polígonos para os quais não se tinham verdades de campo.

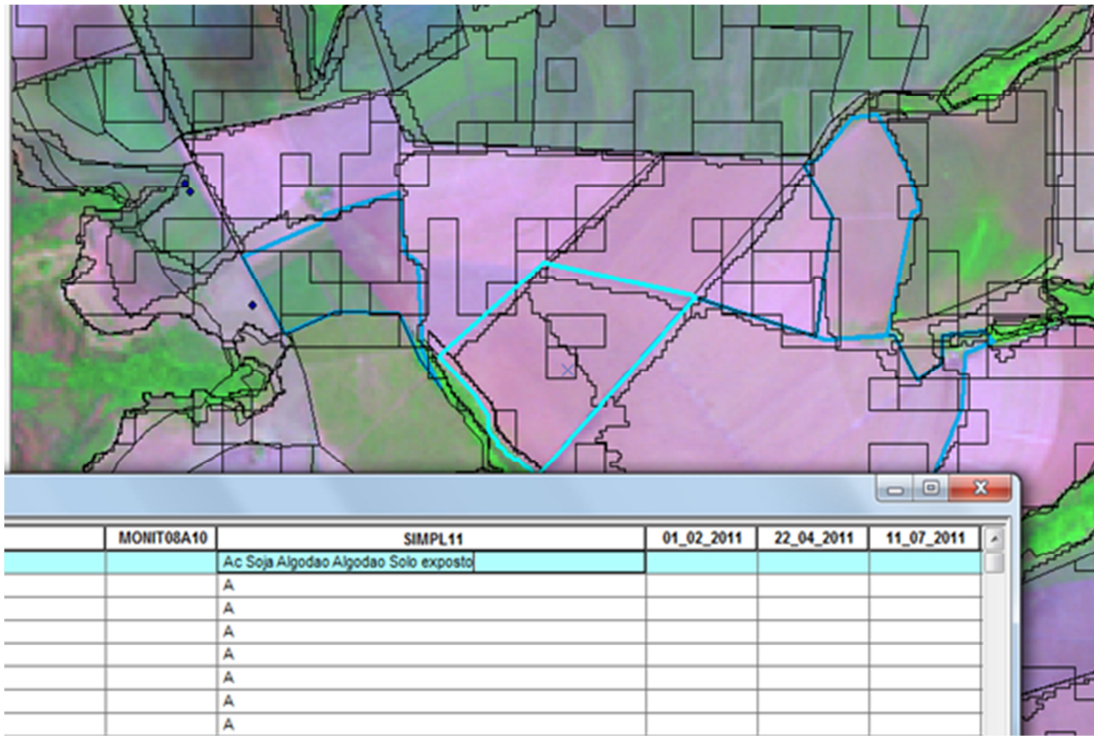


Figura 11 - Imagem LandSat sobreposta por polígonos de uso da terra discretizados por meio de métodos OO e MAXVER na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral

Ainda assim, haviam incertezas a respeito de determinados polígonos, considerados *outlayer* na bacia, então, outro método usado para diferenciar objetos espaciais para os quais não se tinham verdades de campo, foi acessar as bases oficiais e ligar para o gerente ou o para o agropecuarista e perguntar qual cultura agrícola foi cultivada na data X no polígono Y na propriedade rural.

4.2.1.2. MAPEAMENTO TERMAL

Para que os objetivos propostos desse estudo fossem alcançados, além do mapeamento de uso da terra foi necessário o processamento das bandas termais (Figura 12). No caso imagem orbital digital gratuita do satélite Landsat-5, sensor *Thematic Mapper*-TM, Órbita 226, ponto 71 a Banda 6, corresponde ao infravermelho termal (faixa espectral de 10,4 a 12,5 μm - micrômetro) com resolução espacial de 120 x 120m do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2012).

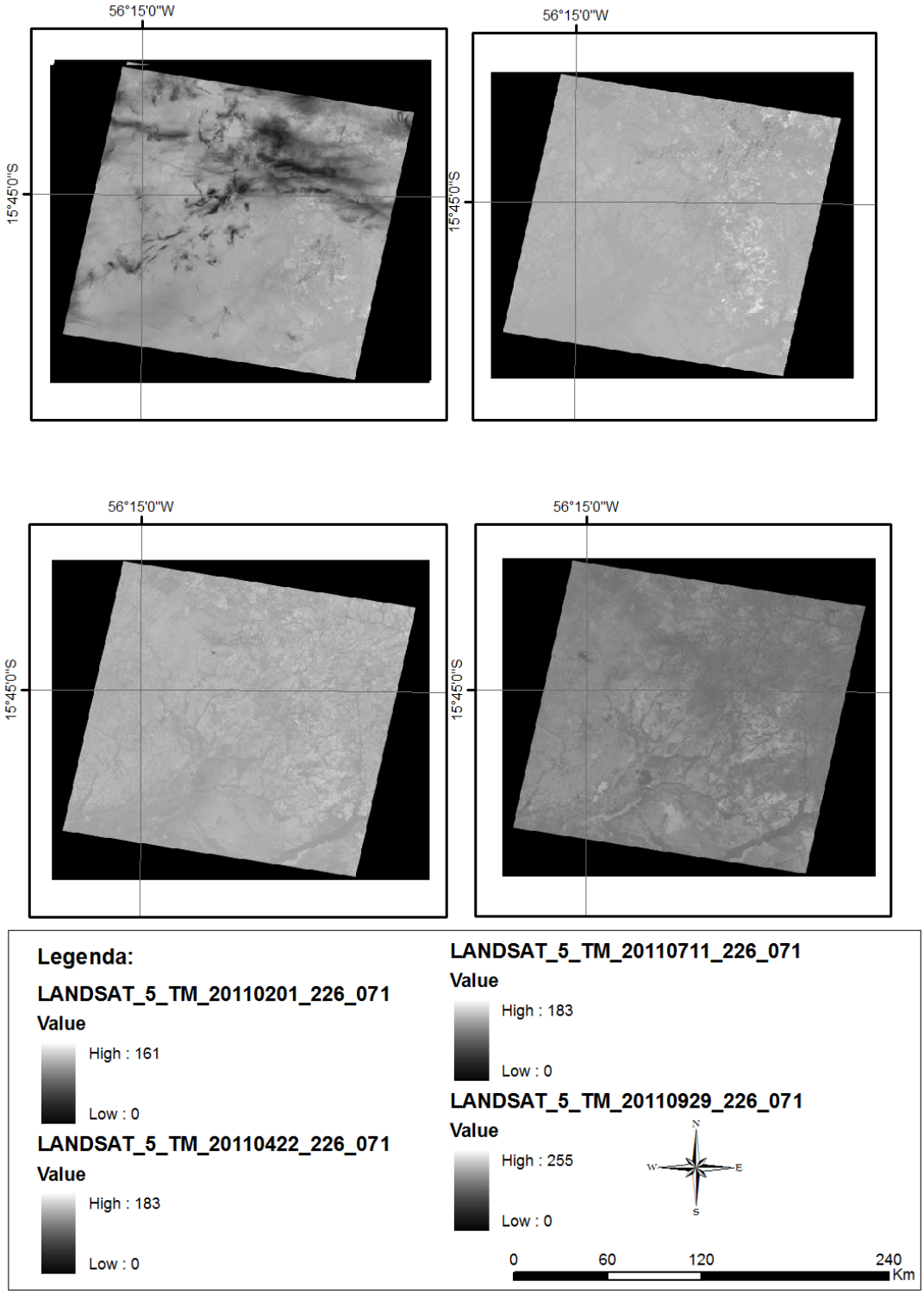


Figura 12 – Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011

A organização e o tratamento dos dados raster começou com o georreferenciamento das imagens Landsat-5 rota/cena 226/071 de 01 de fevereiro de

2011, de em 22 de abril de 2011, de 11 de julho de 2011 e de 29 de setembro de 2011, após esses procedimentos foram utilizados os parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para Radiância (Figura 13), depois para temperatura Kelvin e finalmente para graus Celsius (°C) conforme metodologia discutida por Chander et al. (2009). O método foi utilizado no Brasil por Coelho (2013); Callejas et al. (2011); Pereira et al. (2010) expressa nas Equações 2 e 3, inseridas na calculadora raster do SIG ArcGIS.

$$L\,\lambda = ((Lmax\,\lambda - Lmin\,\lambda)/\,(QCALMAX - \,QCALMIN)) * (QCAL - QCALQMIN) + Lmin\,\lambda$$

Equação (2)

Tabela 4 - Elementos da fórmula de conversão para Radiância

L λ	Radiância Espectral em sensor de abertura em Watts
QCAL	Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN.
Lmin λ	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMIN em Watts = 0.000.
Lmax λ	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMAX = 17.040.
QCALMIN	O mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a Lmin λ), em DN = 1
QCALMAX	Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a LMax λ) no DN = 255.

Fonte: Chander et al. (2009)

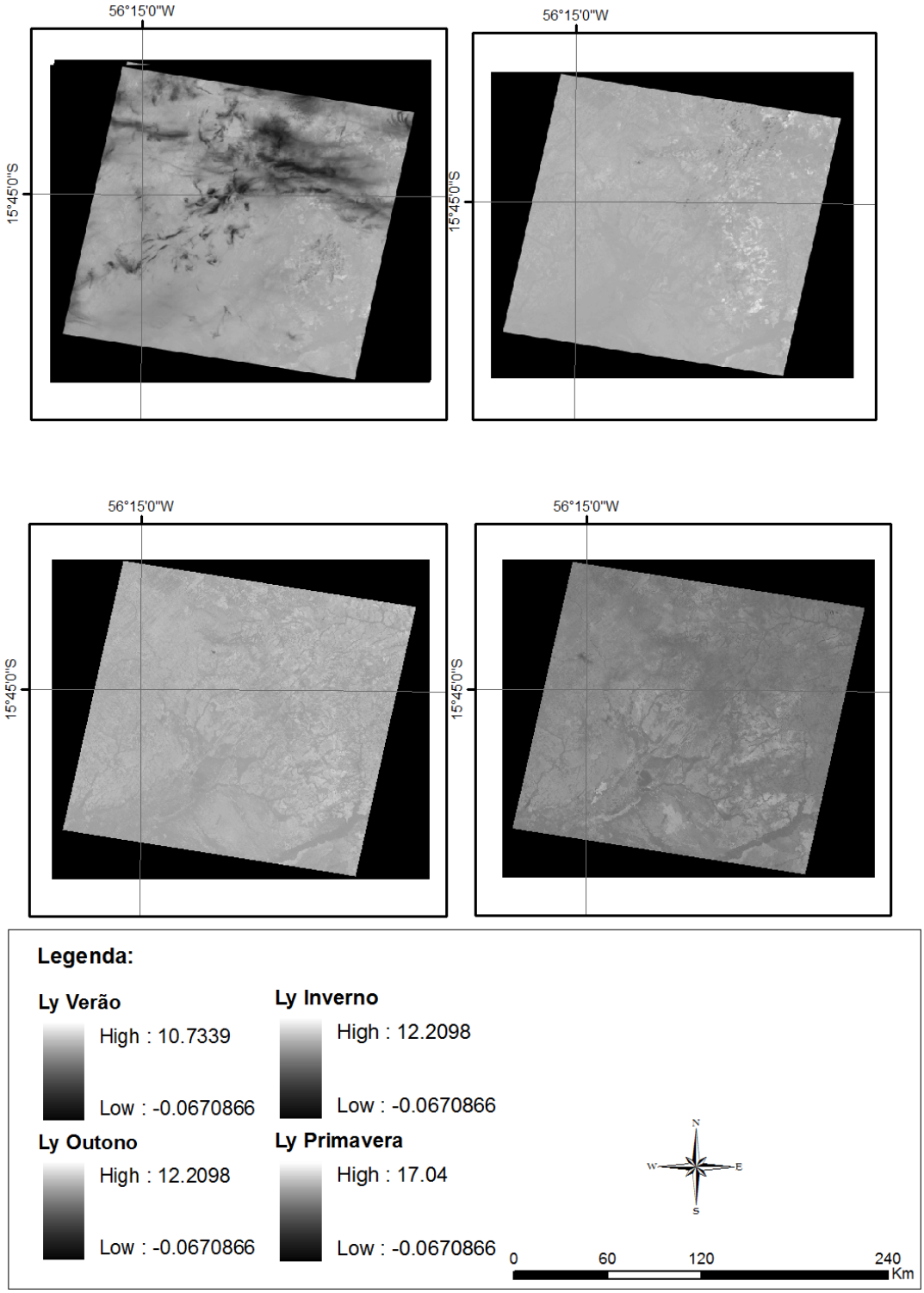


Figura 13 – Radiância calculada a partir da Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011

Como o referido acima, após a transformação dos valores em Radiância aplicou-se a Equação 2 nas quatro bandas 6 com a finalidade de transformar os valores obtidos na primeira, em temperatura Kelvin:

$$T = \frac{K2}{\ln(\frac{K1}{L\lambda}+1)} \qquad \text{Equação (3)}$$

Onde:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin;

K2 = Constante de calibração = 1.260,56;

K1 = Constante de calibração = 607,76;

L λ = Radiância espectral em Watts / (metros quadrado).

Após este procedimento, os valores de temperatura Kelvin (Figura 14) de cada banda 6 teve seus valores subtraídos individualmente pelo seu valor absoluto (273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C) (Figura 15).

O horário central do mapeamento termal da superfície é 13:35 ou seja as 9:35 horário local para 01 fevereiro e para 22 de abril, 13:34 ou melhor 9:34 para 11 de julho e de 13:33 horas para 29 de setembro, de acordo com a passagem e o imageamento do LANDSAT 5 utilizado nos mapeamentos termais e de uso e ocupação da terra.

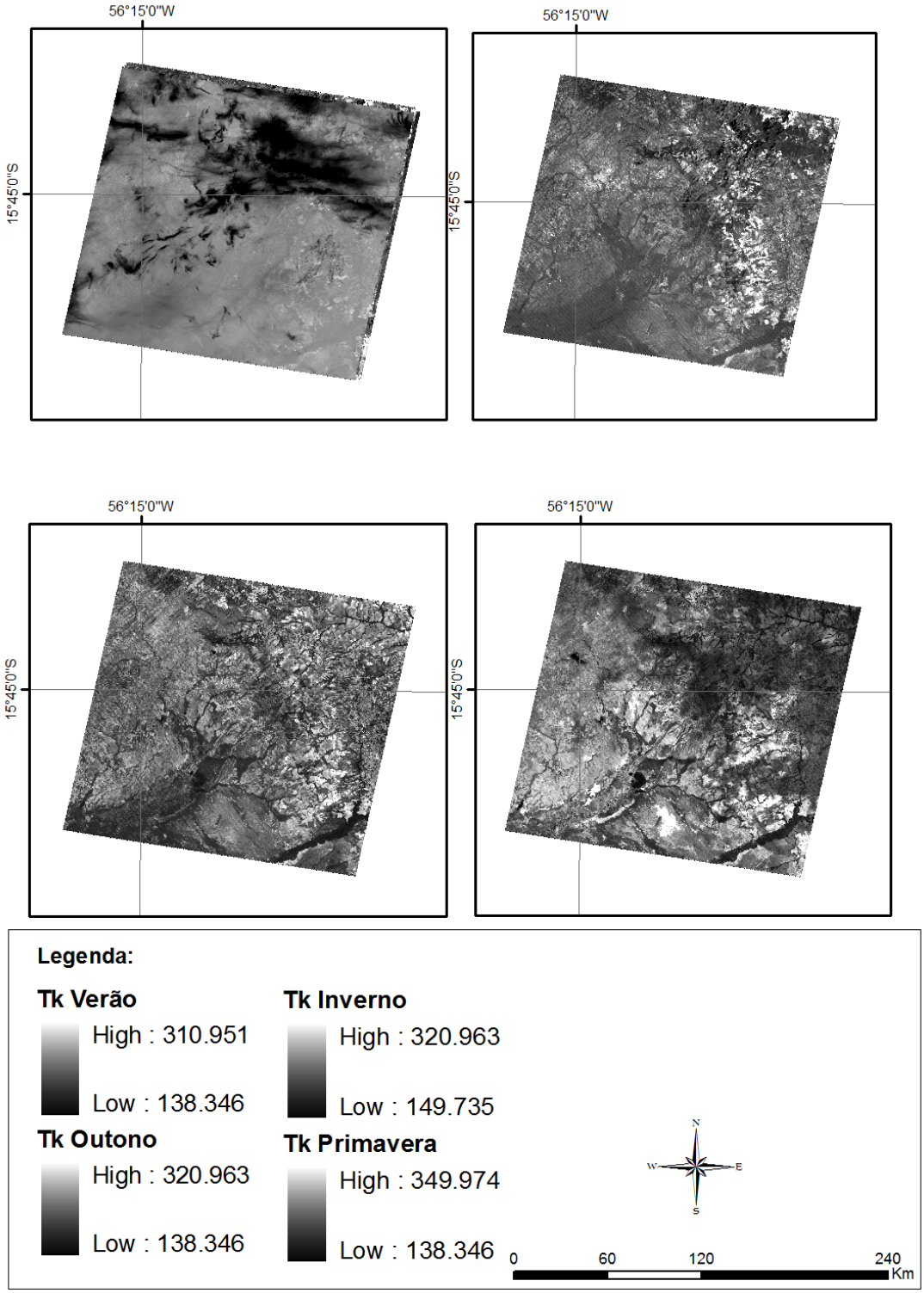


Figura 14 – Temperatura em Kelvin calculada a partir da Radiância da Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011

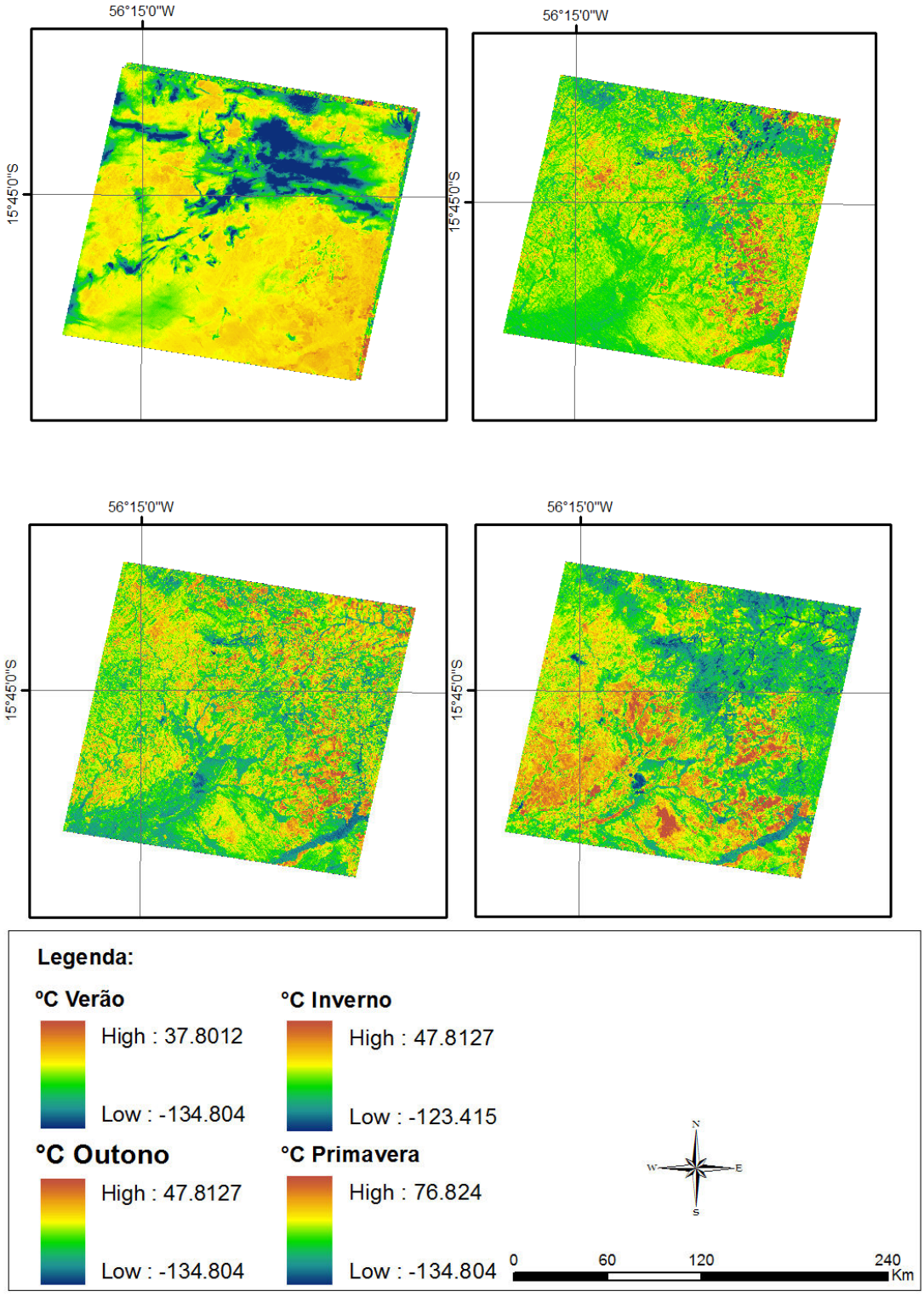


Figura 15 – Temperatura em °C calculada a partir da temperatura em Kelvin nas Bandas 6 do satélite LandSat 5 TM ponto/orbita 226/71, datadas de 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011

Além de Chander et al. (2009), esse método também foi descrito por Murayama e Lwin (2010). O métodologia também foi utilizado por Roy et al. (2010) nos EUA, que a cita como metodologia padrão, por Li et al. (2011) na China, por Zoran (2011) na Romênia e por Singh et. al. (2014) na Índia, em que foi realizada a analise das variações inter-sazonais da temperatura superficial usando dados da banda térmica do LANDSAT. No Brasil Coelho (2013) utilizou a metodologia com êxito, para obter a temperatura superficial em graus Celsius ºC, a partir de imagens TM/Landsat-5 canal 6. Esse método não engloba a correção atmosférica.

Como a correção atmosférica para as estimativas de temperatura superficial, não são consenso de acordo com a revisão apresentada nas seções anteriores, a exemplo de Zullo Jr., (1994); Lu et al. (2002); Latorre et al. (2002) & Gomes (2015).

Nesse estudo, nenhum deles foi utilizado, por considerar-se que a atmosfera exerce influencia na temperatura superficial, e estimar mais essa variável poderia acarretar no aumento das incertezas. Ver seção de sugestão de trabalhos futuros (subitem “i”).

4.2.1.3. DISCRETIZAÇÃO DE BACIAS

O MDE fornece os valores de altimetria para a área, e servirá de base para a discretização da bacia em sub-bacias, para a definição da área de drenagem automaticamente e para a geração do mapa de declividade da bacia. Para o delineamento do limite da bacia e das sub-bacias o SWAT (Soil and Water Assessment Tool) utiliza ferramentas disponíveis no *Spatial Analyst* do ARCGIS, agregadas à interface do SWAT, onde são calculados, considerando a altitude, a direção do fluxo de drenagem, o fluxo de drenagem acumulado, a definição dos limites da bacia hidrográfica, a rede de drenagem, e respectivas sub-bacias com seus exutórios (DI LUZIO et al 2001, SALES 2012).

A delimitação da área da bacia assim como das sub-bacias foi realizada utilizando o MDE, para a definição das sub-bacias o modelo dispõe de duas alternativas, a primeira através de uma área limite definida pelo usuário e a outra a

partir da inserção da rede de drenagem, que dependendo da escala traz um maior detalhamento e por conseguinte gera um número maior de sub-bacias, dessa forma foi utilizada a primeira opção que possibilita um certo controle do número de sub-bacias que serão geradas. Foi então definida uma área limite de 10 hectares, esta área foi adotada depois de testes de tentativa e erro, foi a área que se aproximou melhor do número de sub-bacias com o exutório compatível com a localização da estação fluviográfica.

4.2.2. DADOS DE CAMPO

Compreender o manejo agropecuário na UPG do Tenente Amaral foi necessário para mapeá-lo, e para interpretar os resultados obtidos por esse trabalho. Assim durante a execução do trabalho foram necessárias coletas de campo sobre as praticas de manejo agrícola nesse local.

4.2.2.1. MANEJO AGROPECUÁRIO

Os dados de manejo agropecuário foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas com pecuaristas e agricultores da região, bem como de manuais técnicos desenvolvidos pela EMBRAPA. O questionário semiestruturado, para a realização das entrevistas, foi elaborado com base na documentação de dados de entrada e saída do SWAT, pois, essa é uma ferramenta de avaliação de solo e água utilizada ao redor do mundo. Para orientar a elaboração do questionário foram utilizados os capítulos 14 - Plant.DAT e 20 Management.MGT descritos por Arnold et al (2009). Que tratam respectivamente do comportamento fisiológico das plantas (informações necessárias para simular o crescimento das plantas), e das práticas de manejo (plantio, colheita, aplicações de irrigação, aplicações de nutrientes, aplicações de pesticidas, e as operações de preparo do solo). Os manuais técnicos foram utilizados como base geral para entender o processo de manejo agrícola esse questionário é apresentado no anexo I desse estudo.

Para a aplicação dessa metodologia, foram selecionadas 15 propriedades rurais, que representassem os principais usos agropecuários da bacia. A seleção das propriedades rurais ocorreu do seguinte modo: Por meio da sobreposição dos seguintes Planos de Informação (PIs) Licenciamento Ambiental Único (LAU) (SEMA-MT), Uso da Terra proveniente do WWF de 2010 e amostragens de uso da terra coletadas em campo em 2011.

Esse método permitiu a pré-seleção das propriedades com a diversificação dos principais usos da terra na UPG. Desse modo os critérios foram, constar na LAU os dados do proprietário tais o telefone e nome, que pelo menos 5 destas que tivessem pastagens, 5 que cultivos de Soja, 5 com cultivo de Algodão, 5 com Milho, 5 com Cana-de-Açúcar, 5 com Eucalipto. Outra via para contactar proprietários rural

foi o Sindicato Rural de Jaciara e empresas de consultoria agrícola, ambiental e de agricultura de precisão

Após esses procedimentos, os agricultores e pecuaristas foram contatados por telefone, para explicar o teor das perguntas e marcar a reunião com o proprietário ou com o responsável técnico da fazenda, e a equipe de campo, composta por 5 pessoas (3 mestrandos e 2 graduandos), passou pela formação.

Das 15 propriedades pré-selecionada em gabinete, foram pesquisadas as 9, que aceitaram participar respondendo o questionário sendo que:

- ✓ Sete delas plantavam Soja;
- ✓ Duas delas plantavam Algodão;
- ✓ Sete delas plantavam Milho;
- ✓ Duas delas plantavam Cana-de-Açúcar;
- ✓ Duas delas plantavam Eucalipto;
- ✓ Quatro delas cultivavam pastagens;
- ✓ Duas delas com Crotalária.

A pesquisa foi feita durante o ano de 2013, as entrevistas foram realizadas entre agosto e setembro. Desse modo pôde-se traçar um panorama dos tratos culturas na UPG do Tenente Amaral (Anexo II).

4.2.2.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, os dados obtidos por meio do mapeamento de uso da terra e pelo termal, foram organizados em excel que depois foi exportada para o SPSS. Foram seccionadas as colunas de uso, temperatura e estação, agrupados em uma única tabela de excel, que posteriormente foi exportada para o SPSS, onde foi rodada a análise estatística denominada Teste de Tukey. Esse teste de comparação de médias (Teste de Tukey) serve como um complemento para o estudo da análise de variância.

O Teste de Tukey possui as seguintes características:

a) É um dos testes de comparação de média mais utilizados, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação;

b) Não permite comparar grupos de tratamentos entre si;

c) É utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento;

d) É aplicado quando o teste "F" para tratamentos da ANAVA (análise de variância) for significativo;

e) O teste de Tukey tem como base a DMS (diferença mínima significativa), representada no geral por Δ e calculada da seguinte forma:

$$\Delta(\alpha) = q\alpha \sqrt{QM\ Re\ \frac{S}{r}} \qquad \text{Equação 4}$$

Onde:

qΔ = é o valor da amplitude estudentizada, cujo o valor é encontrado em tabelas, em função do número de tratamentos e do número de grau de liberdade do resíduo, ao nível α de probabilidade (em geral 5%);

s = é a estimativa do desvio padrão residual (erro experimental);

r = número de repetições.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse subitem são exibidos os resultados obtidos uma discussão dos desses resultados, comparando-os a outros estudos.

5.1. DINÂMICA DE USO DA TERRA 2011

A dinâmica de uso da terra mapeada por meio de interpretação visual de quatro cenas do LANDSAT é exibida nas Figuras: 16,17, 18 e 19.

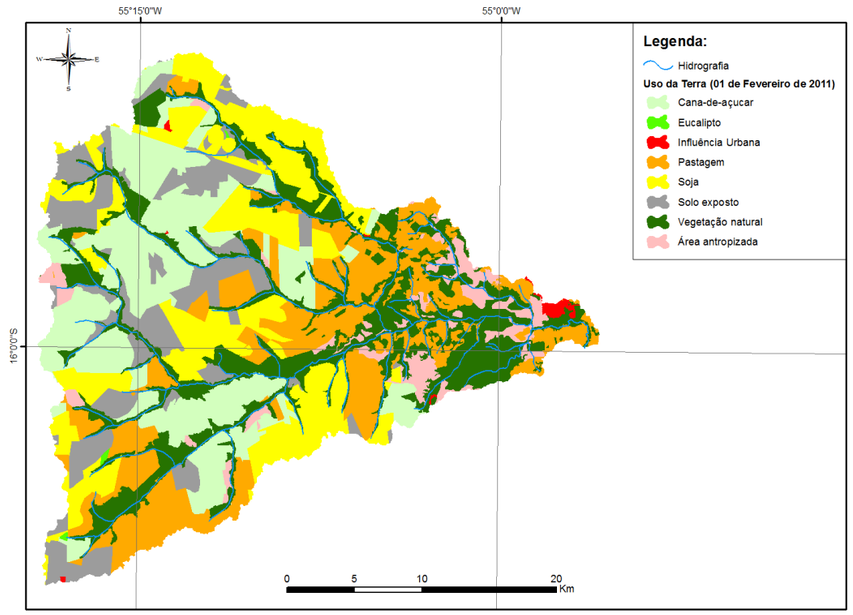


Figura 16 - Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 01 de fevereiro de 2011

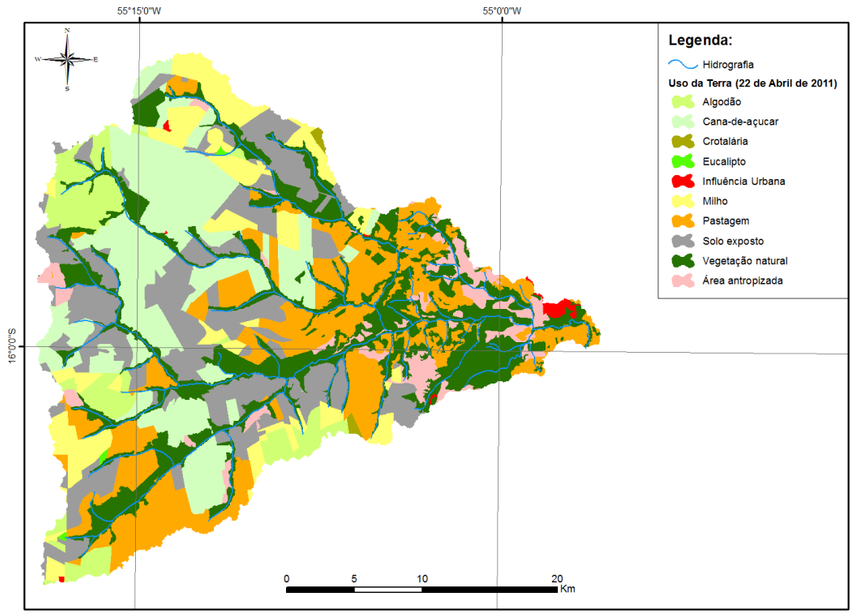


Figura 17 - Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 22 de abril de 2011

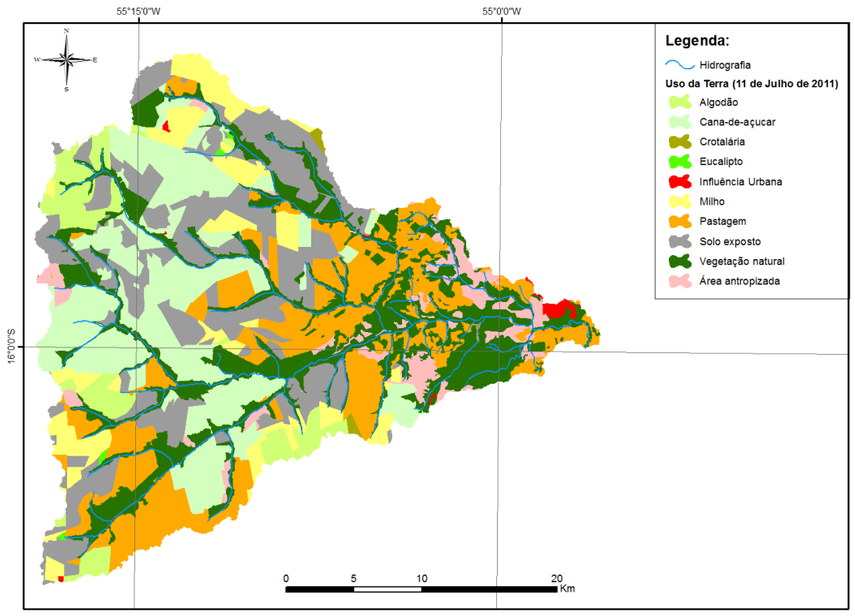


Figura 18 - Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 11 de julho de 2011

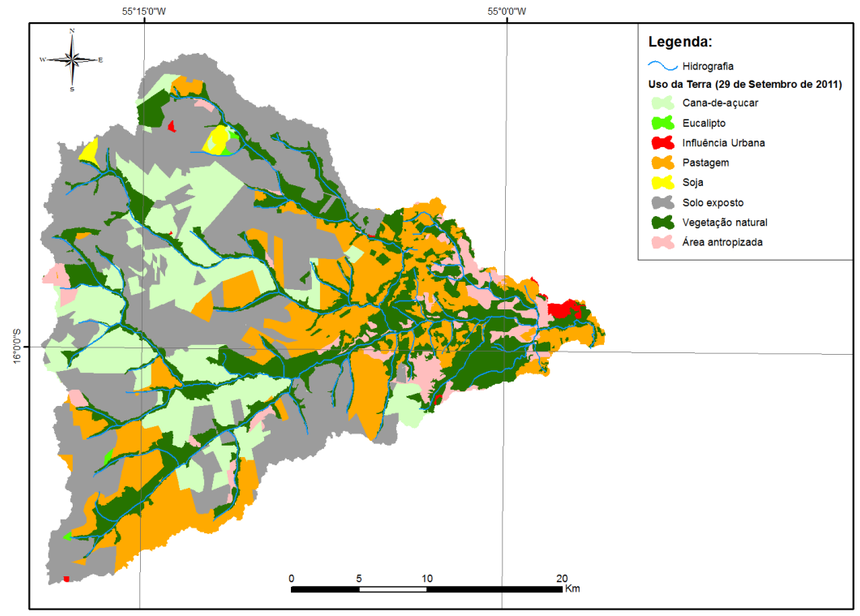


Figura 19 - Usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral em 29 de setembro de 2011

O mapeamento da dinâmica de usos da terra da Bacia do Tenente Amaral caracteriza os usos da terra na área de estudo. As áreas das cabeceiras possuem usos predominantemente rurais, dentre os quais são de imprescindível destaque as áreas de Soja, Algodão, Milho, Cana-de-açúcar, Crotalária, Eucalipto e áreas de solo exposto, áreas de pastagem e algumas com as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) preservadas. A porção central da bacia possui a predominância de pastagens, remanescentes de vegetação natural e áreas de uso antrópico (classe denominada para usos diversificados - chácaras de lazer, balneários e agricultura de subsistência). É também nessa parte da bacia que se concentram a maior parte dos empreendimentos hidroelétricos, pois são as áreas de relevo mais movimentado. A Região do baixo Tenente Amaral é ocupada pela cidade de Jaciara circundada por bosques, pastagens, remanescentes da vegetação natural e áreas antropizadas.

As áreas agrícolas localizam-se, sobretudo em região de Planalto, nas cabeceiras da bacia. As áreas de Cana-de-açúcar ocupam cerca de 20% da área da bacia (Tabela 5), geralmente não são culturas rotacionadas com outros usos da terra, entre os cortes há a rebrota, e em intervalos estabelecidos por ordens de manejo agrícola, a ser apresentado em mais detalhes no próximo subcapitulo, há solo exposto e o preparo do solo para o recebimento de novas plantas de Cana-de-açúcar.

Tabela 5. Usos e coberturas da terra e os totais em percentuais em relação à Bacia do Tenente Amaral

	Totais em relação à Bacia (%)			
Uso e cobertura da terra	**Fev.**	**Abr.**	**Jul.**	**Set.**
Algodão		6,42	5,02	
Cana-de-açúcar	21,75	18,80	22,67	16,69
Crotalária		0,23	0,05	
Eucalipto	0,09	0,12	0,03	0,15
Milho		9,15	5,37	
Soja	19,50			0,46
Solo exposto	12,26	18,84	22,97	36,3
Pastagem	19,74	19,73	19,73	19,73
Área antropizada	4,42	4,42	4,42	4,42
Influência Urbana	0,38	0,38	0,38	0,38
Vegetação natural	21,92	21,91	21,91	21,91

As áreas de Soja ocupam aproximadamente 19,5 % da bacia entre setembro e fevereiro. O cultivo da Soja é feito geralmente nesse período como a safra principal, depois de sua colheita muitas vezes até nesse mesmo dia acontece o plantio da segunda safra que pode ser de Milho ou de Algodão. A safra do Algodão pode ocorrer com características semelhantes a da Soja, com aproximadamente 6% de área ocupada por essa cultura, o plantio da 1ª safra pode ocorrer logo após o término de vazio sanitário do Algodão, entre a segunda quinzena de dezembro e o fim do mês de janeiro, o algodoeiro plantado após esse período, mais especificamente até meados de fevereiro, é considerado pelos especialistas como safrinha.

O cultivo de Milho ocupa aproximadamente 9,15 % da área da bacia, e poderia ocorrer também como primeira Safra, mas na Bacia do Tenente Amaral ocorre apenas como segunda safra, entre a segunda quinzena de janeiro e a primeira quinzena de fevereiro. Os demais cultivos agrícolas somados correspondem a menos de 1% da área da bacia, sendo que a Crotalária e o Sorgo são plantados após a cultura principal e o Eucalipto tem características de ciclo mais longo, ou se não anual rotacionado, maiores detalhes são apresentados no próximo subitem.

Outros usos importantes na Bacia do Tenente Amaral são a Pecuária, que ocupa cerca de 19,74% da área estudada, as áreas antropizadas com aproximadamente 4,42% e as áreas de influência urbana que ocupam cerca de 0,38% da bacia. Esse resultado, o mapeamento dinâmico do uso e ocupação da terra, na escala 1:50.000 para os quatro períodos de tempo, do ano de 2011 permite representar de forma adequada a dinâmica de uso da terra na Bacia Hidrográfica estudada. Essa arquitetura permite associar determinados tipos de uso a seus respectivos tratos culturais, esses tratos por sua vez podem ser vistos em detalhes na seção seguinte que trata dos dados de manejo agro por tipo de cultura, sejam elas agrícolas ou relacionadas a atividades pecuárias.

De acordo com Jong & Van Der Meer, (2005) desde 1972 quando o primeiro satélite da série LANDSAT, foi lançado este satélite provou ser de grande importância para o reconhecimento mundial do SR como uma importante ferramenta de análise ambiental. Desde este primeiro lançamento, o sensoriamento remoto tem sido largamente usado para adquirir informações acerca dos vários processos ambientais da terra, tais como, uso e cobertura do solo, dinâmica da vegetação,

qualidade da água, urbanização, agricultura etc., contribuindo para a sua gestão e monitoramento.

Diversos estudos ao longo do planeta afirmam que os usos que recobrem o solo, têm a capacidade de modificar os elementos climáticos que compõem a atmosfera local, dentre eles SINGH et al (2014); DIOFANTOS et al (2013) e DUARTE (2000).

Nesse sentido, como ferramenta de análise ambiental, o mapeamento de uso da terra a partir do processamento nos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) dos produtos de SR, tem sido usado para estudar diversos processos ambientais na Terra. A exemplo, de estudos que investiguem as relações entre os uso e cobertura do solo com a dinâmica termal e as modificações no clima. Contribuindo assim para a sua gestão, e monitoramento desses ambientes, como afirmam diversos autores.

5.2. DINÂMICA TERMAL DO TENENTE AMARAL

A Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral apresenta a seguinte dinâmica termal da superfície do solo, no Verão, Outono, Inverno e Primavera representados respectivamente pelos mapeamentos termais em 01 de fevereiro, 22 de abril, 11 de julho e 29 de setembro de 2011. (Figura 20, 21, 22 e 23 respectivamente).

O horário central do mapeamento termal da superfície é 13:35 ou seja as 9:35 horário local para 01 fevereiro e para 22 de abril, 13:34 ou melhor 9:34 para 11 de julho e de 13:33 horas para 29 de setembro, de acordo com a passagem e o imageamento do LANDSAT 5 utilizado nos mapeamentos termais e de uso e ocupação da terra.

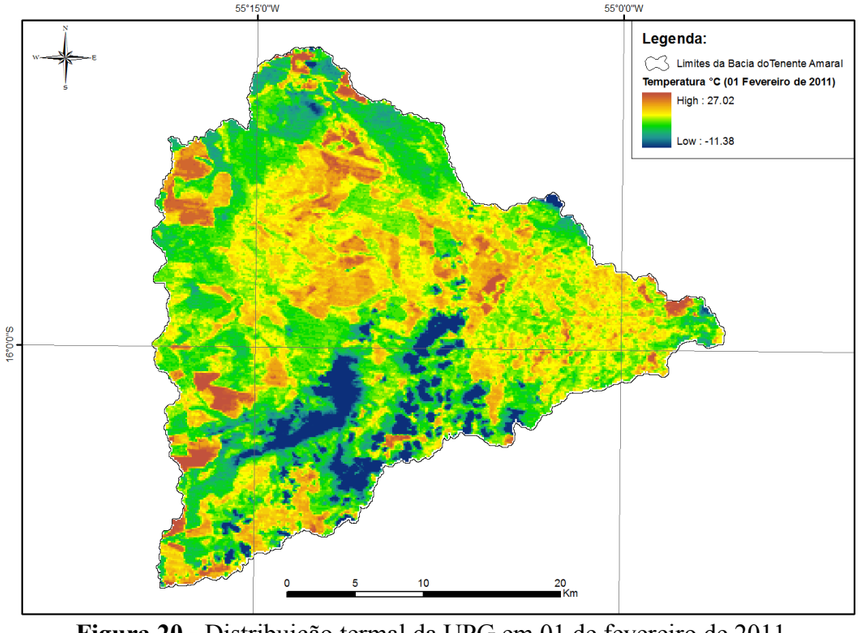


Figura 20 - Distribuição termal da UPG em 01 de fevereiro de 2011

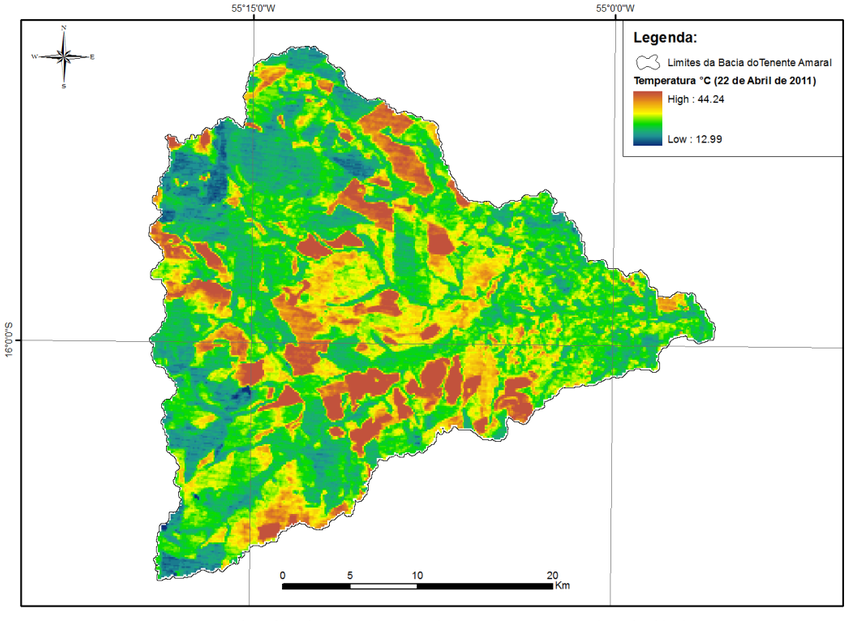


Figura 21 - Distribuição termal da UPG em 22 de abril de 2011

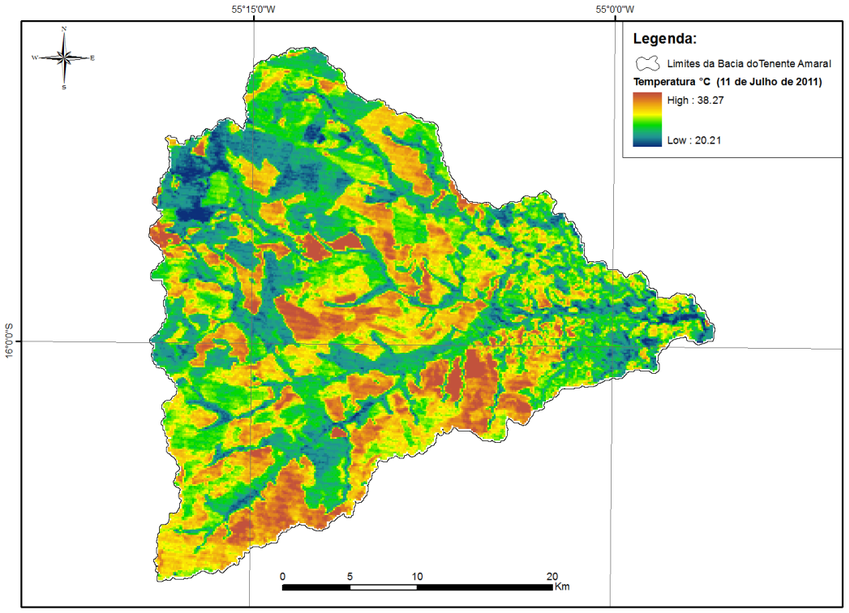


Figura 22 - Distribuição termal da UPG em 11 de julho de 2011

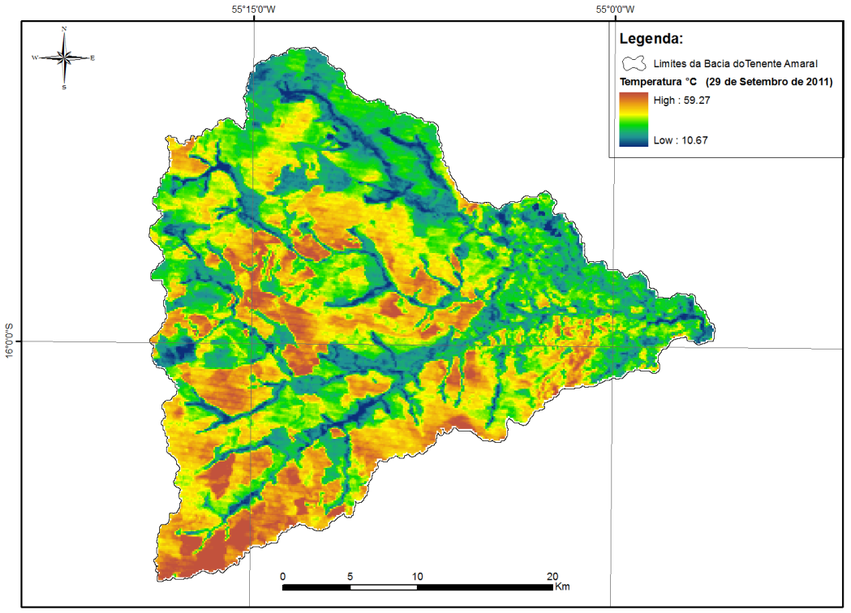


Figura 23 - Distribuição termal da UPG em 29 de setembro de 2011

De acordo com o INPE o Verão inicia no dia 22 de dezembro, no Hemisfério Sul. Esta estação engloba também os meses de janeiro, fevereiro e março. A estação de Verão é caracterizada, basicamente, por dias mais longos que as noites. Sendo que na Região estudada essa diferença é sutil, se comparada a regiões temperadas. Ocorrem mudanças rápidas nas condições diárias do tempo, levando à ocorrência de chuvas de curta duração e forte intensidade, principalmente no período da tarde.

Na Bacia do Tenente Amaral, no dia primeiro de fevereiro, a nebulosidade registrada atingiu cerca de 40%, o que interferiu no mapeamento da temperatura superficial.

Nas áreas onde houve cobertura de nuvens os valores mínimos mapeados orbitaram -11,38 °C, no entanto, aproximadamente 60% da figura exibe a temperatura superficial da bacia no Verão, nesse sentido vale a pena ressaltar que, como a água é um regulador térmico e o Verão é o período chuvoso na Região, a temperatura superficial máxima registrada foi de 27,02°C (Figura 20).

De acordo com o INPE os valores históricos de Temperatura Máxima do ar para o período variam entre 32,5ºC e 32,6ºC. Os recordes de Temperatura Máxima registrados são de 39ºC para 07/12/1979, de 38,2ºC para 06/01/1970 e de 37ºC 01/02/1978. Já os valores históricos de Temperatura Mínima para fevereiro variam entre 22,9ºC e 23,2ºC, os recorde de Temperatura Mínima registrados são de 18,3ºC para 14/12/1966, 19,2ºC em 02/01/1980 e de 19,2ºC em 10/02/1987.

No dia 20 de março inicia-se o Outono, que por sua vez se estende pelos meses de abril e maio. Uma estação de transição entre o Verão e Inverno, verificam-se características de ambas, ou seja, mudanças rápidas nas condições de tempo. Nota-se uma redução das chuvas em grande parte do País, em que, predominam totais de precipitação entre 150 mm e 400 mm (INPE).

Na área de estudo o mapeamento da temperatura superficial no Outono foi aclarada pelo comportamento termal dos alvos em 22 de abril (Figura 21). Nessa data nota-se que as máximas registradas estão em torno de 44,24°C e as mínimas em 12,99°C, e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 10%, assim pode-se afirmar que em função da estação do ano foram registrados acréscimos na temperatura no Outono, em relação ao Verão e que as maiores temperaturas superficiais foram registradas no terço alto e médio da Bacia.

O Inverno se inicia no dia 21 de Junho. De acordo com o INPE nesta estação, que compreende os meses de junho, julho e agosto, as temperaturas são climatologicamente amenas (Figura 22).

Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, este trimestre é considerado o menos chuvoso do ano no que se refere à distribuição de chuvas. Neste período, o principal sistema meteorológico é a frente fria.

Este sistema é, geralmente, de fraca intensidade, embora possa ocorrer a passagem de algum sistema frontal mais intenso, causando chuvas generalizadas nas Regiões Sul e Sudeste. Após a passagem de frentes frias, observa-se a entrada de massas de ar frio que, dependendo da sua trajetória e intensidade, provocam queda de temperatura.

Outro aspecto meteorológico descrito pelo INPE e que se observa durante o Inverno, são as constantes inversões térmicas que causam nevoeiros e neblinas. Estas inversões, muitas vezes, permanecem durante o período da manhã. O nevoeiro consiste na existência de gotículas d'água que flutuam no ar e reduzem a visibilidade a menos de 1000 m. Além da redução da visibilidade, outro fator importante é o alto índice da umidade relativa do ar, cujos valores alcançam até 98% no período da manhã.

O contrário ocorre no período da tarde, após a dissipação do nevoeiro, quando o índice da umidade relativa do ar diminui consideravelmente, chegando a registrar valores menores que 40%. O ar seco e o vento calmo favorecem a formação da bruma - substâncias sólidas suspensas na atmosfera, tais como poeira e fumaça - poluindo o ar.

Esse fenômeno era muito frequente no Estado de Mato Grosso, quando as queimadas eram frequentes, ou seja antes dos projetos de monitoramento intensivos desenvolvidos pelo INPE.

De acordo com os dados do INPE para as proximidades da UPG do Tenente Amaral, os valores históricos de precipitação para julho são 9,6 mm, o recorde em 24 horas foi em 06/07/1985 36,6 mm. Os valores históricos de temperatura mínima do ar para julho são de 16,6ºC, o recorde de temperatura mínima foi em 18/07/1975 3,3ºC. Os valores históricos de temperatura máxima foram de 31,8ºC, e o recordes de máxima do ar foi em 27/07/1975 de 38,3ºC.

Nesse estudo o mapeamento termal da superfície que caracteriza o Inverno nessa Região Tropical é datado de 11 de julho (Figura 22). Nessa data as temperaturas superficiais máximas registradas são de 38,27°C e as mínimas são de 20,21°C.

A Primavera inicia-se no dia 23 de setembro (Figura 23). Há uma mudança no regime de chuvas e temperaturas na maior parte do Brasil, nesse período.

Nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, as chuvas passam a ser mais presentes, marcando o período de transição entre a estação seca e a estação chuvosa. Durante a Primavera, iniciam-se as pancadas de chuva no final da tarde ou noite, devido ao aumento do calor e da umidade que se intensificam gradativamente no decorrer desta estação.

Em algumas ocasiões, podem ocorrer raios, ventos fortes e queda de granizo. Enquanto que na Região Sul, ocorrem poucas alterações nos totais mensais de chuva, sendo o regime praticamente uniforme ao longo de todo o ano.

Contudo, aumenta a ocorrência de raios e de "complexos convectivos", sistemas que provocam grande quantidade de chuva em períodos relativamente curtos.

Na Primavera, de acordo com o INPE as temperaturas aumentam gradativamente nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No Brasil Central, as temperaturas máximas podem atingir valores muito elevados em função da forte radiação solar e da maior frequência de dias com céu claro.

Contudo, neste período, ainda podem ocorrer incursões de massas de ar frio intensas e que podem causar declínio acentuado da temperatura no Centro-Sul do País. Nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, há pouca variação de temperatura ao longo do ano (INPE).

Nesse estudo, a variável que exibiu o comportamento climático da Bacia do Tenente Amaral foi à temperatura superficial (Figura 23). Mapeada por meio de técnicas de SR e datada de 29 de setembro de 2011, e como já citada, o horário central do mapeamento termal da superfície para a data foi 13h33min hora de Greenwich. De acordo com a passagem e o imageamento do LANDSAT 5 TM utilizado nos mapeamentos termais e de uso e ocupação da terra. Para essa data

foram encontradas as maiores temperaturas superficiais na Bacia 59,27°C, as mínimas mapeadas orbitam em torno de 10,67°C.

Esse comportamento termal de máximas para a Primavera já havia sido citado por Santos & Nogueira et al (2013); Zamparoni & Maitelli (1994); Alves (2011) em Regiões geográficas próximas a Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral.

De acordo com Chander Markham & Helder (2009) essa metodologia fornecer uma base de comparação padronizada de dados em uma única cena ou entre imagens de datas diferentes ou por diferentes sensores.

Nesse sentido, a metodologia mostrou-se capaz de dar suporte as análises termais em relação aos usos da terra rurais e urbanos, desse modo os resultados poderão ser utilizados como elemento científico para a fundamentação de instrumentos de regulação dos usos da terra nessa Região Tropical e em locais semelhantes.

5.3. RELAÇÕES ESPACIAIS, TEMPORAIS E AS ESTATÍSTICAS, ENTRE O USO DA TERRA, E A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE

Nessa subseção serão descritas as relações espaciais, temporais e estatísticas entre a dinâmica dos usos da terra e as temperaturas superficiais ao longo do ano.

5.3.1. ESPACIALIZAÇÃO TERMAL E DO USO DA TERRA

A Figura 24 apresenta o mapa da relação entre as classes de temperaturas de superfície do satélite TM/Landsat-5 e classes de uso e cobertura da terra da Bacia do Tenente Amaral em 01 fevereiro de 2011, e o horário central 13:35, ou seja, horário local 9:35, registrando temperatura mínima de -11,38 °C, máxima de 27,02°C, média de 7,82 ºC e amplitude de 38,40 ºC.

Esta amplitude elevada está relacionada às respostas da radiação a taxa de nebulosidade de cerca de 40% para o quadrante, e dos diversos usos que são

realizados no território sem a interferência direta de nuvens. As temperaturas superficiais máximas foram registradas sob o solo exposto, e na mancha urbana do município de Jaciara, as temperaturas mínimas superficiais registradas na porção sem cobertura de nuvens foram registradas nas áreas de vegetação natural.

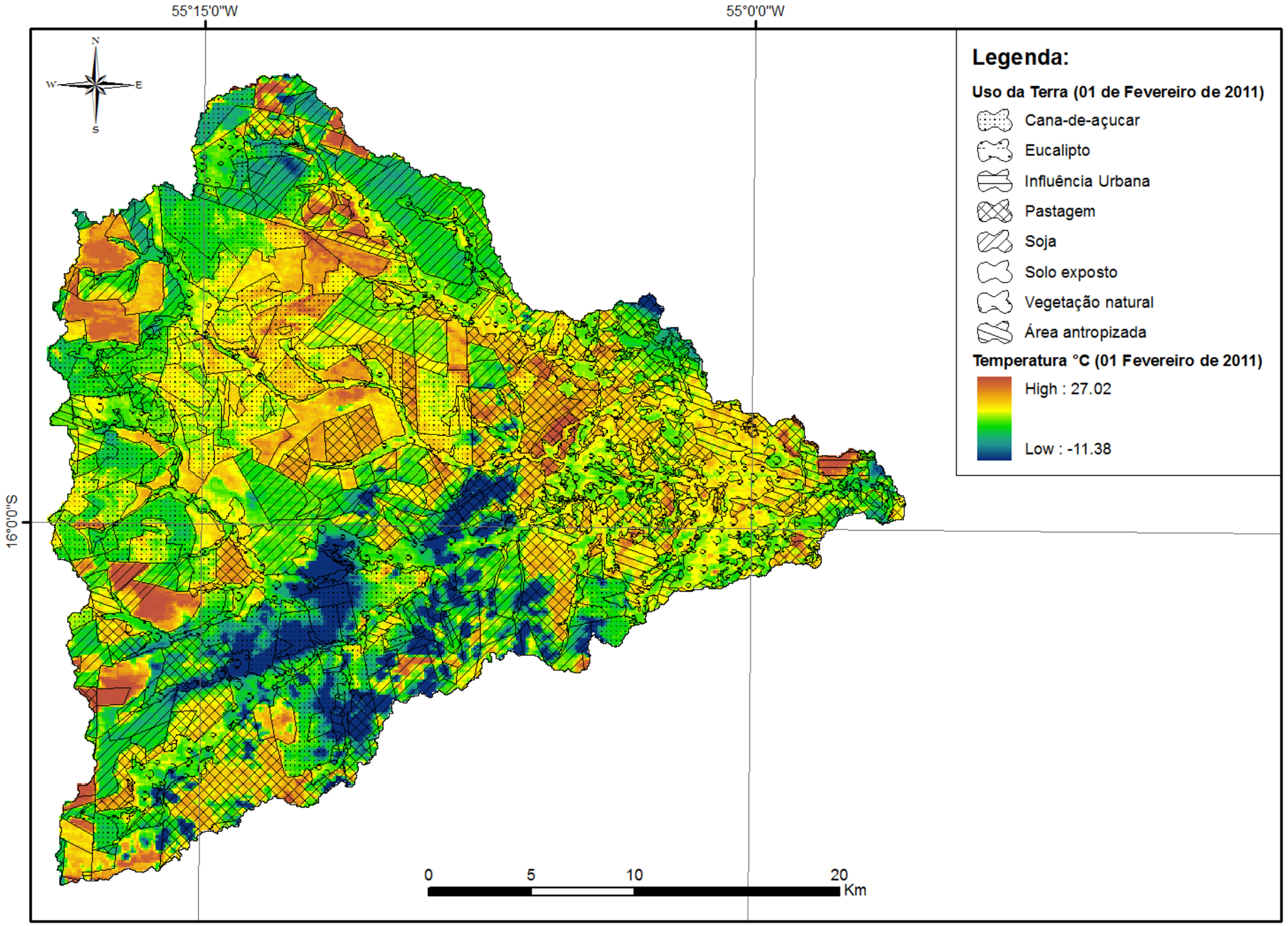


Figura 24 - Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 01 de fevereiro de 2011

Na Tabela 06 e Figura 25 são apresentados os resultados da estatística por zona de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperaturas (ºC) expressos em percentuais, para 01 de fevereiro de 2011 obteve-se uma média dos valores máximos superior a 91%.

Tabela 6. Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 01 de fevereiro de 2011 na UPG

	Intervalos de Temperaturas Celsius – ºC				
Uso e cobertura da terra	**<=20**	**21 - 25**	**26 - 29**	**30 - 33**	**>=34**
Cana-de-açúcar	**99,31%**	0,69%	0,00%	0,00%	0,00%
Eucalipto	**95,40%**	4,60%	0,00%	0,00%	0,00%
Soja	**97,06%**	2,93%	0,01%	0,00%	0,00%
Solo exposto	**83,97%**	15,43%	0,60%	0,00%	0,00%
Pastagem	**97,48%**	2,52%	0,00%	0,00%	0,00%
Área antropizada	**99,24%**	0,76%	0,00%	0,00%	0,00%
Influência Urbana	**55,99%**	44,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Vegetação natural	**99,77%**	0,23%	0,00%	0,00%	0,00%

Como a nebulosidade registrada atingiu cerca de 40%, o que interferiu no mapeamento da temperatura superficial. Nas áreas onde houve cobertura de nuvens os valores mínimos mapeados orbitaram -11,38 °C, já os outros 60% da área mapeada exibem a temperatura superficial dessa porção da UPG no Verão, sobre influência de forte umidade, pois o Verão é o período chuvoso na Região. Nesse contexto destaca-se que, como a água é um regulador térmico, a temperatura superficial máxima registrada foi de 27,02°C.

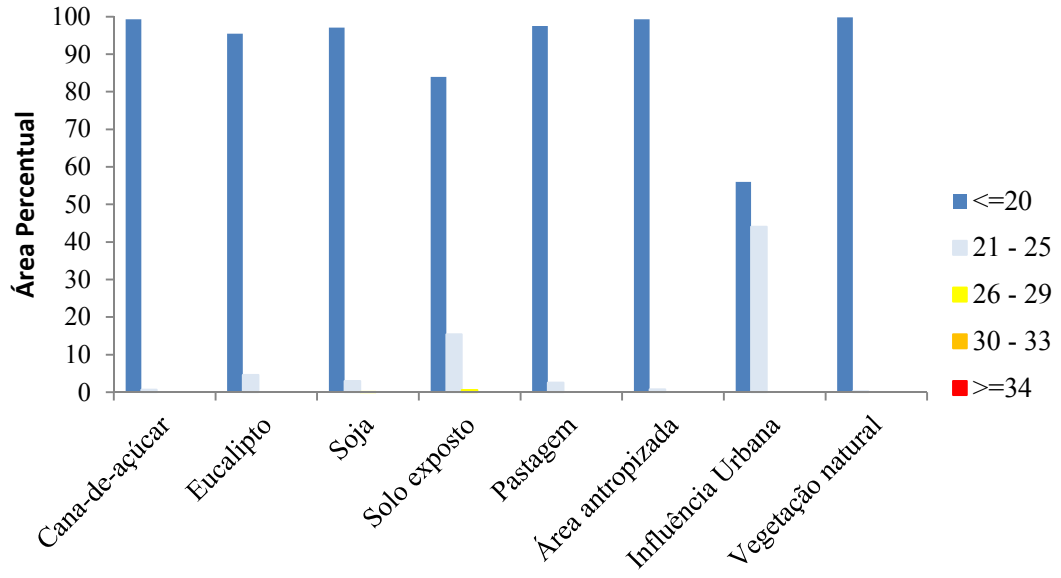


Figura 25 - Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 01 de fevereiro de 2011 na UPG

Em fevereiro no Verão a Cana-de-açúcar ocupou 21,75% da Bacia Hidrográfica do Tenente Amaral, o Eucalipto ocupou 0,09%, a Soja 19,50%, o Solo exposto 12,26%, a Pastagem 19,74%, a Área antropizada 4,42%, Vegetação natural 21,92% e a área de Influência Urbana ocupou 0,38% do total da bacia. Em função da alta umidade e cobertura de nuvens todas essas classes de uso da terra concentraram seus maiores percentuais de área no primeiro intervalo de temperatura, com exceção das áreas de Influência urbana e as de Solo exposto, as demais concentraram mais de 90% de seus respectivos percentuais no intervalo de temperatura menor ou igual a 20°C. No Verão essa é a condição geral das imagens das séries históricas do LANDSAT 5 TM para as Regiões Tropicais.

De acordo com Vilani et al (2006), na estação úmida os valores da temperatura do solo foram os mais elevados que nas demais estações, tal fato evidencia que, na estação úmida houve maior frequência de molhamento do dossel e maior disponibilidade hídrica para uma área de floresta. Em média, a temperatura do solo foi superior à temperatura do ar em aproximadamente 10 e 22% nas estações úmida e seca, respectivamente.

Na área de estudo o mapeamento da temperatura superficial no Outono foi ilustrada pelo comportamento termal dos alvos em 22 de abril. Nessa data nota-se que as máximas registradas estão em torno de 44,24°C, as mínimas em 12,99°C, a amplitude térmica de 31,25°C e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 10% (Figura 26).

Essa amplitude térmica se deve a diversidade de usos e coberturas da terra que se apresentam na área de estudo. Em relação às máximas mapeadas, é possível observar a sobreposição perfeita das áreas de solo exposto, com as áreas que registram temperaturas superiores a 40°C. Essas áreas agricultáveis de solo exposto apresentam temperaturas superiores as das faixas de influência urbana da bacia.

As porções da bacia que apresentaram resultados em intervalos médios, em relação a essa amplitude térmica, foram as que possuem usos de pastagens, as áreas antropizadas, porções das de influência urbana e algumas de Cana-de-açúcar.

As temperaturas mínimas registradas encontram-se em áreas de vegetação natural, Milho, Algodão e algumas de Cana-de-açúcar.

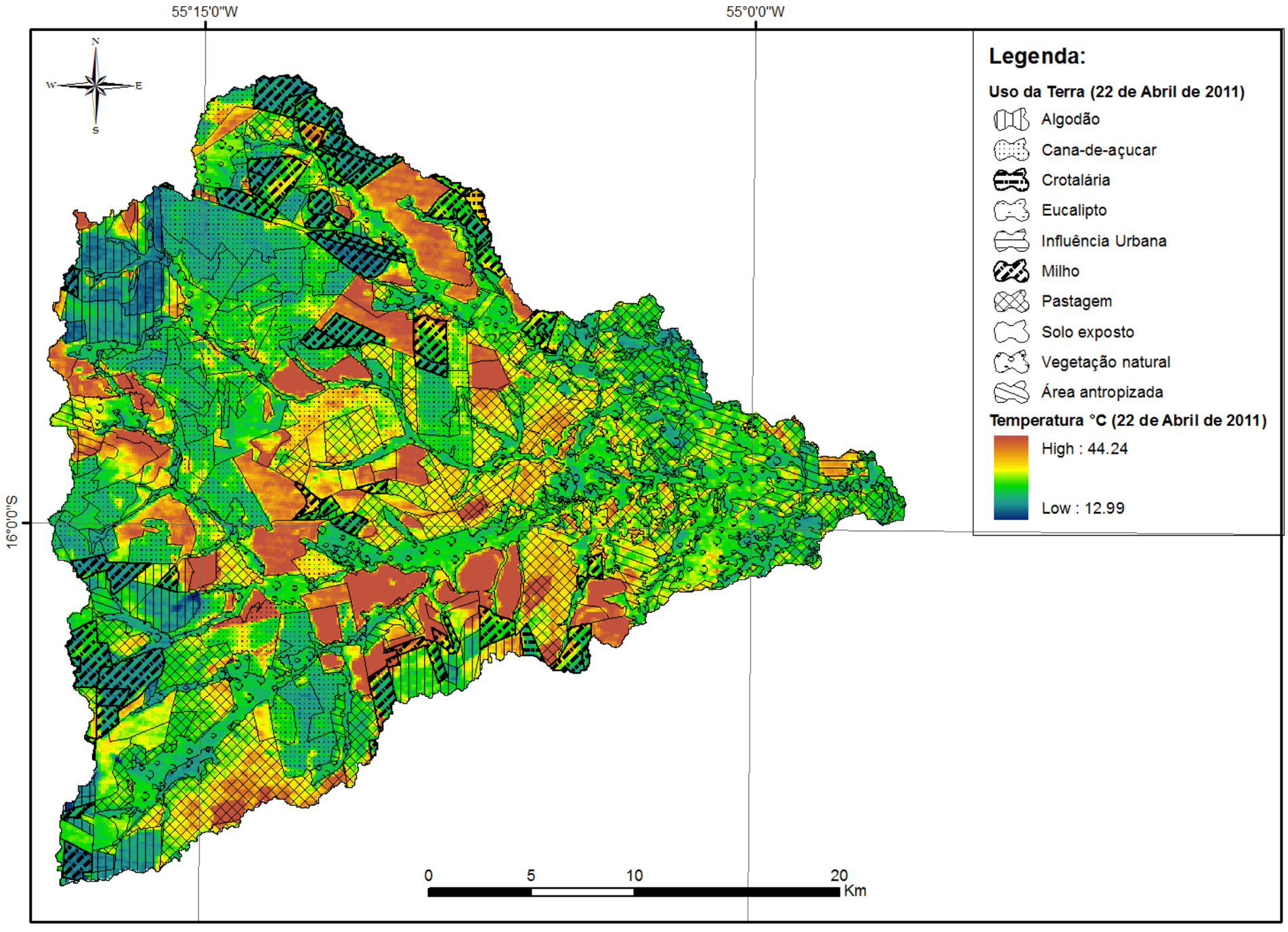


Figura 26 - Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 22 de abril de 2011

Esses resultados termais em relação ao uso da terra eram esperados para esse período. Em relação às máximas as áreas de solo exposto não possuem sombreamento e estão sujeitas a altas taxas evaporativas, podendo até em determinadas ocasiões possuir características climáticas de deserto, já as áreas urbanizadas apesar das impermeabilizações e da poluição urbana advinda de atividades industriais e do tráfego de veículos, possuem os sombreamentos por arborização e das próprias estruturas urbanas sobre as superfícies do solo.

Em relação aos intervalos médios de temperaturas superficiais registradas sobre as Pastagens, Áreas antropizadas, Influência urbana e também algumas de Cana-de-açúcar, devem se as características espaciais heterogêneas desses locais, as pastagens possuem sombreamentos sejam por proximidade com as Áreas de Preservação Permanentes (APPs), por árvores existentes dentro das áreas de pasto, para conforto e abrigo dos animais. As Áreas antropizadas caracterizam-se em zonas heterogêneas sob o ponto de vista do relevo, localizadas em áreas de relevo plano e ondulado com usos diversificados de pequenas propriedades rurais de subsistência e chácaras de lazer. Algumas das áreas de Cana-de-açúcar pertencem a esse intervalo em razão do manejo agrícola heterogêneo do ponto de vista espacial, ou seja, enquanto alguns talhões são plantados outros estão em fase de rebrota e outros nesse mesmo período podem estar sendo colhidos, isso explica as características médias em termos de temperaturas nessas superfícies.

Os intervalos mínimos registrados encontram-se em áreas de vegetação natural, Milho, Algodão e algumas de Cana-de-açúcar.

Esse comportamento termal da vegetação natural pode ser explicado pelo motivo de que áreas vegetadas são sombreadas, conservam umidade e consomem parte da energia solar nos processos biológicos. Esse mesmo processo ocorre nos estádios vegetativos em que encontram-se as culturas de Milho, Algodão e algumas de Cana-de-açúcar em 22 de abril, nessa fase essas culturas estão com os seus dosséis bem desenvolvidos e por esse motivo apresentam características térmicas superficiais de mínimas.

Na Tabela 07 e Figura 27 são apresentados os resultados da estatística por zona do uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperaturas (ºC)

expressos em percentuais, para 22 de abril de 2011 obteve-se uma média dos valores máximos superior a 62,41%.

Tabela 7 - Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 22 de abril de 2011 na UPG

	Intervalos de Temperaturas Celsius – ºC				
Uso e cobertura da terra	**<=20**	**21 - 25**	**26 - 29**	**30 - 33**	**>=34**
Algodão	0,33%	**46,94%**	41,61%	8,01%	3,11%
Cana-de-açúcar	0,00%	13,49%	**70,38%**	14,29%	1,85%
Crotalária	0,00%	9,40%	33,72%	**54,11%**	2,76%
Eucalipto	0,00%	46,08%	**50,30%**	3,62%	0,00%
Milho	0,02%	37,53%	**47,55%**	11,19%	3,71%
Solo exposto	0,00%	0,71%	19,12%	27,17%	**53,00%**
Pastagem	0,05%	0,82%	39,92%	**52,23%**	6,98%
Área antropizada	0,00%	1,56%	**64,95%**	29,88%	3,62%
Influência Urbana	0,00%	3,39%	20,79%	**62,49%**	13,34%
Vegetação natural	0,00%	9,83%	**78,85%**	10,22%	1,11%

No Outono o comportamento termal dos alvos em 22 de abril, teve as máximas registradas em torno de 44,24 °C, as mínimas em 12,99 °C, a amplitude térmica de 31,25 °C e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 10%.

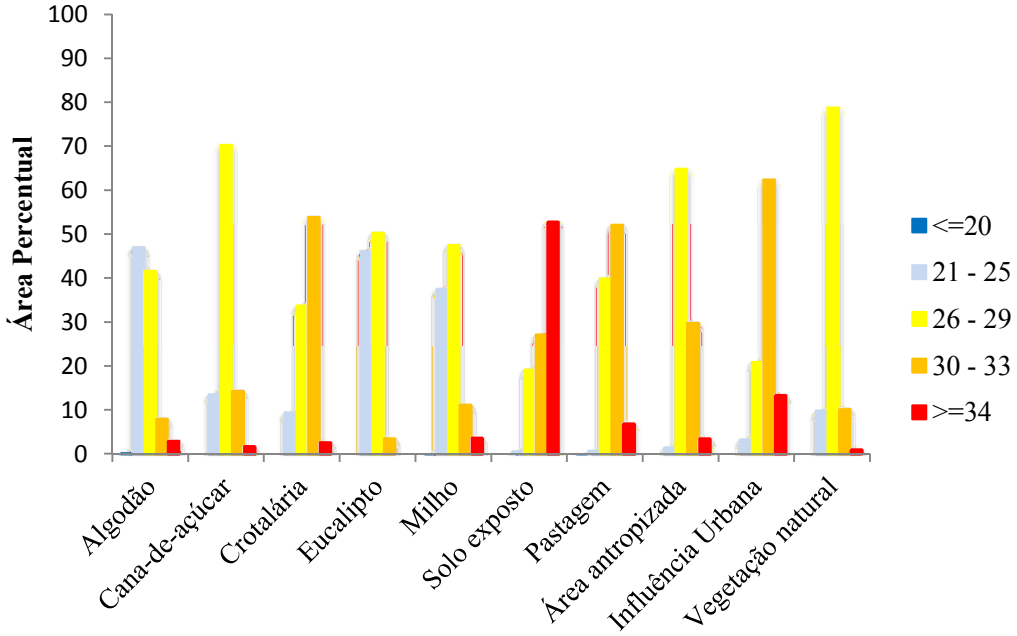


Figura 27 - Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 22 de abril de 2011 na UPG

Em abril a Cultura do Algodão ocupou aproximadamente 6,42% da área total da Bacia, o intervalo de temperatura em que se concentraram a maior porção dessa área foi a de 21 a 25°C com 46,94% seguida do intervalo seguinte por 41,61%. O algodoeiro possui dossel bem desenvolvido, nessa época do ano encontra-se em um estado fenológico ideal para a interceptação de radiação eletromagnética. Outra cultura agrícola que merece destaque nesse período é a Cana-de-açúcar, que ocupa cerca de 18,80% da bacia e enquadra mais de 70% dessa área na classe de temperatura entre 26 e 29°C.

A Crotalária e o Eucalipto ocupam respectivamente 0,23% e 0,12% da bacia e enquadram-se termalmente entre 30 e 33°C. Áreas cultivadas com Milho nesse período totalizam 9,15% da área total, que por sua vez enquadram cerca de 47,55% entre a 26 e 29°C. Ás áreas de solo exposto com 18,84% da Bacia chamam a atenção ao enquadrarem cerca de 53% entre os maiores intervalos alcançados (maior ou igual a 34).

As áreas antropizadas totalizam aproximadamente 4,42% da bacia e agrupam 64% dessa área entre a característica termal de 26 a 29°C. As área de influência urbana também chamam atenção, com cerca de 0,38% do total da área e cerca de 62,49% desse total no intervalo térmico de 30 a 33°C. As áreas de vegetação natural

também angariam atenção, pois somam apenas 21,91% da área total, principalmente localizadas nas APPs, o que demonstra o descumprimento do Código Florestal, é interessante ressaltar que cerca de 78,85% desse total está no intervalo térmico de 26 a 29°C nessa data.

Em 11 de julho o mapeamento termal da superfície que caracteriza o Inverno nessa Região Tropical. Nessa data nota-se que as máximas registradas estão em torno de 38,27 °C, as mínimas em 20,21 °C, a amplitude térmica de 18,06 °C e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 0% (Figura 28).

Essa amplitude térmica se deve a diversidade de usos e coberturas da terra que se apresentam na área de estudo. Em relação às máximas mapeadas, é possível observar a sobreposição perfeita das áreas de solo exposto e de pastagens, com as áreas que registram temperaturas superiores a 38°C. Ressalta-se que, essas áreas apresentam comportamento térmico mais elevado que as áreas de influência urbana da bacia.

As porções da bacia que apresentaram resultados em intervalos médios, em relação a essa amplitude térmica, foram as que possuem usos de pastagens, as áreas antropizadas, as de influência urbana e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto.

As temperaturas mínimas registradas encontram-se em áreas de vegetação natural, Milho, Algodão, e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto.

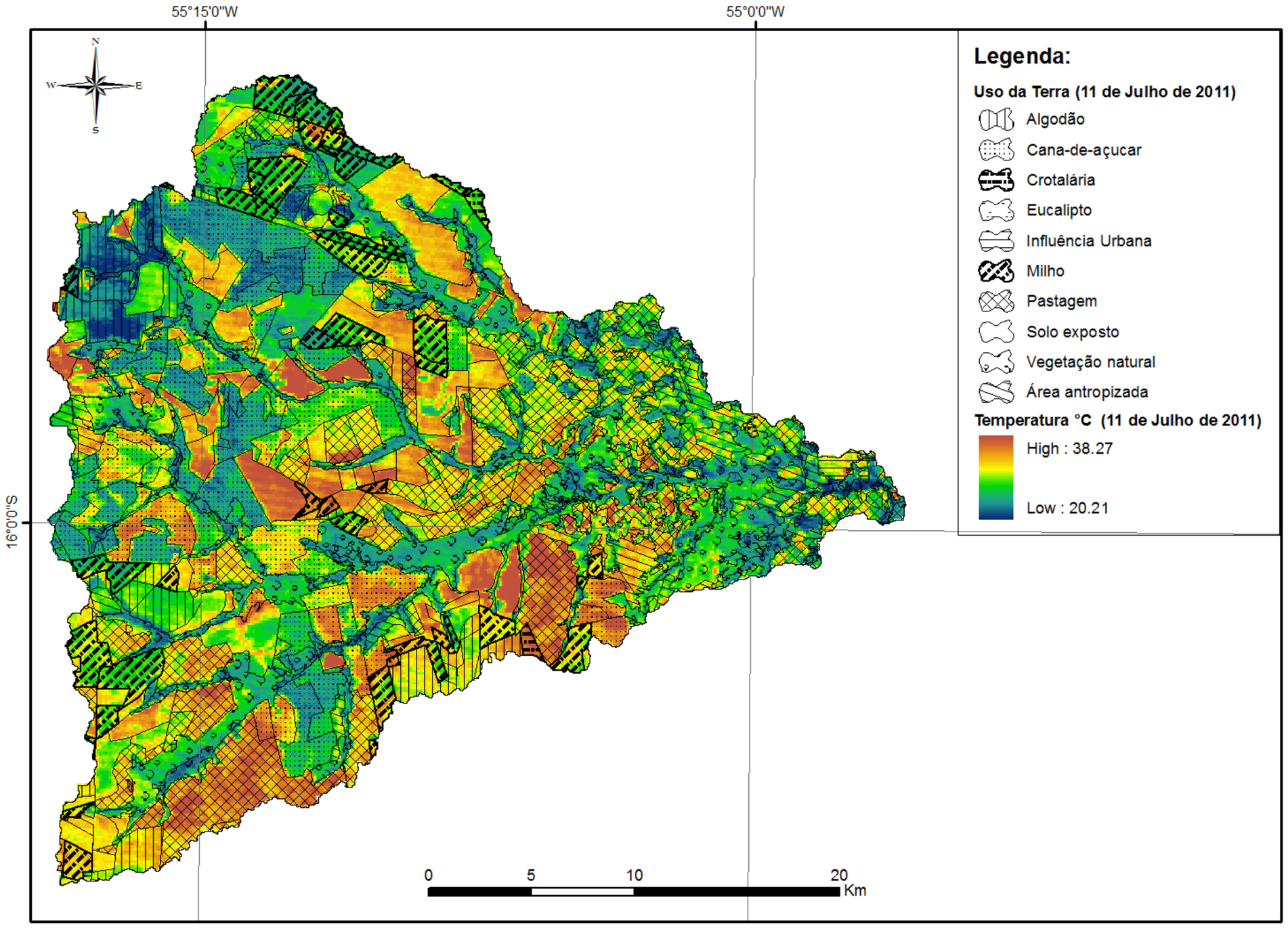


Figura 28 - Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 11 de julho de 2011

Em 11 de julho os resultados termais apresentados demonstram as seguintes relações com o uso da terra: As máximas foram mapeadas sobre as áreas de solo exposto e de pastagens, que apresentaram comportamento térmico mais elevado que as áreas de influência urbana da bacia. Esse desempenho térmico se deve as características climáticas da estação do ano, e ao manejo agropecuário dessa Região Tropical. O Inverno é o período mais seco do ano nessa Região, nesse sentido as áreas de pastejo utilizadas tendem a diminuir sua cobertura vegetal o que desencadeou o acréscimo nas temperaturas dessas superfícies. Os solos expostos não possuem sombreamento e, além disso, estão sujeitas a altas taxas evaporativas, já as áreas urbanizadas apesar das impermeabilizações e da poluição urbana advinda de atividades industriais e do tráfego de veículos, possuem os sombreamentos por arborização e/ ou pelas próprias estruturas urbanas, o que pode atenuar o desempenho termal.

Nos intervalos médios, durante o Inverno, foram identificados os seguintes usos: as Pastagens, as áreas antropizadas, as de influência urbana e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto. Esse comportamento termal se deve as características espaciais heterogêneas desses locais e seus respectivos manejos agropecuários, as Pastagens possuem sombreamentos sejam por proximidade com as APPs, por árvores existentes dentro das áreas de pasto, para conforto e abrigo dos animais, além disso estas podem ter sido pouco utilizadas e/ou não utilizadas para o pastejo no período, o que pode ter favorecido a permanência da cobertura vegetal mantendo assim o equilíbrio térmico em comparação com as estações anteriores. As Áreas antropizadas caracterizam-se em zonas heterogêneas sob o ponto de vista do relevo, localizadas em áreas de relevo plano e ondulado com usos diversificados de pequenas propriedades rurais de subsistência e chácaras de lazer. As áreas de influencia urbana, possuem o fator de sombreamento o que ameniza as temperaturas sob a superfície. Algumas das áreas de Cana-de-açúcar pertencem a esse intervalo em razão do manejo agrícola heterogêneo do ponto de vista espacial, ou seja, enquanto alguns talhões são plantados outros estão em fase de rebrota e outros nesse mesmo período podem estar sendo colhidos. Algumas das áreas de solo exposto nessa data já passaram por procedimentos de manejo agrícola de preparo do solo para o plantio da

safra principal, esse fator pode ter sido o responsável por algumas áreas apresentarem temperaturas superficiais mais amenas.

As temperaturas mínimas registradas encontram-se em áreas de vegetação natural, Milho, Algodão, e algumas de Cana-de-açúcar. Esse comportamento termal da vegetação natural, pode ser explicado pelo motivo de que áreas vegetadas são sombreadas, conservam umidade e consomem parte da energia solar nos processos biológicos. Esse mesmo processo ocorre nos estádios vegetativos em que encontram-se as culturas de Milho, Algodão e algumas de Cana-de-açúcar, nessa fase essas culturas estão com os seus dosséis bem desenvolvidos e por esse motivo apresentam características térmicas superficiais de mínimas.

Na Tabela 08 e Figura 29 são apresentados os resultados da estatística por zona do uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperaturas (ºC) expressos em percentuais, para 11 de julho de 2011 obteve-se uma média dos valores máximos superior a 53,76%.

Tabela 8 - Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 11 de julho de 2011 na UPG

	Intervalos de Temperaturas Celsius – ºC				
Uso e cobertura da terra	**<=20**	**21 - 25**	**26 - 29**	**30 - 33**	**>=34**
Algodão	0,56%	**45,81%**	41,68%	11,94%	0,01%
Cana-de-açúcar	0,00%	35,82%	**45,78%**	18,09%	0,31%
Crotalária	0,00%	2,51%	**60,31%**	34,69%	2,48%
Eucalipto	0,00%	34,43%	**51,40%**	13,64%	0,53%
Milho	0,00%	18,14%	**67,62%**	14,02%	0,22%
Solo exposto	0,01%	18,45%	**48,08%**	31,16%	2,30%
Pastagem	0,01%	14,79%	**43,00%**	37,73%	4,46%
Área antropizada	0,08%	29,46%	**57,17%**	13,22%	0,07%
Influência urbana	0,00%	25,60%	**56,73%**	17,66%	0,00%
Vegetação natural	0,04%	**59,77%**	36,47%	3,54%	0,18%

No Inverno nessa Região Tropical, as máximas registradas estão em torno de 38,27 °C, as mínimas em 20,21 °C, a amplitude térmica de 18,06 °C e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 0%.

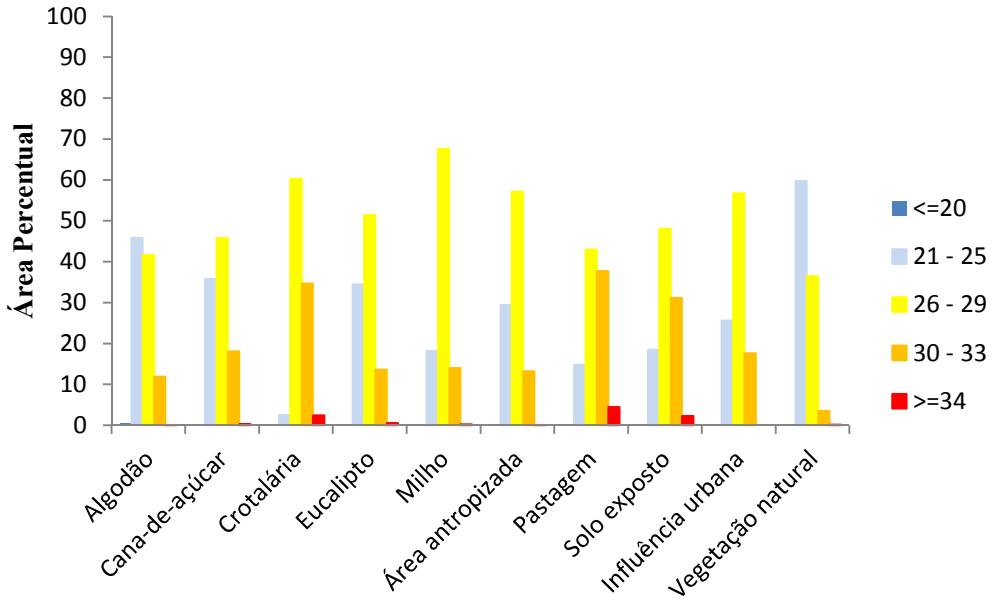


Figura 29 - Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 11 de julho de 2011 na UPG.

A cultura do Algodoeiro nesse período totaliza 5% da bacia e enquadra aproximadamente 90% de sua área percentual nas faixas termal de 21 a 25°C e 26 a 29°C. A Cana-de-açúcar ocupa 22,67% da área total da bacia e a maior porção dessa área cerca de 45,81% esteve nesse período entre 21 e 25°C. A Crotalária com 0,5% e o Eucalipto com 0,03% da área, respectivamente com 60% e 51,40% entre a faixa termal de 26 a 29°C. O Milho nesse período ainda ocupa 5,37% da área total enquadrou 67,62% dessa na faixa termal de 26 a 29°C. As áreas antropizadas com 5,88% do total, também estão nessa faixa termal nesse período com 57%. O mesmo ocorre com relação à pastagem que ocupa área total percentual de 38%.

A maior porção de solos expostos também enquadram-se nessa faixa termal, que por sua vez totaliza na bacia uma área percentual de 23%. As áreas de influência urbanas apresentam o mesmo comportamento termal das classes de uso anteriores, nesse período do ano, elas compõe aproximadamente 0,25% da bacia. Já as áreas naturais que ocupam 22% da área total, possuem comportamento térmico semelhante as áreas com Algodão nesse período, pois ambas, enquadram suas maiores áreas na faixa 21 a 25°C. Esses comportamentos termais tem relação direta com a densidade dos dosséis que esses usos e coberturas da terra apresentam nesse período, e também

são condizentes com as características de umidade baixa típica desse período do ano nessa Região Tropical.

Em 29 de setembro o mapeamento termal da superfície que demonstra a Primavera nessa Região Tropical. Nessa data nota-se que as máximas registradas estão em torno de 59,27 °C, as mínimas em 10,67 °C, a amplitude térmica de 48.6°C e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 0% (Figura 30).

Essa amplitude térmica se deve a diversidade de usos e coberturas da terra que se apresentam na área de estudo. Em relação às máximas mapeadas, é possível observar a sobreposição perfeita das áreas de solo exposto e de pastagens, com as áreas que registram temperaturas superiores a 55°C. Nesse contexto é importante citar que, essas áreas apresentam comportamento térmico mais elevado que as áreas de influência urbana nessa Região Tropical.

As porções da bacia que apresentaram resultados em intervalos médios, em relação a essa amplitude térmica, foram as que possuem usos de pastagens, as áreas antropizadas, as de influência urbana e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto.

As temperaturas mínimas registradas encontram-se em áreas de vegetação natural, e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto.

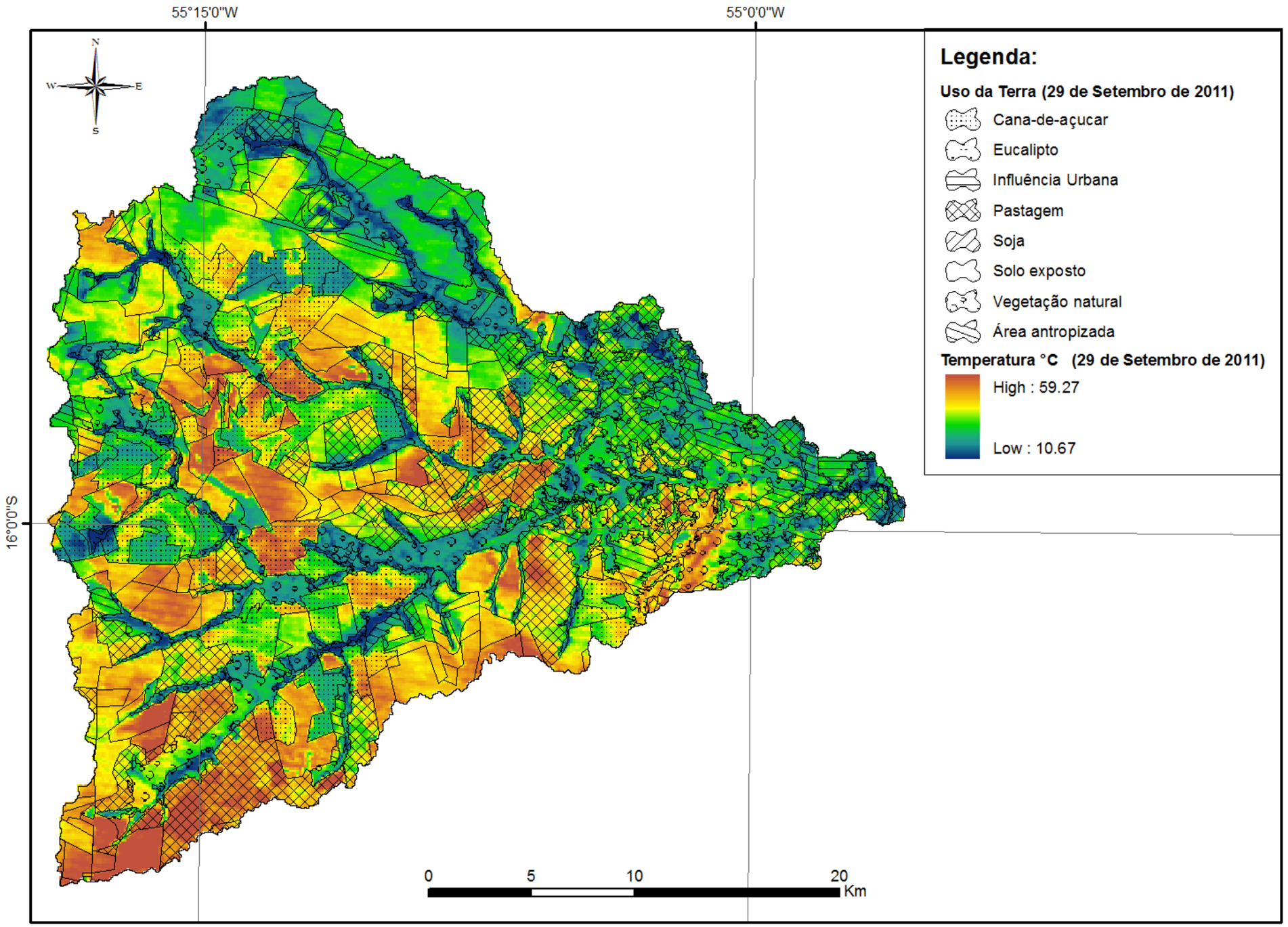


Figura 30 - Distribuição termal e de uso da terra da UPG do Tenente Amaral em 29 de setembro de 2011.

Na Primavera nessa Região Tropical os resultados termais apresentados demonstram as seguintes relações com o uso da terra: As máximas foram sobrepostas às áreas de solo exposto e de pastagens, que apresentam comportamento térmico mais elevado que as áreas de influência urbana. Esse desempenho térmico se deve as características climáticas da estação do ano, e ao manejo agropecuário dessa Região Tropical.

A Primavera é um período de transição entre o Inverno seco e o Verão úmido, sendo assim, ela possui características de ambas as estações, nesse sentido as áreas de pastejo utilizadas tendem a diminuir sua cobertura vegetal o que desencadeou o acréscimo nas temperaturas dessas superfícies. Os solos expostos não possuem sombreamento e, além disso, estão sujeitas a altas taxas evaporativas, já as áreas urbanizadas apesar das impermeabilizações e da poluição urbana advinda de atividades industriais e do tráfego de veículos, possuem os sombreamentos por arborização e/ ou pelas próprias estruturas urbanas, o que abranda o comportamento termal.

Os intervalos médios, encontrados sob as pastagens, as áreas antropizadas, as de influência urbana e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto. Esse comportamento termal se deve as características espaciais heterogêneas desses locais e seus respectivos manejos agropecuários, algumas das pastagens da bacia possuem sombreamentos sejam por proximidade com as APPs, por árvores existentes dentro das áreas de pasto, para conforto e abrigo dos animais, além disso estas podem ter sido pouco utilizadas e/ou não utilizadas para o pastejo no período, o que pode ter favorecido a permanência da cobertura vegetal mantendo assim o equilíbrio térmico em comparação com as estações anteriores. As Áreas antropizadas caracterizam-se em zonas heterogêneas sob o ponto de vista do relevo, localizadas em áreas de relevo plano e ondulado com usos diversificados de pequenas propriedades rurais de subsistência e chácaras de lazer. As áreas de influencia urbana, possuem o fator de sombreamento o que ameniza as temperaturas sob a superfície. Algumas das áreas de Cana-de-açúcar pertencem a esse intervalo em razão do manejo agrícola heterogêneo do ponto de vista espacial, ou seja, enquanto alguns talhões são plantados outros estão em fase de rebrota e outros nesse mesmo período podem estar sendo colhidos. Algumas das áreas de solo exposto nessa data já passaram por procedimentos de

manejo agrícola de preparo do solo para o plantio da safra principal, esse fator pode ter sido o responsável por algumas áreas apresentarem temperaturas superficiais mais amenas.

As temperaturas mínimas registradas encontram-se em áreas de vegetação natural, e algumas de Cana-de-açúcar e solo exposto. Esse comportamento termal da vegetação natural pode ser explicado pelo motivo de que áreas vegetadas são sombreadas, conservam umidade e consomem parte da energia solar nos processos biológicos. Esse mesmo processo ocorre nos estádios vegetativos em que algumas áreas de Cana-de-açúcar estão, nessa fases a culturas está com os seu dossel bem desenvolvidos e por esse motivo apresenta essas características.

Em relação às mínimas encontradas em algumas porções sobrepostas por solo exposto, a explicação advém do manejo agrícola de preparo desses solos para o plantio da safra principal, que pode ser de Soja ou Algodão, de acordo com o relato dos agricultores e responsáveis técnicos pelas de propriedades rurais da área estudada, entre julho e agosto são feitas as analises de solo, que por sua vez podem expor a necessidade de correção da acidez, que por sua vez é feita por meio de calagem, nesse período do ano (Anexo II).

As propriedades térmicas do Calcário modificam esses solos, o que explica a migração termal desse tipo de uso para as faixas de mínimas superficiais registradas pelo mapeamento. Em relação às propriedades térmicas do Calcário, há de se considerar nas análises a condutividade térmica e a massa específica desses materiais. O Calcário apresenta massa específica de 2700 kg/m^3 e condutividade térmica de 2.5 W/mK em ambas as condições de umidade. Como o Calcário aplicado a lanço ou em linha possui cor branca, suas características de Albedo[3] são altas, diminuindo assim a absorção de radiação em ondas curtas e a emissão de ondas

[3] Albedo de superfície é definido por Ataíde (2007) como sendo a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente em função do ângulo zenital solar. Couto (2009), citando Stanhill et al (1968), Blad e Backer (1972) e Leitão et al (1990) afirma que o albedo sobre uma superfície vegetada é função do tipo de cobertura de solo, da umidade da vegetação, do arranjo foliar, do ângulo de incidência dos raios solares (época do ano e hora do dia), do tipo da radiação (direta, difusa ou global) e da intensidade da irradiância.
Os principais fatores abióticos que interferem no albedo de superfície são a radiação solar, o conteúdo da água no solo e a temperatura do ar. Para os períodos de déficit hídrico, constata-se um cenário de estresses múltiplos, como a diminuição da radiação solar, da temperatura do ar e da precipitação e consequente menor quantidade de água no solo, induzindo, portanto, as alterações no albedo de superfície (COUTO, 2009).

longas, medidas pelo sensor nas banda 6 que originou o mapeamento da temperatura superficial, o que explica o comportamento do solo exposto nessas condições.

Na Tabela 9 e Figura 31 são apresentados os resultados da estatística por zona de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperaturas (ºC) expressos em percentuais, para 29 de setembro de 2011.

Tabela 9 - Percentuais de uso e cobertura da terra em relação aos intervalos de temperatura em 29 de setembro de 2011 na UPG

	Intervalos de Temperaturas Celsius – ºC				
Uso e cobertura da terra	**<=20**	**21 - 25**	**26 - 29**	**30 - 33**	**>=34**
Cana-de-açúcar	0,00%	0,54%	13,81%	31,77%	**53,88%**
Eucalipto	0,00%	4,58%	19,29%	**53,04%**	23,09%
Soja	0,00%	4,50%	10,62%	**38,52%**	**46,37%**
Solo exposto	0,00%	0,56%	6,88%	22,83%	**69,73%**
Pastagem	0,03%	0,27%	5,17%	22,20%	**72,34%**
Área antropizada	0,35%	0,65%	13,74%	**50,53%**	**34,72%**
Influência Urbana	0,00%	0,00%	10,46%	**69,99%**	19,55%
Vegetação natural	0,08%	8,34%	**47,01%**	**44,57%**	0,00%

Obteve-se uma média dos valores máximos superior a 65%. Nessa data nota-se que as máximas registradas estão em torno de 59,27 °C, as mínimas em 10,67 °C, e o índice de cobertura de nuvens para o quadrante foi de 0%.

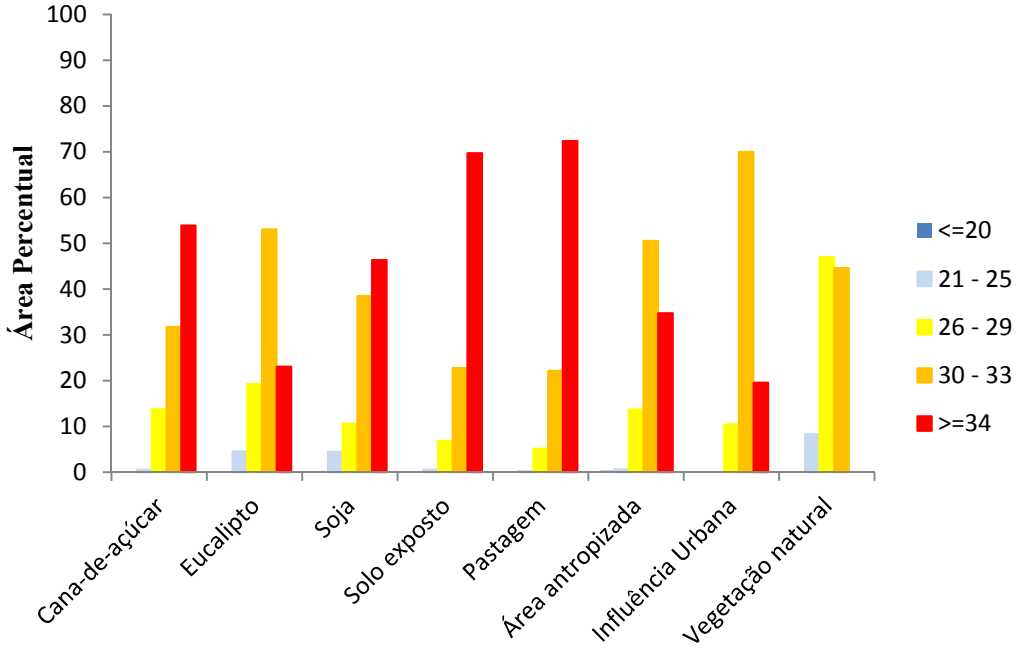


Figura 31 - Percentuais para cada tipologia de uso e cobertura da Terra em 29 de setembro de 2011 na UPG

A Primavera nessa Região Tropical foi ilustrada termalmente pela analise dos resultados em 29 de setembro.

Nessa data a Cana-de-açúcar que ocupa 17% da área total comportou-se termalmente em maioria com intervalos maiores ou iguais a 34°C.

O Eucalipto com 0,15% do total, a áreas antropizadas (4,42%) e as de influência urbana (0,38%) respectivamente com comportamento termal alto entre 30 e 33°C.

Sendo que as áreas de Soja (0,46% em relação a área total da bacia) e as de áreas antropizadas apresentaram comportamento termal semelhantes nesse período, ambas dividiram seus percentuais máximos entre 30 e 33°C e maiores ou iguais a 34°C.

As áreas de pastagens tiveram comportamento termal de 72% nas faixas maiores ou iguais a 34°C, o que demostra que essas áreas sofreram perdas de massa verde, sejam por pastejo e/ou por causa da seca.

Já a Vegetação natural (22%) foi a única para o período que manteve um comportamento termal mais ameno, cerca de 47% de seu total relativo abrigou-se na

faixa de 26 a 29°C, o que demonstrou que as áreas naturais funcionam como regulador térmico, mesmo nas estações mais quentes do ano.

Os resultados demonstram que, há uma diversidade significativa no padrão temporal e espacial da distribuição da temperatura de superfície, ao longo das estações do ano, e em relação aos usos que se faz da terra. Assim como também foi ilustrado ao longo do ano por Singh et al (2014) na cidade de Delhi.

Os resultados obtidos por Callejas et al (2011), também exibem os maiores valores médios de Temperatura superficial (Ts) encontrados em solos expostos e em áreas construídas.

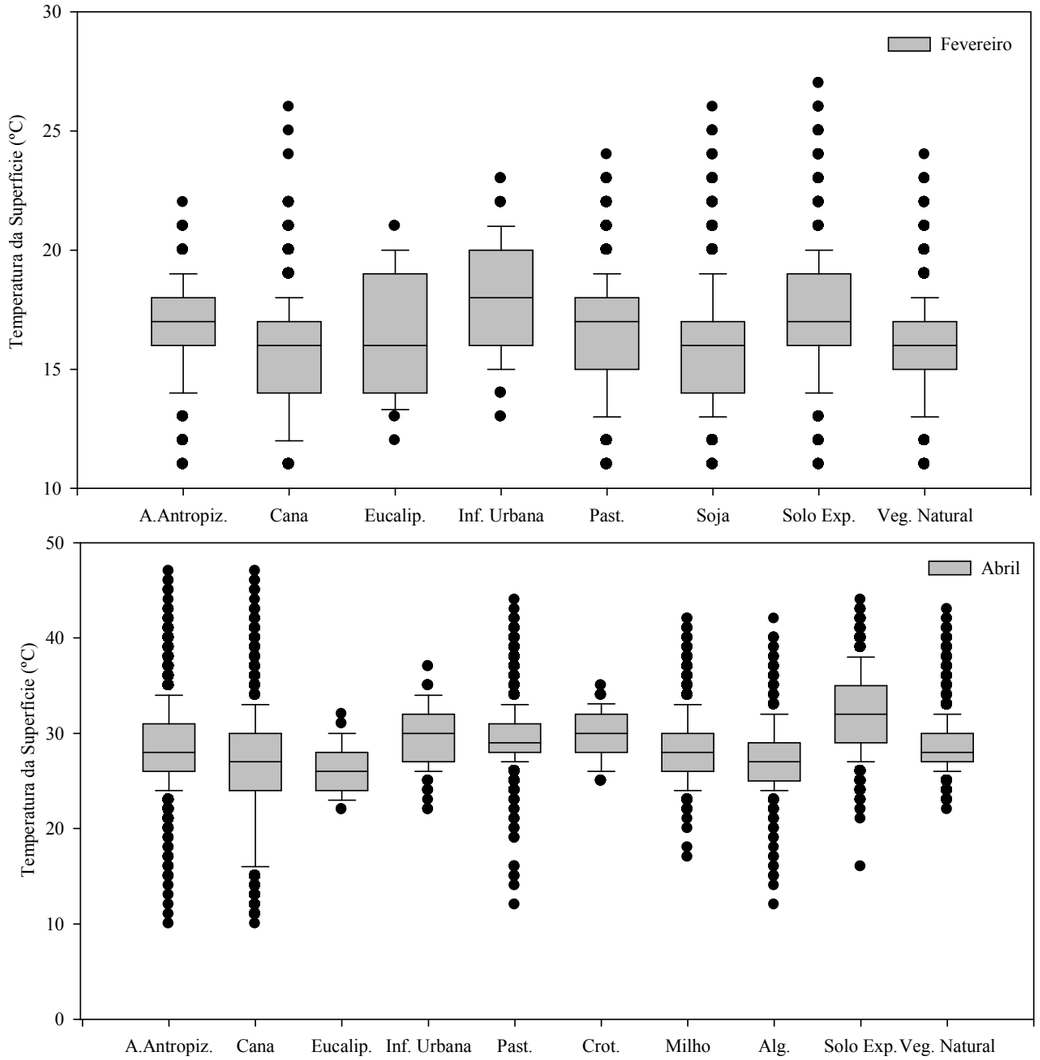
Os resultados apresentados Coelho (2013), para o município de Vitória no Espirito Santo, também apontaram as áreas de solo exposto, e urbano, sobretudo o industrial e os afloramentos rochosos com comportamentos termais de máximas. As mínimas Ts foram localizadas também nas áreas de vegetação natural e mananciais.

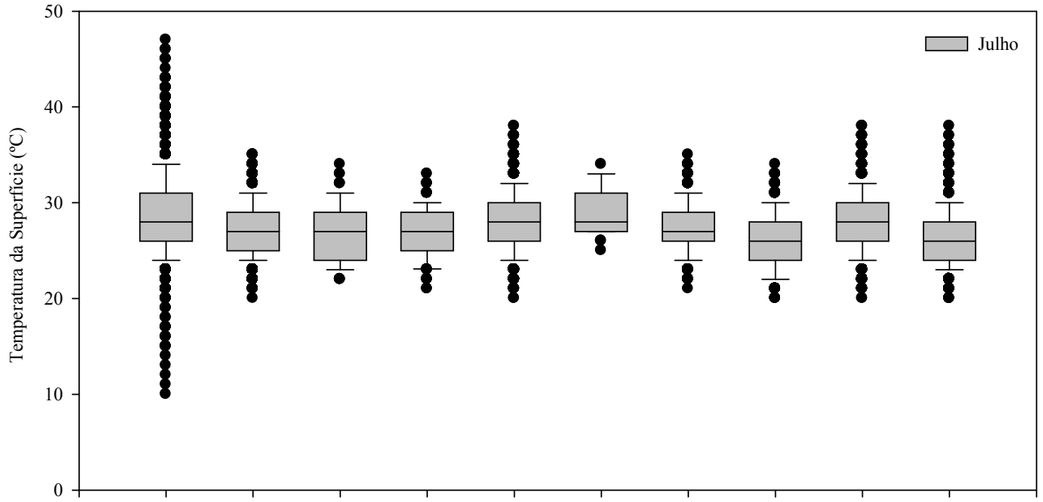
Desse modo, pode-se afirmar que, os padrões de temperatura da superfície extraídos refletem uma dinâmica espacial e temporal da temperatura nos mais diferentes usos e coberturas da terra.

5.3.2. ESTATÍSTICAS DOS USOS E COBERTURAS DA TERRA EM INTERVALOS DE TEMPERATURA PARA AS QUATRO ESTAÇÕES

5.3.2.1. VARIAÇÕES SAZONAIS DA TEMPERATURA E DOS USOS DA TERRA

A Figura 32 ilustra a dispersão dos dados de temperatura em relação aos usos da terra ao longo do ano.





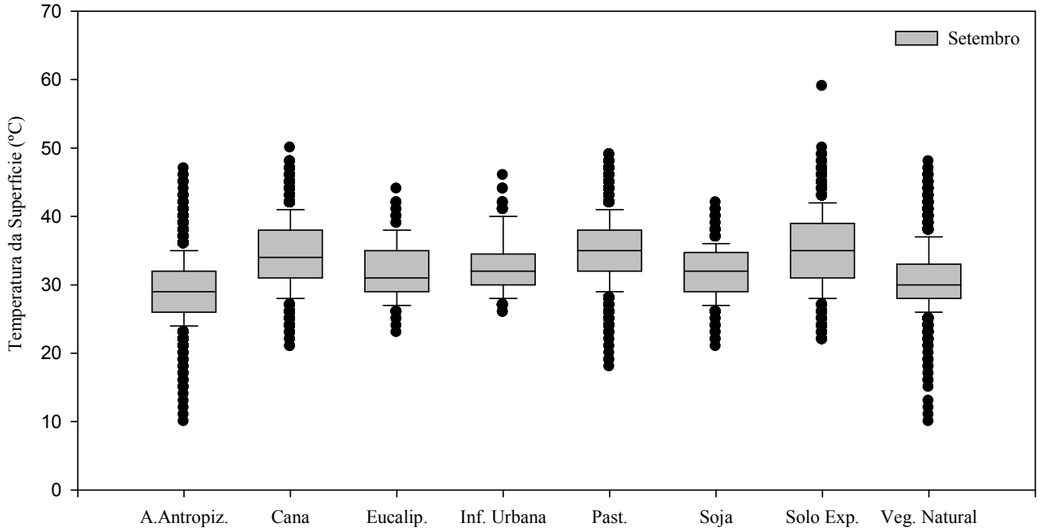


Figura 32. Dispersão da temperatura de superfície em relação aos usos da terra na UPG durante o ano

Em fevereiro a maior temperatura mediana encontrada foi de 18,06 para a classe de uso da terra influência urbana. A menor mediana foi de 15,94 para a vegetação natural, seguidas de perto com mediana de 16,02 para a Cana-de-açúcar, a Soja e o Eucalipto.

Em abril a maior mediana foi de 32,06 para o solo exposto. A menor mediana foi 26,09 para o cultivo de Eucalipto, seguido pelo Algodão de 26,88 e pela mediana de 27,95 para a vegetação natural e a área antropizada.

Em julho a maior temperatura mediana foi 28,14 pastagem, seguidas pela mediana de 28,04 para o solo exposto e áreas antropizadas. A menor temperatura mediana foi de 26,09 para a vegetação natural e o Algodão.

Em setembro a maior temperatura mediana apresentada foi de 35,20 para os solos expostos, seguido pela pastagens com temperatura mediana de 35,06 e 34,12 para as áreas de Cana-de-açúcar. As temperaturas medianas mínimas podem ser encontradas na vegetação natural 29,73 e 29,59 nas áreas antropizadas.

Considerando as medianas como medidas de tendência central, nesse estudo elas demonstram que no Verão a área de influência urbana apresenta temperaturas mais elevadas do que as áreas rurais. No Outono a tendência geral é que as temperaturas medianas mais elevadas estejam atribuídas ao solo exposto presente nas áreas rurais. No Inverno, novamente os usos agropecuários demonstram tendência central de máximas com as pastagens, aos solos expostos e as áreas antropizadas. Na Primavera as medianas máximas de temperaturas superficiais foram atribuídas às áreas de solo exposto, pastagens e a Cana-de-açúcar.

5.3.2.2. TESTE TUKEY

O Teste proposto por Tukey (1953) é também conhecido como teste de Tukey da diferença honestamente significativa (honestly significant difference)(HSD) e teste de Tukey da diferença totalmente significativa (wholly significant difference)(WSD). Métodos de comparações múltiplas exatos são raros. O teste de Tukey tem sido mostrado analiticamente ótimo, no sentido que, entre todos os procedimentos que resultam em intervalos de confiança com mesmo tamanho para

todas diferenças duas a duas com coeficiente de confiança da família, o teste de Tukey resulta em intervalos menores. Isso quer dizer que, se a família consiste em todas comparações duas a duas e o teste de Tukey pode ser usado, ele resultará em intervalos menores que qualquer outro método de comparação múltipla de uma etapa (PORTALACTION, 2015).

A estratégia de Tukey consiste em definir a menor diferença significativa. Tal procedimento utiliza a amplitude da distribuição studentizada (PORTALACTION, 2015). Nesse estudo o teste Tukey foi utilizado para testar todo e qualquer contraste entre as temperaturas das variáveis de uso da terra e em relação a estação do ano, por meio de comparação de médias.

Com base nas analises dos dados apresentados na Figura 33 é pode-se afirmar que os usos da terra tem comportamentos termais que asseguram lhes semelhanças, em função da estação do ano.

No Verão, a estação úmida, a água funciona como um regulador térmico limitando a amplitude de variação termal dos usos da terra.

No Outono, estação intermediária, entre Verão e inverno as temperaturas das superfícies na Bacia mantem médias maiores que no Verão e com variação termal também maior com relação à estação anterior.

No Inverno, período seco, no geral há uma menor variação das temperaturas superficiais dos usos e coberturas em relação ao Outono.

Já para a Primavera, estação de transição, entre Inverno e Verão, a figura expõe as maiores amplitudes térmicas e também as maiores taxas de variação entre as mesmas durante as quatro estações do ano.

A Figura 33 exibe os resultados do teste de Tukey, que exibem as médias marginais das inter-variações sazonais da temperatura da superfície por categoria de uso da terra.

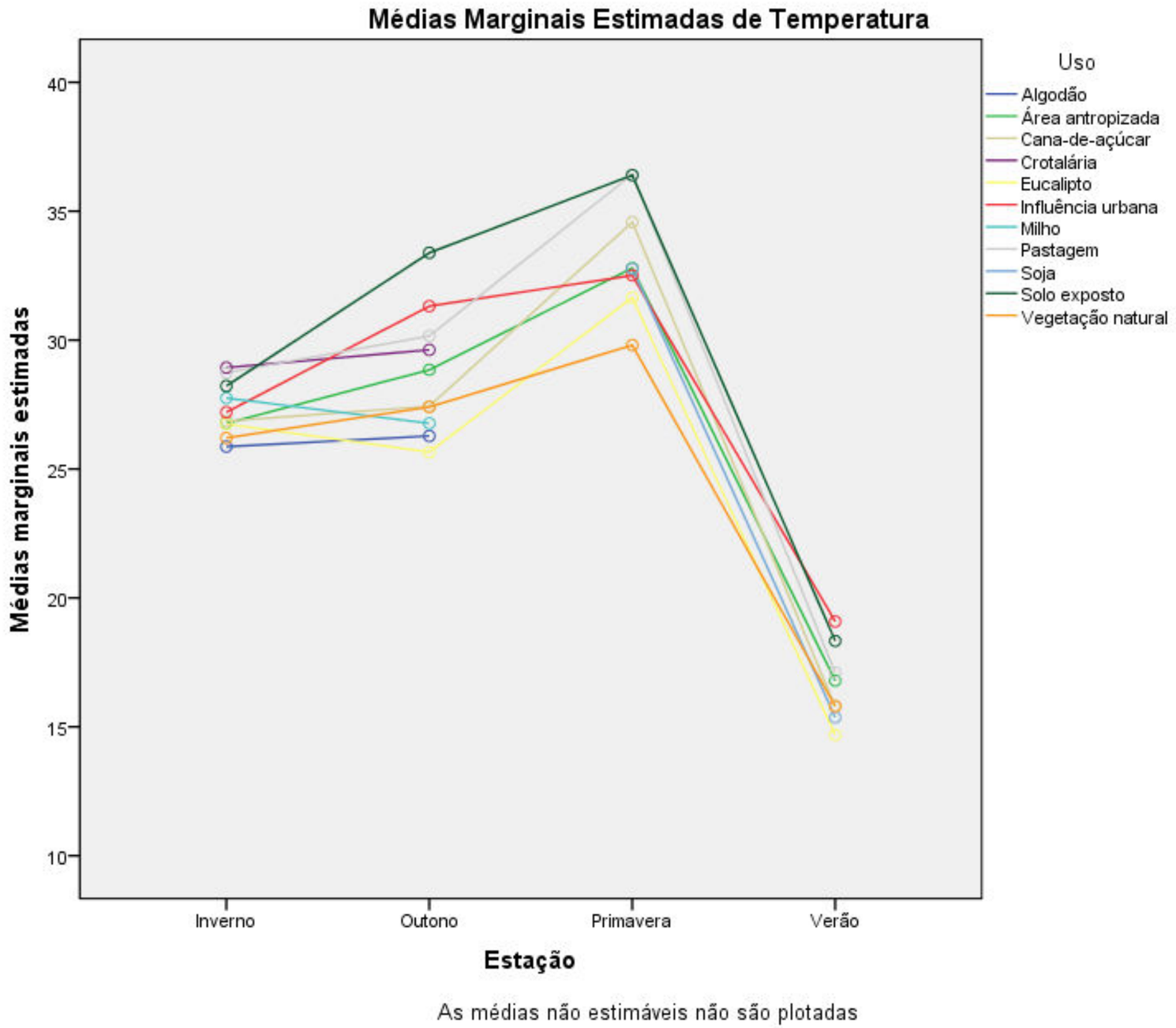


Figura 33 - Inter-variação sazonal da temperatura da superfície por categoria de uso da terra (Médias marginais)

A inter-variação dos resultados exibem a tendência comportamental fortemente influenciada pela estação do ano. No Inverno (Seco) as menores temperaturas médias. No Outono (Transição Verão-Inverno) as temperaturas médias apresentaram suave tendência de alta. Primavera (Transição Inverno-Verão) foram registradas as maiores temperaturas médias superficiais para todos os usos da terra. No Verão (Úmido) foram registradas as menores temperaturas médias.

As médias marginais máximas foram para Solo exposto, Influência urbana, Pastagem e Cana-de-açúcar. As médias marginais mínimas foram encontradas sob a influência do uso de Vegetação natural, Algodão, Milho e Eucalipto.

O método foi capaz de detectar ainda o desvio no comportamento térmico do solo exposto, no Outono todos os polígonos espaciais mostraram comportamento térmico de máximas, como o descrito na literatura científica, no Inverno alguns desses polígonos passaram pelo procedimento agronômico de correção dos solos (aplicação de Calcário para corrigir a acidez – entre 0,5 e 2,5 Ton/Ha), isso modificou a estrutura física do solo e consequentemente seu comportamento termal foi sensivelmente amenizado nos polígonos que passaram por tal tratamento, nessa estação (Inverno), na Primavera e também no Verão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados extraídos durante a passagem do satélite evidenciaram áreas na Bacia do Tenente Amaral com intensas emitâncias termais como solos expostos, superfícies urbanas típicas da paisagem. A distribuição heterogênea dessas respostas resultam em temperaturas de superfície e amplitudes elevadas de 48,6°C na estação mais quente registrada.

Constatou-se também, a influência e a importância da cobertura vegetal na amenização das temperaturas, durante as quatro estações do ano, sendo que nessa Bacia Hidrográfica elas totalizam aproximadamente 22% da área total, e principalmente em áreas de APPs, ou seja menos do que o exigido pelo Código Florestal.

Como diretrizes sugere-se a elaboração de um plano de rearborização de locais pouco arborizados nas áreas de influência urbana, e também a recomposição das APPs, considerando as áreas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não), nos altos de morros, nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45º graus. Além das áreas úmidas como as nascentes que deveriam possuir ao menos 100 m de raio preservadas a partir da região de cabeceiras, que não são consideradas na legislação florestal atual, ao longo dos mananciais em faixas que variem conforme a fragilidade do local de 30 a 250 metros de áreas de preservação. Além da reconstituição das Áreas de Reserva Legal (ARL) desmatadas que é de 35% do imóvel situado em área de Cerrado. Além de aumentar a arborização das pastagens e diminuir ou excluir o período em que os solos ficam expostos.

As informações de temperatura da superfície adquirida através de técnicas de SR com o uso do canal infravermelho termal do TM/Landsat-5, mostraram-se satisfatórias sob o aspecto da utilização de geotecnologias em ambientes rurais e

urbanos, contribuindo na identificação, espacialização e na compreensão dos problemas, podendo ser aplicada em outros intervalos de datas e locais distintos.

A metodologia mostrou-se capaz de dar suporte as análises termais, em relação aos usos da terra rurais e urbanos, desse modo seus resultados poderão ser utilizados como elemento científico para a fundamentação de instrumentos de regulação dos usos da terra nessa Região Tropical e em locais semelhantes.

6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a realização desse trabalho surgiram novas ideias e aplicabilidades para os dados produzidos nessa tese de doutorado, bem como outras questões a serem investigadas cientificamente e/ou outras metodologias a serem utilizadas, sendo assim nos coube sugerir:

i. A realização de um estudo que compare métodos que considerem a presença de atmosfera entre o alvo (superfície) e o sensor, com outro que corrija seus efeitos (Sugestão imagens LANDSAT tratadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey - USGS). Disponibilizadas gratuitamente pelo órgão mediante cadastro.

ii. Um estudo que com base nos resultados da proposta (item 6I), escolha o método mais adequado, e realize uma análise em da temperatura superficial em função dos diferentes tipos de usos e coberturas da terra.

iii. Um estudo cujos objetivos sejam, inferir e validar como os dados temperatura superficial obtidos por meio de SR, podem influenciar na temperatura do ar, com base em dados de temperatura do ar e de superfície, coletados em campo, em uma Região de Planalto, em uma Região de Depressão e em uma Região de Planície.

7. BIBLIOGRAFIAS

ABBASPOUR, K. C. (2012). SWAT-CUP 2012 SWAT Calibration and Uncertainty Programs.

AB SÁBER, A. (2006). Brasil: Paisagens de Exceção – O Litoral e o Pantanal Mato-grossense: Patrimônios Básicos. Ateliê Editorial, Cotia – SP.

ADRIOLO, M. V.; SANTOS. L.; GIBERTONI, R. C.; CAMARGO, A. S. G. (2008). Calibração do modelo SWAT para a produção e transporte de sedimentos. In Simpósio Sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, 6. 2008. Belo Horizonte. Anais, Belo Horizonte: Comitê Brasileiro de Barragens. V. 1, p. 1-17.

AHEARN S. D., SHEIBLEY, R., DAHLGREN, R., ANDERSON, M., JOHNSON, J. AND KENNETH, W.T. (2005). Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California, Journal of Hydrology 313 (3–4), 234–247.

ALEXANDER, R. B., ELLIOTT, A.H., SHANKAR, U., MCBRIDE, G.B. (2002). Estimating the source and transport of nutrients in the Waikato River Basin, New Zealand. Water Resources Research 38, 1268-1290.

ALVES, E. D. L. Caracterização Microclimática do Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

AMORIM, M. C. C. T. O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP. São Paulo, 2000, 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP.

ANA (Agencia Nacional de Águas). Dados hidrológicos - Séries Históricas do Sistema de informações Hidrológicas (HidroWeb). Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/> Acesso em 04 de Setembro de 2013.

ARAUJO, F. Satélites Sputnik. Disponível em <http://www.infoescola.com/astronomia/satelites-sputnik/> Acesso em 25 de novembro de 2014.

ARNOLD, J. G., ALLEN, P. M. (1996). Estimating hydrologic budgets for three

Illinois watersheds. Journal of Hydrology 176, 57-77.

ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; SRINIVASAN, R.; WILLIAMS, J. R.; HANEY, E. B.; NEITSCH, S. L. (2011) Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation Version 2009. Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service Blackland Research Center - Texas AgriLife Research. Disponível em <http://swat.tamu.edu/media/19754/swat-io-2009.pdf> Acesso em 18 de Dezembro de 2012.

ARRUDA, J. J. A. : História Moderna e Contemporânea. Ática, São Paulo, 13ª ed., 1981.

ARRUDA, J. J. (1996), «Cap. 21 - Os primeiros tempos: a exploração do pau-brasil», História Integrada: da Idade Média ao nascimento do mundo moderno, 2ª, 126 a 129, São Paulo: Ática. ISBN ISBN 85 08 05399.

ASSINE, M. L. Aspectos da Estratigrafia das seqüências Pré-Carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil. 1996. 207p.Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332p.

BACIC, I., ZILLI, L., ROSSITER, D.G. & MANNAERTS, C.M. (2008).Applicability of a distributed watershed pollution model in a data-poor environment in Santa Catarina State, Brazil. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 32 (4), 1699-1712 .

BAER, W. A Economia Brasileira, Nobel, São Paulo, 2ª ed, 2003, ISBN 8521311974, ISBN 9788521311973

BARSI, J. A.; BARKER, J. L.; SCHOTT, J. R. An Atmospheric Correction Parameter Calculator for a Single Thermal Band Earth-Sensing Instrument. IGARSS03 Centre de Congres Pierre Baudis, Toulouse, France, p. 21-25, 2003.

BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Rev. Bras. de Geografia, Rio de Janeiro, n.3., 1971. (Fundação IBGE)

BUENO, A. C. R. A variação da amplitude térmica diária afeta o metabolismo de carbono e o crescimento de mudas de Laranjeiras. Instituto Agronômico Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. UNICAMP. Dissertação de Mestrado.Campinas, SP. Abril 2011.

CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S. de; A. NOGUEIRA, M. C. de J. Uso do Solo e Temperatura Superficial em Área Urbana (relation between land use and land cover and superficial temperature in urban areas). MERCATOR - Revista de Geografia da UFC. Campus do Pici, Fortaleza/CE - Brasil. Vol. 10, No 23 (2011). Disponível em

<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/579> Acesso em Fevereiro de 2015. DOI: 10.4215/RM2011.1023.0015

CALMON, P: História do Brasil, São Paulo, 1939, vol. 1

CARVALHO NETO, J. G. Simulação hidrossedimentalógica da Bacia do Riacho dos Namorados com o modelo SWAT. Dissertação de Mestrado, Instituto de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 201p.

CARVALHO NETO, J. G.; SRINIVASAN, V. S.; RUFINO, I. A. A.. 2011. Simulação hidrossedimentológica, analisando dois mdes, de duas pequenas sub-bacias no cariri paraibano utilizando o modelo swat. Revista Geográfica Acadêmica, v. 5, p. 48-58.

CASTRO, K. B. de. Avaliação do modelo SWAT na simulação da vazão em bacia agrícola do Cerrado intensamente monitorada. Dissertação de mestrado Nº52. Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Geociências – IG. Brasília-DF, 2013. 141p. Disponível em <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13863/1/2013_KassiaBatistaCastro.pdf> Acesso em 25 de julho de 2014.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing of Environment, 113, 2009, p. 893-903.

CHANDER, G. & MARKHAM, B.L. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures, and postcalibration dynamic ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41, 2674- 2677.

CHANDER, G., HELDER, D.L., MARKHAM, B.L., DEWALD, J., KAITA, E., THOME, K.J., MICIJEVIC, E., & RUGGLES, T. (2004a). Landsat 5 TM on-orbit absolute radiometric performance. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 42, 2747-2760.

CHANDER, G., MEYER, D.J., & HEIDER, D.L. (2004b). Cross-Calibration of the Landsat-7 ETM+ and EO-1 ALI sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 42(12), 2821-2831.

CHANDER, G., MARKHAM, B.L., & BARSI, J.A. (2007a). Revised Landsat 5 Thematic Mapper radiometric
calibration. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44, 490-494.

CHANDER, G., ANGAL, A., CHOI, T., MEYER, D.J., XIONG, X., & TEILLET, P.M. (2007b). Cross-calibration of the Terra MODIS, Landsat-7 ETM+ and EO-1 ALI sensors using near simultaneous surface observation over Railroad Valley Playa, Nevada test site. In J. J. Butler, & J. Xiong (Eds.), Proceedings of SPIE Conference 6677 on Earth Observing Systems Xlt, SPIE, Vol. 6677 (pp. 66770Y: 1-12). San

Diego, CA.

CHANDER, G., COAN, M.J., & SCARAMUZZA, P.L. (2008). Evaluation and Comparison of the IRS-P6 and the Landsat Sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 46(1), 209-221.

CHANDLER,T.J. Temperature and humidity travers across London, Quartely Journal of the Royal Meteorological Society, 1962, Vol.48, nº6, 394-399.

CHANG, H. (2008). Spatial analysis of water quality trends in the Han River basin, South Korea, Water Research 42 (13), 3285–3304.

CHARABI, Y.; BAKHIT, A. Assessment of the Canopy Urban Heat Island of a coastal arid tropical city: The case of Muscat, Oman. Atmos. Res. 2011, 101, 215–227.
16.

CHEN, X. L.; ZHAO, H.M.; LI, P.X.; YIN, Z.Y. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. Remote Sens. Environ. 2006, 104, 133–146.

DONIGIAN, A.S., BICKNELL, B.R. & IMHOFF, J.C. (1995). Hydrological simulation program Fortran (HSPF). In: Singh, V.P. (Ed.), Computer Models of Watershed Hydrology. WRP, Highlands Ranch, CO, USA, 395-442.

DUARTE, D. H. S. Padrões de ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região Tropical Continental. 278f. Tese de Doutorado, Geografia Física, Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, 2000.

DUMKE, E. M. S. Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba. Tese de Doutorado. Curitiba: UFPR, 2007.

Embrapa/Agrobiologia. 49 Anos Dedicados à Pesquisa em Microbiologia do Solo. Disponível em <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8875 > Acesso em 13 de dezembro de 2009.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – Paraná 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 218p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n.6).

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 262p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n.13).

ESCHENBACH, T. G.; Spiderplots versus Tornado diagrams for Sensitivity Analysis; Interfaces, 1992, 6, p.40.

FERREIRA, J. C. V. Mato Grosso e Seus Municípios. Editora Buriti, Secretaria de

Estado de Educação – Cuiabá: Mato Grosso. 2001. 660 p.

FERREIRA, L.G.; YOSHIOKA, H.; HUETE, A.; SANO, E.E. Seasonal landscape and spetral vegetation index dynamics in the brasilian Cerrado: An Analysis within the large-scale biosphereatmosphere experiment in Amazônia (LBA). Remote Sensing of Environment, v. 87 p. 534-550, 2003.

GLOBAL WEATHER DATA FOR SWAT. Dados Climáticos. Disponível em <http://globalweather.tamu.edu/> Acessados em 03 de Setembro de 2013.

GONÇALVES, A.; SCHINEIDER, A. C. Geologia do Centro Leste de Mato Grosso, Ponta Grossa. PE- TROBRÁS-DESUL, 1970, 43p (Relatório Técnico Interno, 394)

GREEN, C. H.; GRIENSVEN, A. V. 2008. Autocalibration in hydrologic modeling: Using SWAT2005 in small-scale watersheds. Environmental Modelling and Software, v. 23, n. 4. 422-434.

GRIENSVEN, A. V.; MEIXNER, T.; GRUNWALD, S.; BISHOP, T.; DILUZIO, M.; SRINIVASAN, R. 2006. A global sensitivity analysis tool for the parameters of multi-variable catchment models. Journal of Hydrology, v. 324. 10-23.

GRIENSVEN, A. V. 2007. Sensitivity, auto-calibration, uncertainty and model evaluation in SWAT2005. Artigo Técnico. Disponível em: http://groups.google.com/group/swatuser/files. Acessado em outubro de 2011.

GOWARD, S. N. Thermal behavior of urban landscapes and the urban heat island. Phys. Geogr. 1981, 2, 19–33.

GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 231-237, 2007.

HUNG, T.; UCHIHAMA, D.; OCHI, S.; YASUOKA, Y. Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 2006, 8, 34–48.

IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ. 92p.

IBGE. Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. 2004. Disponível em: http:// mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm. Acesso em: 2 Jan 2015.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre mudança do clima. Mudança do clima 2007: Impactos, adaptação e vulnerabilidade. Disponível em: http:// www.mct.gov.br/index.php /content/view/ 50400.html. Acesso em: 03 Jan 2015.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre mudança do clima. Mudança do clima 2007:

Mitigação da mudança do clima. Disponível em: http:// www.mct.gov.br/upd_blob/0024/24520.pdf. Acesso em: 30 Set. 2014.

IRIGARAY. C.T.J.H. O emprego do sensoriamento remoto na proteção das áreas de preservação permanente e reserva legal. Revista de Direitos Difusos, v. 33, p. 37-46, 2005.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

JOHNES, P .J. (1996). Evaluation and management of the impact of landusechange to the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters: the export coefficient modelling approach. Journal of Hydrology 183, 323-349.

JONES, J. I, YOUNG, J.O., EATON, J.W. & MOSS, B. (2002). The influence of nutrient loading, dissolved inorganic carbon and higher trophic levels on the interaction between submerged plants and periphyton. Journal of Ecology, 90, 12–24.

JUNK, W. J., NUNES DA CUNHA, C. (2005).Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. Ecological Engineering 24, 391–401.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 466p

LACERDA FILHO, J. V. de; JOFFRE V. de L. F., FILHO, W. A., VALENTE, C. R., CAVALCANTE, C. de O., ALBUQUERQUE, M. C. Org. Geologia e recursos minerais de Mato Grosso. Escala 1:1.000.000. Cuiabá: CPRM, 2004.

LAM, Q. D.; SCHMALZ, B.; FOHRER, N. Modelling point and diffuse source pollution of nitrate in a rural lowland catchment using the SWAT model. Agricultural Water Management, v. 97, p. 317-325, 2010.

LOMBARDO, M. A. Ilhas de Calor nas metrópoles. São Paulo: Hucitec: 1985. MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. São Paulo: USP/IG, 1976. NUCCI, J. C. Qualidade ambiental e adensamento urbano. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001, 236p.

LIMA, C. R. N. de. Variabilidade espacial de parâmetros de qualidade de água na Bacia do Rio Cuiabá e São Lourenço. Universidade Federal de Mato Grosso, ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado. Cuiabá, 2013. 66p.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A utilização de cartas de temperatura da superfície na análise de qualidade ambiental urbana. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica: climatologia e gestão do território, 2010, Fortaleza-Ceará, CD-ROM.

LO, C.P.; QUATTROCHI, D.A. Land-use and land-cover change, urban heat island phenomenon, and health implications: A remote sensing approach. Photogramm. Eng. Remote Sens. 2003, 69, 1053–1063.

MACHADO. R. B.; NETO, M. B. R.; PEREIRA, P.G.; CALDAS E.F.; GONÇALVES D.A.; SANTOS N.S.; TABOR K.; STEININGER, M. Estimativas de perda do cerrado brasileiro. Conservação Internacional. Brasília, 2004. Disponível em: http:// w w w . c o n s e r v a t i o n . o r g . b r / a r q u i v o s / RelatDesmatamCerrado.pdf. Acesso em: 03 Jan 2015.

MAITELLI, G. T. Interações Amosfera-Superfície. MORENO, G.; HIGA, T. C. S. (orgs.). Geografia de Mato Grosso: Território, Sociedade. Cuiabá: Entrelinhas, 2005.

MAITELLI, G. T.; WRIGHT, I. R. The climate of a riverside city in the Amazon Basin: urban rural differences in temperature and humidity. In: Amazonian deforestion and climate. (eds Gash, J.H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, J.M.). p. 193 206. J.M. Wiley and Sons, New York.

MAITELLI, G. T. Uma Abordagem Tridimensional de Clima Urbano em Área Tropical Continental. O Exemplo de Cuiabá – MT. Tese de Doutorado (Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas), Universidade de São Paulo, 1994.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Ed.). Uso agrícola dos solos brasileiros. Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p. ISBN: 85-85864-10-9

MASCARENHAS, L.M.A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia. Sociedade & Natureza, 21(1): 5-18.

MONCERATT, A. E.; PINTO S. A. F. Caracterização e adequação do Uso da Terra utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 207-209.

MORAES, E. C. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. SELPER/INPE (Sociedade de Especialistas Latino-americanos em Sensoriamento Remoto (SELPER/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)) Disponível em <http://www.selperbrasil.org.br/cursos/spring/SenRemoto_intro.pdf> Acesso em 25 de Novembro de 2014.

NEITSCH, S. L; ARNOLD, J. G; KINIRY, J. R; SRINIVASAN, R; WILLIAMS, J. R. 2002. Soil and water assessment tool – Theoretical documentation:Version 2000. Temple: Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station. 506p.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. R.; KINIRY, J. R.;WILLIAMS; J.J. 2005a.Soil and water assessment tool: theoretical documentation – version 2005. SERVICE., G-S. A. W. R. L. – A. R. Texas USA. 525p.

NEITSCH, S. L; ARNOLD, J. G; WILLIAMS, J. R. 2005b. Soil and water assessment tool. Input/output file documentation: Version 2005. Temple: Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, EUA. 530p.

NOGUEIRA, J.S. MUSIS, C.R. NOGUEIRA, M.C.J.A. (2010). Diretrizes para elaboração de dissertações e teses no programa de pós-graduação em física ambiental. Cuiabá – MT. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental.

NORSE, D. (2005). Non-point pollution from crop production: Global, regional and national issues, Pedosphere 15, 499–508

NOVOTNY, V. (2005). Diffuse Pollution from Agriculture in the World (II). Presentation at the European Commission Workshop "Where do the fertilizers go? Joint Research Centre Ispra, Italy June 28-29, 2005. Northeastern University Boston, MA, USA. Disponível em <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=diffuse%20pollution%20pesticides&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CEkQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.coe.neu.edu%2Fenvironment%2FPresentations%2FECW_Novotny.ppt&ei=IW6fUdLuGcXi0gG3wYDICA&usg=AFQjCNF_1gASJaGQDU2QtqgxgND-C65kgg&bvm=bv.47008514,d.dmQ>. Acesso em 24 de Maio de 2013.

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. Q. J. R. Meteorol. Soc. 1982, 108, 1–24.

OLIVEIRA, A.G. Avaliação das Temperaturas Superficiais do Solo em relação à Conformação Urbana existentes na Praça do Aeroporto Marechal Rondon em Várzea Grande/MT. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente),Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

OLIVEIRA, E.S. (2007) Indicadores Geoambientais de qualidade das águas na Bacia do Córrego Sujo, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Teresópolis (Rj). Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal Fluminense, Área de Concentração: Geoquímica Ambiental. Niterói - Rio de Janeiro. Disponível em <http://repositorio.int.gov.br:8080/repositorio/bitstream/123456789/153/1/Indicadores%20geoambientais%20de%20qualidade%20das%20%C3%A1guas....pdf > Acesso em 24 de Maio de 2013.

OLIVERA, F. VALENZUELA, M.; SRINIVASAN, R.; CHOI, J.; CHO, H., KOKA, S., AGRAWAL, A. 2006. ArcGIS-SWAT: A Geodata Model and GIS interface for SWAT. Journal of the American Water Resources Association. vol 42, nº2. 295-309.

OLIVEIRA, M. A. M. de; MUHLMANN. Geologia de Semi-Detalhe da Região de Mutum, Jaciara, São Vicente e Chapada dos Guimarães. Ponta Grossa: PETROBRÁS/ DEBSP, 1965. 628 p. (Relatório Téc- nico Interno, 300).

OMER, A. M. Constructions, applications and the environment of greenhouses. African Journal of Biotechnology. v. 8, n. 25, p. 7205-7227, 2009.

ORTEGA, A. C. & NUNES, E. M. (2001). Agricultura Familiar: por um projeto alternativo de desenvolvimento local. Disponível em <http://www.ichs.ufop.br/conifes/anais/OGT/ogt0602.htm> Acesso em 4 de Novembro de 2013.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. de C. T. Temperatura da superfície da cidade de Cândido Mota/SP a partir da imagem de satélite Landsat 7. Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; SMETHURST, P.J.; O' CONNELL, A.M.; CARLYLE, C.J.; KHANNA, P. K. Soil temperature under forest: a simple model for predicting soil temperature under a range of forest types. Agricultural and Forest Meteorology, v. 121 p. 167 182, 2003.

RAST, W. LEE, G.F. (1983). Nutrient loading estimates for lakes. Journalof Environmental Engineering 109, 502-517.

RODRIGUES, C. A. G.; HOTT, M. C. Dinâmica da vegetação natural no nordeste do Estado de São Paulo, entre 1988 e 2003. Embrapa Monitoramento por Satélite - Artigo em periódico indexado (ALICE). Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 881-887, 2010.

SILVA, Rodolfo Senna da. Introdução à radiação SOLAR. Tema3. Arquivado no curso de Engenharia Agrícola e Ambiental na UFMT. Disponível em < http://www.ebah.com.br/content/ABAAABTOoAB/tema3-introducao-a-radiacao-solar > acesso em 05 Jan de 2015.

SALLES, L. de A. 2012. Calibração e validação do modelo SWAT para a predição de vazões na bacia do ribeirão Pipiripau. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. 114 p.

SALTELLI, A.; CHAN, K.; SCOTT, M. 2000. Sensitivity Analysis. New York, USA.Willey.

SANFORD, R. M. & LANGE, F. W. Basin study approach to oil evaluation of Paraná Miogeyncline,south Brazil.Bulletin of the American Associaton ofPetroleum Geologists, Tulsa, Okla, n.44, p.1316 – 1370, 1960

SANO, E.E.; BARCELOS, A.O.; BEZERRA, H.S. Assessing the spacial distribution of cultivated pastures in the brazilian savanna. Cali: Pasturas tropicales, v. 22, n. 3 (2-15), 2002.

SANTOS, I.M. & ZEILHOFER, P. (2005). Modelagem Hidrológica Integrada em Sistemas de Informação Geográfica. Geodésia Online 4, 1-16.

SANTOS, V, S. Análise ambiental integrada do componente solo como subsídio para

a avaliação da sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral em Jaciara-MT-Brasil. São Carlos: UFSCar, 2007. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos, Programa de pós- graduação em Ecologia e recursos naturais do centro de ciências biológicas e da saúde, 2007.

SAUNDERS, W. &, MAIDMENT, D. (1996).A GIS Assessment of Nonpoint Source Pollution in the San Antonio-Nueces Coastal Basin, Center for Research in Water Resources, Online Report 96-1, University of Texas at Austin. Austin, Texas.

SCHREINER, S.; VASCONCELOS, L. C. S.; ZEILHOFER, P. Técnicas de Geoprocessamento para modelação de anomalias de temperatura nos perímetros urbanos de Cuiabá e Várzea Grande MT. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 1, p. 4371-4376, 2009.

SCHEFFER, M., CARPENTER, S., FOLEY, J.A., FOLKE, C. & WALKER, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. Nature 413, 591-596.

SEPA (Scottish Environment Protection Agency). (2013)a. The Water Environment (Controlled Activities) (Scotland) Regulations 2011: A Practical Guide. Disponível em <http://www.sepa.org.uk/water/water_regulation/regimes/pollution_control/diffuse_pollution.aspx> Acesso em 24 de Maio de 2013. Version 6.2 May 2013.

SEPA (Scottish Environment Protection Agency). (2013)b. Significant water management issues in the Scotland river basin district. Disponível em http://www.sepa.org.uk/water/water_regulation/regimes/pollution_control/diffuse_pollution.aspx> Acesso em 24 de Maio de 2013. Version 6.2 May 2013.

SHRESTHA, S., KAZAMA, F. & NEWHAM, L.T.H. (2008).A framework for estimating pollutant export coefficients from long-term in-stream water quality monitoring data. Environmental Modelling and Software 23, 182-194.

SILVA, R.M; BELDERRAIN, M.C.N. 2004. Considerações sobre análise de sensibilidade em análise de decisão. X Encontro de iniciação científica e pós-graduação do ITA. São José dos Campos, SP. Disponível em < http://www.bibl.ita.br/xencita/Artigos/63.pdf> acesso em 08 de Julho de 2013.

SILVA; MARINOÉ GONZAGA DA. Modelagem ambiental da bacia hidrográfica do rio Poxim e suas relações antrópicas. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente 2013

SOBRINO, J.A.; CASELLES, V.; COLL, C.Theoretical split-window algorithms for determining the actual surface temperature. Il Nuovo Cimento C, v.16, p.219-236, 1993. SOBRINO, J.A.; RAISSOUNI, N.; LI, Z.-L. A comparative study of land surface emissivity retrieval from NOAA data. Remote Sensing of Environment, v.75, p.256-266, 2001.

SOUZA, S. C. Análise das variações Espaciais de Temperatura e Umidade do Ar em Área Urbana de Várzea Grande/MT. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sócias da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/ MT, 2004.

SOUZA, J. D. & SILVA, B. B. Correção Atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM – LandSat 5. Revista Brasileira de Geofísica, v. 23, p. 349-358, 2005.

SOUZA, R. M.; SANTOS, I.; KOBIYAMA, M. O modelo Swat como ferramenta para a gestão de recursos hídricos: avaliação de vazões de outorga na bacia hidrográfica do Altíssimo Rio Negro. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande, MS. Anais…Porto Alegre: ABRH, 2009.

TERUEL, B. J. Controle automatizado de casas de vegetação: Variáveis climáticas e fertigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.3, p.237–245, 2010.

TOPODATA/SRTM (INPE)´- Banco de dados Morfométricos do Brasil. Modelo Digital de Elevação (MDE) de 30 metros. Acesso em < http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php> Acesso em 20 de Fevereiro de 2011.

WADE, A.J., DURAND, P., BEAUJOUAN, V., WESSEL, W.W., RAAT, K.J., WHITEHEAD, P.G., BUTTERFIELD, D., RANKINEN, K. & LEPISTÖ, A. (2002). A nitrogen model for European catchments: INCA, new model structure and equations. Hydrol. Earth System Sci., 6, 559-582.

WENG, Q. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. International Journal of Remote Sensing, v. 22, n.10, p.1999-2014, 2001.

WHITE, Kati L.; CHAUBEY, I. 2005. Sensitivity Analysis, Calibration and Validation for a Multisite and Multivariable SWAT Model. Journal of the American Water Resources Association. October. 1077– 1089

WWF. Mapeamento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira. Período de Análise: 2002 a 2008. http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/bioma_pantanal/cobertura_vegetal_pantanal/

VASCONCELOS, T.N.N; BARROS, L.T.L.P; MONTEIRO, J.R.B. Estudo Integrado da Bacia do rio Tenente Amaral uma Proposta de Zoneamento Ambiental. Governo do Estado de Mato Grosso, Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEMA – PRODEAGRO – BIRD – Cuiabá-MT. 1999.

VASCONCELOS, T.N.N. Interpretação morfopedológica da Bacia do Rio Tenente Amaral - Jaciara/MT:condição básica para sua caracterização ambiental. Cuiabá:

UFMT, 1998. 162 p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Ecologia e Conservação da Biodiversidade, UFMT, 1998.

VEGA, Isabel, Javier Martínez; ISABEL, M. Pilar Martín. Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente: Red Nacional de Teledetección Ambiental. Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC). Universidad de La Coruña – Espanha. Disponível em <http://www.aet.org.es/files/guia_teledeteccion_medio-ambiente_pliego.pdf> Acesso em 20 de Janeiro de 2013.

VERHOEVEN, J.T.A. ARHEIMER B., YIN, C. & HEFTING, M.M. (2006). Regional and global concerns over wetlands and water quality. Trends in Ecology and Evolution 21 (2), 96-103.

VILANI Maricéia Tatiana; SANCHES, Luciana; NOGUEIRA, José de Souza; PRIANTE FILHO, Nicolau. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma Floresta de Transição Amazônia Cerrado. Revista Brasileira de Meteorologia, v.21, n.3b, 331□343, 2006.

VOLTAN, Diego Scacalossi; BARBOSA, Rogério Zanarde; MARTINS, João E. M. Perea; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Análise da distribuição espacial da temperatura do ar em uma casa de vegetação. II Simpósio de geoestatística aplicada em ciências agrárias. De 19 a 20 de Maio de 2011.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Effects of urban surface geometry on remotely-sensed surface temperature. International Journal of Remote Sensing, v. 19, n. 5, p. 895–920, 1998.

VOOGT, J.A.; OKE, T.R. Thermal remote sensing of urban climates. Remote Sens. Environ. 2003, 86, 370–384.

YE, Z., MAIDMENT, D.R. & MCKINNEY, D.C. (1996). Map-based surface and subsurface flow simulation models: an object oriented and GIS approach. Center for research in water resources, The University of Texas, Austin, TX.

YOUNG, R.A., ONSTAD, C.A., BOSCH, D.D. & ANDERSON, W.P., (1989).Agricultural non-point source pollution model for evaluating agricultural watersheds. Journal of Soil and Water Conservation 44 (2), 168-173.

XIAN, G.; CRANE, M. An analysis of urban thermal characteristics and associated land cover in Tampa Bay and Las Vegas using Landsat Satellite data. Remote Sensing of Environment, v. 104, p. 147–156, 2006. Xian, G. Satellite remotely-sensed land surface parameters and their climatic effects for three metropolitan regions. Advances in Space Research. v.41, p. 1861–1869, 2008.

ZALÁN, P.V.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S. et al. The Paraná basin, Brazil. Tulsa: AAPG Memoir, n.51, p.681-708, 1990.

ZAMPARONI, C. A. G. P.; TOMASINI MAITELLI. G. Alterações no

Comportamento da Temperatura do Ar e Umidade Relativa Derivadas da Expansão da Soja em Mato Grosso.. In: XI EGAL Encontro de Geógrafos da América Latina., 2005, São Paulo. XI EGAL Encontro de Geógrafos da América Latina.. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. v. 01. p. 172-180.

ZEILHOFER, P., LIMA, G.A.R., LIMA, E.B.N.R. & SANTOS, I.M. (2008). Development of a GIS-based Information System for Watershed Monitoring in MatoGrosso, Central Brazil.Pesquisas em Geociências (Online), 35, 23-37.

ZEILHOFER, P. & FONSECA, G.P.S. (2007).Padrões espaciais da qualidade da água na Bacia do Alto e Médio Teles Pires. In: Gilda T. Maitelli; Cleusa A. G. P. Zamparoni. (Org.). Expansão da Soja na Pré-Amazônia Mato-Grossense: Impactos Socioambientais. 1 ed. Cuiabá: Entrelinhas, 89-106.

8. ANEXO I

QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

1) Nome do proprietário

_____

2) Localização

_____

3) Qual o tamanho da propriedade

_____

4) Atividades desenvolvidas na propriedade

_____

( ) Agricultura ( ) Pastagem ( ) Solo exposto
( ) Floresta ( ) Cerrado

5) Qual o tamanho da área cultivada?

( ) Agricultura
( ) Soja_____
( ) Algodão_____
( ) Cana _____
( ) Milho _____
( ) Milheto_____
( ) Crotalária_____
( ) Outros (Especificar)_____

( ) Pastagem

_____

( ) Solo Exposto
( ) Permanente_____
( ) Temporário_____

( ) Cerrado _____

( ) Floresta _____

6) Quando inicia o plantio de cada uma delas?

_____

( ) Agricultura
( ) Soja
Variedade/Lote_____
( ) Algodão
Variedade/Lote _____
( ) Cana
Variedade/Lote_____
( ) Milho
Variedade/Lote_____

( ) Milheto
Variedade/Lote_____
( ) Crotalária
Variedade/Lote_____
( ) Outros (Especificar)
Variedade/Lote_____

( ) Pastagem (De quanto em quanto tempo é feita a reforma de pastagens)
Marca/Variedade/Lote

_____

( ) Solo Exposto (Por quanto tempo)

_____

A PARTIR DAQUI ESPECIFICAR O TRATO CULTURAL PARA CADA CULTURA AGRÍCOLA (Responder 1 por Tipo de Uso (ex. O agricultor que cultiva soja responderá 1 vez essa sequencia de questões em relação a soja. Se ele também cultiva milho terá que responder essa sequencia de questões com relação à cultura do milho e assim sucessivamente))

( ) SOJA ( ) ALGODÃO ( ) CANA ( ) MILHO ( ) MILHETO
( ) CROTALÁRIA ( ) OUTROS _____

( ) PASTAGEM ( ) SOLO EXPOSTO
{( ) ÁREA NATURAL ( ) Cerrado ( ) Floresta**}**

7) Há irrigação?_____
_____ Quando tempo(dias/horas/min)?_____
_____ Qual o volume? _____m^3 por minuto.

8) Na irrigação automática aplica-se água sempre que a planta experimenta um nível especificado pelo usuário do estresse hídrico. Como é definido o grau de estresse hídrico?

_____
Há aplicação de fertilizantes? _____
Quando?_____
Quanto em cada aplicação Especificar (Se há diferenciação por talhões)?

_____
Marca\Lote_____

9) Como é definido o grau de estresse de Nitrogênio/Fósforo/Potássio e ou outros insumos utilizados? Adubação contínua?! (Em cada estágio vegetativo – germinação – crescimento – reprodução - maturação)

_____
_____

10) Há aplicação de defensivos? _____
(Em cada estágio vegetativo – germinação – crescimento – reprodução - maturação)
Na planta ou no solo? Quando (dias)? Quanto?_____
Marca\Lote_____
A aplicação é contínua?! _____

11) É feita calagem? (Em cada estágio vegetativo – germinação – crescimento – reprodução - maturação)

_____
Como?_____
Quando (dias)? _____

Quanto?_____
Marca\Lote_____

12) Como é feita a colheita?

_____

( ) Dias

( ) Aplicação de secante ou algum procedimento para sessar **todo** o crescimento/ Resíduos do Plantio?

Marca\Lote_____

Colhe, mas permite que a planta continue a crescer, como com o feno?

_____

13) Qual o procedimento com o solo após a colheita?

_____

( ) Mistura as camadas superiores do solo e redistribui os:

( ) nutrientes

(_) produtos químicos

( ) aplicação simultânea de estrume (_____)

_____

Marca\Lote_____

14) Há algum procedimento relacionado à pecuária?

( ) Sim ( ) Não

_____

Fertirrigação? Como é feita?

_____

15) Há algum dado sobre a produção de Biomassa?

( ) Sim ( ) Não

_____ ([Kg/ha/MJ/m^2])

(*(BIO_E) Eficiência na utilização de radiação (RUE) é a quantidade de biomassa seca produzida por unidade de radiação solar interceptada. A eficiência de utilização da radiação é assumida para ser independente da fase de crescimento da planta. BIO_E representa a taxa de crescimento potencial ou átona (incluindo raízes) por unidade de radiação fotossintéticamente ativa interceptada.)*

_____

16) Há algum dado sobre o Índice de colheita, para as condições de cultivo ideais?

( ) Sim ( ) Não

HVSTI O índice de colheita define a fracção da biomassa superficial, que é removida na operação de colheita. Este valor define a fracção de biomassa de plantas, que é "perdido" a partir do sistema e não está disponível para a conversão ao resíduo e subsequente decomposição. Para as culturas onde a porção de colheita da planta está na superfície, o índice de colheita é sempre uma fração menor que 1. Para culturas em que a porção cortada é subterrânea, o índice de colheita pode ser maior do que 1. Dois índices de colheita são fornecidos na base de dados, o índice de colheita para as condições de cultivo ideal (HVSTI) e o índice de colheita em condições de crescimento altamente estressado (WSYF).

HVSTI _____[(Kg/ha)/ (Kg/ha)]

_____

17) Há algum dado sobre o Índice de colheita, para as condições de cultivo altamente estressado?

( ) Sim ( ) Não

WSYF _____[(Kg/ha)/ (Kg/ha)]

_____

18) Há algum dado sobre o Índice de Área Foliar Potencial Máximo?

( ) Sim ( ) Não

BLAI é um dos seis parâmetros usar para quantificar o desenvolvimento de uma espécie de planta de área foliar durante a estação de crescimento.

BLAI _____(m^2/m^2)

_____

Há algum dado sobre a 1ª Fração sazonal de crescimento da planta, correspondente ao 1° ponto máximo de crescimento da área foliar?

( ) Sim ( ) Não

FRGRW1: Ou fração de crescimento sazonal da planta correspondentes ao 1° ponto de crescimento máximo de área foliar.

FRGRW1 _____(m^2/m^2)

_____

19) Há algum dado sobre a 1ª Fração máxima de desenvolvimento da área foliar?

( ) Sim ( ) Não

LAIMX1: Corresponde ao 1° ponto na curva de desenvolvimento ideal de área foliar.

LAIMX1 _____(m^2/m^2)

_____

20) Há algum dado sobre a 2ª Fração de crescimento sazonal da planta, correspondente ao 2° ponto máximo de crescimento da área foliar?

( ) Sim ( ) Não

FRGRW2: Ou fração de crescimento sazonal da planta correspondentes ao 2° ponto de crescimento máximo ideal de área foliar.

FRGRW2 _____(m^2/m^2)

_____

21) Há algum dado sobre o 2ª Fração máxima de desenvolvimento da área foliar?

( ) Sim ( ) Não

LAIMX2: Corresponde ao 2° ponto na curva de desenvolvimento ideal de área foliar.

LAIMX2 _____(m^2/m^2)

_____

22) Há algum dado sobre Fração de área foliar quando o crescimento sazonal está diminuindo?

( ) Sim ( ) Não

DLAI: Fração de safra, quando a área foliar começa a declinar.

DLAI _____(m^2/m^2)

_____

23) Há algum dado sobre a altura máxima do dossel?

( ) Sim ( ) Não

CHTMX: A altura máxima do dossel é uma medida simples. A altura da copa das plantas não-estressadas devem ser registradas em intervalos ao longo da estação de crescimento. O valor máximo registado é usado na base de dados.

CHTMX _____(m)

_____

24) Há algum dado sobre a profundidade máxima da raiz?

( ) Sim ( ) Não

RDMX: Para determinar a profundidade máxima de enraizamento, amostras de plantas precisam ser cultivadas em solos, sem uma camada impermeável. Uma vez que as plantas atingiram a maturidade, são tomadas amostras.

RDMX _____(m)

25) Há algum dado sobre a temperatura ideal para o crescimento das plantas?

( ) Sim ( ) Não

T_OPT: Temperaturas ótima para o cultivar.

T_OPT _____(º C)

_____

26) Há algum dado sobre a temperatura mínima para o crescimento das plantas?

( ) Sim ( ) Não

T_BASE: Temperatura basal para a cultivar.

T_BASE _____(º C)

_____

27) Qual a fração de Nitrogênio na semente?

N_____[(kgN/kg semente)]

28) Qual a fração de Fósforo na semente?

P_____[(kgP/kg semente)]

29) Qual a fração de Nitrogênio na planta em crescimento?

PLTNFR (1)_____[(kgN/kg biomassa)]

30) Qual a fração de Nitrogênio na planta no meio da maturidade (50%)?

PLTNFR (2)_____[(kgN/kg biomassa)]

31) Qual a fração de Nitrogênio na planta na maturidade?

PLTNFR (3)_____[(kgN/kg biomassa)]

32) Qual a fração de Fósforo na planta em crescimento?

PLTPFR (1)_____[(kgP/kg biomassa)]

33) Qual a fração de Fósforo na planta no meio da maturidade (50%)?

PLTPFR (2)_____[(kgP/kg biomassa)]

34) Qual a fração de Fósforo na planta na maturidade?

PLTPFR (3)_____[(kgP/kg biomassa)]

35) Qual é o Mínimo índice de colheita, tendo em vista uma situação de estresse hídrico?

WSYF _____[(kg/ha)/ (kg/ha)]

ANEXO II

Essa seção ilustra os dados de manejo agropecuário tabulados. Os tratos culturais variam geralmente por talhões, mesmo dentro de uma única propriedade rural, pois, a regra é basearem-se em análises de solo. Desse modo, os dados aqui demonstrados são médias.

Nesse estudo esses dados embasaram o mapeamento dinâmico de uso e ocupação da terra, e ajudaram a interpretar os resultados termais na UPG do rio Tenente Amaral.

Tabela 10. Manejo agrícola das principais culturas da UPG do Tenente Amaral

<table>
<tr><th rowspan="2">Uso</th><th colspan="12">Mês</th></tr>
<tr><th>Jan</th><th>Fev</th><th>Mar</th><th>Abr</th><th>Mai</th><th>Jun</th><th>Jul</th><th>Ago</th><th>Set</th><th>Out</th><th>Nov</th><th>Dez</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Soja</td><td colspan="6" rowspan="2"></td><td colspan="2">Vazio sanitário 15 de Junho a 15 de Setembro</td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Correções: Calcario 500 a 1500 kg/ha 1 mês antes do plantio. Fertilizantes: Antes do plantio – KCL. KCL 120 a 150 kg/ha</td><td colspan="3">2ª quinzena / Plantio Soja</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="9">Agrotoxicos do plantio a colheita: (Fungicidas, inceticidas, herbicidas) 12 Produtos: Ópera, Priori-extra, Pirimex, Fastac Premium, WG, Transorb. Aplicação contínua conforme praga</td></tr>
<tr><td colspan="4">Secante Gramoxone da Syngenta</td><td colspan="8">Junto do plantio Super Simples (Fonte de Fósforo P2O5).</td></tr>
<tr><td colspan="2">Colheita</td><td colspan="6">Adubação de base: 450 kg/ha de super simples</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Algodão</td><td colspan="2">Plantio 1ª safra até 31/01</td><td colspan="5" rowspan="2"></td><td rowspan="3">Colheita</td><td colspan="3" rowspan="2">Vazio sanitário 1º de Outubro até 30 de Novembro</td><td>Plantio 1ª safra 15/12</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Plantio após a Soja/ até o 10/02 segunda safra</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">280 kg/ha de MAPE feito na linha;
300 kg/ha de KCL (Cloreto de Potassásio)
; 200 Kg/ha de Amônia.</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">Agrotoxicos do plantio a colheita conforme praga</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Milho</td><td colspan="2">Plantio após a Soja/ 2ª Q de Jan.</td><td colspan="2">Fertilizantes: 150kg/ha de Surfogran; Enxofre 90 %; 200kg/ha de 53506; 140 kg/ha de KCL;
e 200 kg/ha de Super Simples.</td><td></td><td>Colheita</td><td colspan="4">Plantio 1° safra, entre 15 e 30/Milho</td><td></td></tr>
</table>

			200 kg/ha de Uréia e 80 kg/ha de KCL.									
				Dessecação Roudap WG 0,5 l/ha Depois fungicida								
	Variedades: Agrosselis 7088; 8544; 9030. Pioner: 30F53. Riber 9010. DKB 390 PRÓ 2, e Agroceles 8061. DKB 390 (50%); Agroceles 7088 (25%); Agroceles 7000 (25%).											
Eucalipto			Depois da Colheita/Eucalipto (ciclo de 5 a 6 anos)									
		Calagem 1 a 1.5 Ton./ha Dolomítico ou Calcítico										

Tabela 11. Tratos culturais da Cana-de-Açúcar na UPG

Mês											
Jan	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
		Plantio							Plantio Cana de ano		
	Plantio 18 meses							Fertilizantes 500 a 600 kg/ha NPK			
	Fertirrigação Cana de Abril a Dezembro 30 mm/ha. Hidrorols (canhão de vinhoto). Fertilizantes 400 – 500 kg/ha. Adubos Araguaia Repõe a adubação após o corte. 50 % de colheita manual, com queimada e 50 % mecanizada. Dura aproximadamente 200 dias o 24h. Corte e Rebrota até a cana completar 5 anos, depois disso é feita a gradagem e correção do solo, NPK e o plantio novamente. Inibidor de florescimento (Etrell - Rodian)										
Agrotóxicos até 2Kg/ha ou 1.6 litros/ha. Glifosato (Monsanto) e Ametrina continua só reduz na seca											
								Dinamic 1,2 (kg/ha) Bayer) 80g/ha de Pró-Renci (Arista)			
								1 Ton./ha de Calcário			
			Calagem no preparo do solo Maio a Outubro A lanço 4 ton./ha (Emal Cálcario)								
Variedades : RB 86/7515; RB 83/5486; RB 89/6391; RB 92/8064; RB 92/5345; RB 92/579 e SP 80/1816											

Tabela 12. Tratos culturais na pastagem, na UPG do Tenente Amaral

Mês											
Jan	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Fertilizantes 200 kg/ha de 34/ 10/10 NPK em média (Heringer/ Fertilizar) De 200 a 300 Kg/ha (Heringer /Varredura) A cada 2 anos 500 kg/ha (Heringer) Fósforo 100 kg/ha; Potássio 60 kg/ha; Uréia 100kg/ha; Super Simples.				Bezerros separados após 7 a 8 meses e passam a Pastar Finalizado 17 a 18 arrobas peso morto Depois de cerca de 25 a 30 dias a pastagem se recupera e pode receber Novo lote de animais 1 animal de 450 kg come cerca de 10 kg de matéria seca por dia Trabalha-se com 1 animal por ha em áreas não fertilizadas em áreas fertilizadas 2 a 3 animais Quando os raios solares atingem 5% do solo é a hora de colocar o gado							Fertilizantes Adubação é feita quando há previsão de chuva 2 ou 3 aplicações por ano. Ou de 2 em 2 e anos
Calagem Quando necessário de acordo com a indicação da analise de solo feita de 2 em 2 anos 2 Ton./ha. A lanço. (Império) Na reformada 1300. 1500 Kg/ha				No pasto (25 cm de altura) De Novembro até o fim de Março crescimento ótimo Braquiaria decumbis. A reforma é feita de 8 em 8 anos. Fração de Fósforo na semente [(100kgP/20kg semente)]						Calagem Melhor na primavera verão Em área adubada, que não será reformada 1500 kg/ha (Nobres) A cada 05 anos 2 Ton./ha	
Cria recria e engorda média de 24 a 34 meses (em torno de 3 anos)											