

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA**

DAYSE THOMPSON

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE POR TIPOS
DE USO DA TERRA**

Rio de Janeiro

2015

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

DAYSE THOMPSON

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE POR TIPOS
DE USO DA TERRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Cartográfica do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Cartográfica.

Orientador: Prof. Ivanildo Barbosa - D.Sc.

Rio de Janeiro

2015

c2015

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha

Rio de Janeiro – RJ CEP: 22.290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

526 Thompson, Dayse

T468a Análise da variação do albedo de superfície por tipos de uso da terra / Dayse Thompson; orientada por Ivanildo Barbosa – Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2016.

69p.: il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2015.

1. Curso de Engenharia Cartográfica – teses e dissertações. 2. Albedo de superfície. 3. Uso da terra. I. Barbosa, Ivanildo. II. Título. III. Instituto Militar de Engenharia.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

DAYSE THOMPSON

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE POR TIPOS
DE USO DA TERRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Cartográfica do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Cartográfica.

Orientador: Prof. Ivanildo Barbosa - D.Sc.

Aprovada em 14 de Outubro de 2015 pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Ivanildo Barbosa - D.Sc. do IME - Presidente

Prof. Paulo Marcio Leal de Menezes - D.Sc. da UFRJ

Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva - D.E. do IME

Prof^a. Raquel Aparecida Abrahão Costa e Oliveira - D.Sc. do IME

Rio de Janeiro

2015

Ao Instituto Militar de Engenharia, alicerce da minha
formação e aperfeiçoamento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma me incentivaram, apoiaram e possibilitaram ampliar meus horizontes.

Meu eterno agradecimento aos meus pais Maria Alice da Silva Thompson e Cesar Jorge Thompson, ao meu companheiro Ricardo Panno Martello, minha filha Thayná Thompson Martello e aos meus mestres, em especial ao meu Professor e eterno amigo Dr. Paulo Marcio Leal de Meneses, Dr. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva e Dr. Ivanildo Barbosa, pelas orientações prestadas e por toda a confiança em mim depositada e, também, ao professor Leonardo Castro de Oliveira que, nos momentos de fragilidade, sempre me incentivou.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande.
Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de
qualquer jeito”.

MARTIN LUTHER KING JR.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9	
LISTA DE TABELAS	10	
LISTA DE SIGLAS	11	
1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Motivação.....	18
1.3	Objetivo.....	18
1.4	Hipótese.....	18
1.5	Justificativa.....	19
1.6	Estrutura da dissertação.....	19
2	GERAÇÃO DE MAPA DE ALBEDO DE SUPERFÍCIE.....	19
2.1	Introdução.....	20
2.2	Cálculo do Albedo de Superfície.....	21
2.2.1	Cálculo da calibração radiométrica	22
2.2.2	Cálculo da reflectância	23
2.2.3	Cálculo do albedo planetário	24
2.2.4	Cálculo da transmissividade atmosférica	24
2.2.5	Cálculo do albedo de superfície	25
2.3	Conclusão Parcial	25
3	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
4	METODOLOGIA PROPOSTA.....	28
4.1	Seleção de dados de entrada.....	28
4.2	Cálculo do albedo de superfície e geração dos mapas	30
4.3	Recorte do mapa de albedo por tipos de uso	31
4.4	Detecção de observações anormais	31
4.5	Variação do albedo de superfície por classe de uso da Terra.....	31

4.6	Distribuição das classes por valores de albedo de superfície	32
5	RESULTADOS OBTIDOS.....	33
5.1	Seleção de dados de entrada	33
5.2	Cálculo do albedo de superfície	36
5.3	Resultados dos recortes	36
5.4	Detecção de amostras anormais	38
5.5	Variação do albedo de superfície por classe	39
5.6	Distribuição das classes por valores de albedo de superfície	45
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	60
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8	ANEXO.....	65
8.1	ANEXO 1 – Mapeamento de Uso e Cobertura para as Bacias dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu	66
9	APÊNDICES.....	67
9.1	APÊNDICE 1 – Mapas de Albedo de Superfície.....	68
9.2	APÊNDICE 2 – Tabelas de Predominâncias	69

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 1.1 Esquema de representação de trocas de energia (PhysicalGeography.net).	16
FIG. 3.1 Localização da área de estudo.....	26
FIG. 4.1 Diagrama das etapas metodológicas.	28
FIG. 4.2 Mapa de uso da Terra – BHRGM (dados de 2007). Adpatado do Geoportal Embrapa (PEDREIRA et al., 2009)	30
FIG. 5.1 Mapeamento Temático de Uso e Cobertura da Terra (PEDREIRA et al., 2009).	34
FIG. 5.2 Mapa de Albedo de Superfície de 23 de Fevereiro de 2007 – BHRGM.	36
FIG. 5.3 Recortes das classes de uso da Terra para a BHRGM.....	37
FIG. 5.4 Distribuição dos valores anormais na classe mangue.	38
FIG. 5.5 Gráfico de distribuição das médias mínimas e máximas de albedo por classe de uso da Terra.....	42

LISTA DE TABELAS

TAB. 2.1 Coeficientes de Calibração Radiométrica (Barros, 2012).....	23
TAB. 5.1 Análise da qualidade das imagens Landsat 5-TM.....	35
TAB. 5.2 Variação do albedo de superfície	40
TAB. 5.3 Abreviações para cada classe de uso da Terra.	41
TAB. 5.4 Valores mínimos de albedo de superfície por unidade de imagem.....	42
TAB. 5.5 Valores máximos de albedo de superfície por unidade de imagem.	43
TAB. 5.6 Diferenças entre máximos e mínimos de albedo de superfície por unidade de imagem.....	43
TAB. 5.7 Faixas de albedo por classe de uso da Terra.	45
TAB. 5.8 Predominância entre classes para imagem de 21 de Dezembro de 2006.	47
TAB. 5.9 Predominância entre classes para imagem de 23 de Fevereiro de 2007.	48
TAB. 5.10 Predominância entre classes para imagem de 11 de Março de 2007.	49
TAB. 5.11 Predominância entre classes para imagem de 27 de Março de 2007.	51
TAB. 5.12 Predominância entre classes para imagem de 12 de Abril de 2007.	52
TAB. 5.13 Predominância entre classes para imagem de 15 de Junho de 2007.....	54
TAB. 5.14 Predominância entre classes para imagem de 02 de Agosto de 2007.	56
TAB. 5.15 Predominância entre classes para imagem de 19 de Setembro de 2007.	57
TAB. 5.16 Predominância entre classes para imagem de 05 de Outubro de 2007.	58

LISTA DE SIGLAS

BHRGM	Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
COMPERJ	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
EIBEX	Estudos Integrados de Bacias Experimentais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETM	Enhanced Thematic Mapper
IAF	Índice de Área Foliar
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MDE	Modelo Digital de Elevação
PM-FAO	Penman-Monteith - Food and Agriculture Organization of the United Nations
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NC	Nível de cinza
ND	Número Digital
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
PVI	Proposição do Índice de Vegetação
REM	Radiação Eletromagnética
SAVI	Soil-Adjusted Vegetation Index
SEBAL	Surface Energy Balance Algorithm for Land
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TM	Thematic Mapper
USGS	United States Geological Survey

RESUMO

A superfície terrestre serve de palco de inúmeras alterações em termos de uso e cobertura, sendo constantemente remodelada em função das necessidades e atividades humanas, assim como por fenômenos e processos naturais. Assim, atividades de monitoramento são importantes como meio de auxiliar no planejamento dos recursos terrestres e como tentativa de mitigação dos efeitos nocivos gerados por alterações submetidas à superfície. Uma das consequências dessas transformações está associada à capacidade de troca de energia entre superfície e atmosfera, tendo em vista que superfícies heterogêneas possuem capacidades distintas de reflectância, o que pode promover condições climáticas locais distintas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a forma como o albedo da superfície varia ao longo de vários tipos de uso da Terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, localizada no estado do Rio de Janeiro. A metodologia proposta inclui a geração de mapas de albedo, obtidos a partir do processamento de imagens do satélite landsat 5, sensor TM, utilizando o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), assim como as análises de suas estatísticas básicas para cada tipo de uso analisado e da probabilidade de ocorrências de cada tipo de uso por intervalos de valores de albedo. Os resultados mostraram que os tipos analisados, sujeitos a menores interferências antrópicas, apresentam valores mais baixos para albedo da superfície, por exemplo, vegetação avançada e vegetação média. Por outro lado, tipos de usos de influência antrópica apresentam maiores valores de albedo como, por exemplo, solo exposto, áreas urbanas e áreas de cultivo. A faixa de valores de 10% a 15% de albedo foi considerada como uma faixa de transição, uma vez que foram observadas ocorrências todos os tipos de uso avaliados. Com a metodologia apresentada, é possível descrever de forma detalhada a distribuição de valores de albedo, assim como a identificação dos tipos de uso de ocorrência mais provável em diferentes faixas de valores de albedo de superfície.

ABSTRACT

The use of the Earth surface is continuously changing due to the Mankind's activities as well as to natural phenomena. Therefore, it is important to monitor these changes in order to support both planning and usage of resources as well as to assess strategies to mitigate collateral damages. We cite a consequence related to the energy balance between the Earth surface and the atmosphere, that directly influences local weather conditions all along the surface. In this context, we aim at assessing the distribution of albedo values observed at different types of Land use along the Guapi-Macacu river basin, situated at Rio de Janeiro. The methodology we propose to achieve it includes the computation of albedo maps by processing images acquired by the Landsat 5 TM sensor under the SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*) method. Then, basic statistics about these values are organized by Land use types for analysis and, on the other hand, the Land use types are ranked based on the probability of matching to a range of albedo values. We observed that lower values of albedo are more likely for natural types of land use such as vegetation and swamp, and higher values of albedo are more likely for anthropic types such as urban areas and crop areas. An intermediary range of albedo values from 10% to 15% may contain several types of land use, even all of them. This methodology enriches the description of the albedo values distribution as well as indicate likely types of Land use by different ranges of albedo values.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A partir do advento da Revolução Industrial, se intensificaram as ocorrências de alterações sobre a superfície terrestre, estando estas intrinsecamente relacionadas às atividades humanas que ao se apropriarem de seus recursos os transforma de acordo com suas necessidades. Este processo gera, na maioria das vezes, algum tipo de impacto sobre o meio ambiente. O crescimento populacional, o avanço das fronteiras agrícolas, a ampliação de redes de transporte e comunicação, são alguns dos exemplos de atividades que colaboram para as recentes transformações (IBGE, 2015).

Nesse contexto, surge a necessidade de acompanhamento e monitoramento das transformações da superfície terrestre. Este tema recebeu maior visibilidade a partir do surgimento da Comissão Mista para Informação e Classificação do Uso da Terra em 1971, tornando-se o marco mundial em estudos relacionados ao monitoramento de uso e cobertura (IBGE, 2006).

Conforme descrito no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), “o conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e cobertura da Terra é de fundamental importância para orientar a utilização racional do espaço” onde dados obtidos a partir de imagens de satélite podem ser utilizados como fonte básica para o mapeamento deste tema, embora, conforme destacou o Instituto, não sejam por si só considerados suficientes para representar a realidade espacial.

Porém, com os avanços tecnológicos das últimas décadas, cada vez mais produtos obtidos por sensores remotos estão sendo utilizados como ferramentas úteis para o monitoramento de fenômenos de diversas naturezas, dentre elas, meteorológica e ambiental, proporcionando uma melhor avaliação dos recursos naturais (BEZERRA et al., 2011).

Para o processo de identificação de tipologias de uso e cobertura terrestre, inúmeros autores utilizaram o método de classificação baseado nos números digitais extraídos diretamente das fitas magnéticas compatíveis com computadores, os quais representam os níveis de cinza presentes em cada pixel da imagem, para extraírem informações. Dentre alguns autores pode-se citar: Epiphanyo e Formaggio (1983).

Em contrapartida, autores como Brito Neto et al., (2008) ressaltaram a importância das correções e da conversão dos valores brutos das imagens de satélite (números digitais – ND) em valores físicos de radiância e reflectância.

Nesse contexto, o princípio da detecção remota sugere a existência de uma fonte de energia que ilumine ou mesmo forneça energia ao alvo de interesse. A fonte energética mais comumente conhecida é o Sol, sua radiação no percurso até a superfície terrestre sofre interação com a camada atmosférica que poderá bloquear parcialmente esta energia, fazendo com que parte desta não atinja a superfície. A parcela de energia que atinge os alvos terrestres, também, poderá ser parcialmente refletida. Sua capacidade em refletir energia dependerá das características dos próprios alvos, permitindo assim, que sejam identificadas distinções entre eles (GARCIA et al., 2013).

A radiação emitida pelo Sol é composta por tipos diferentes de radiação eletromagnética (REM). Essa diferença se dá por meio do critério fundamentado no modelo ondulatório que divide a REM em comprimentos de ondas diferentes, ou seja, por um critério de discriminação espectral (PONZONI et al., 2007).

A REM sofre modificações em sua trajetória e fluxo quando interage com a superfície terrestre, o que se deve às propriedades de reflexão, transmissão e absorção da superfície, havendo assim, uma variação em termos de radiação eletromagnética (OLIVEIRA, 2008). Assim, como método alternativo para correção de efeitos atmosféricos é possível destacar a variável albedo de superfície, uma vez que em seu cômputo são requeridas estas correções.

Na definição apresentada por Giongo (2008), albedo de superfície é a razão entre energias refletidas e incidentes sobre um dado alvo terrestre. O conhecimento desta variável é

importante, pois se trata de um parâmetro de entrada na determinação do balanço de energia de superfície. A figura 1.1 apresenta esquematicamente este processo.

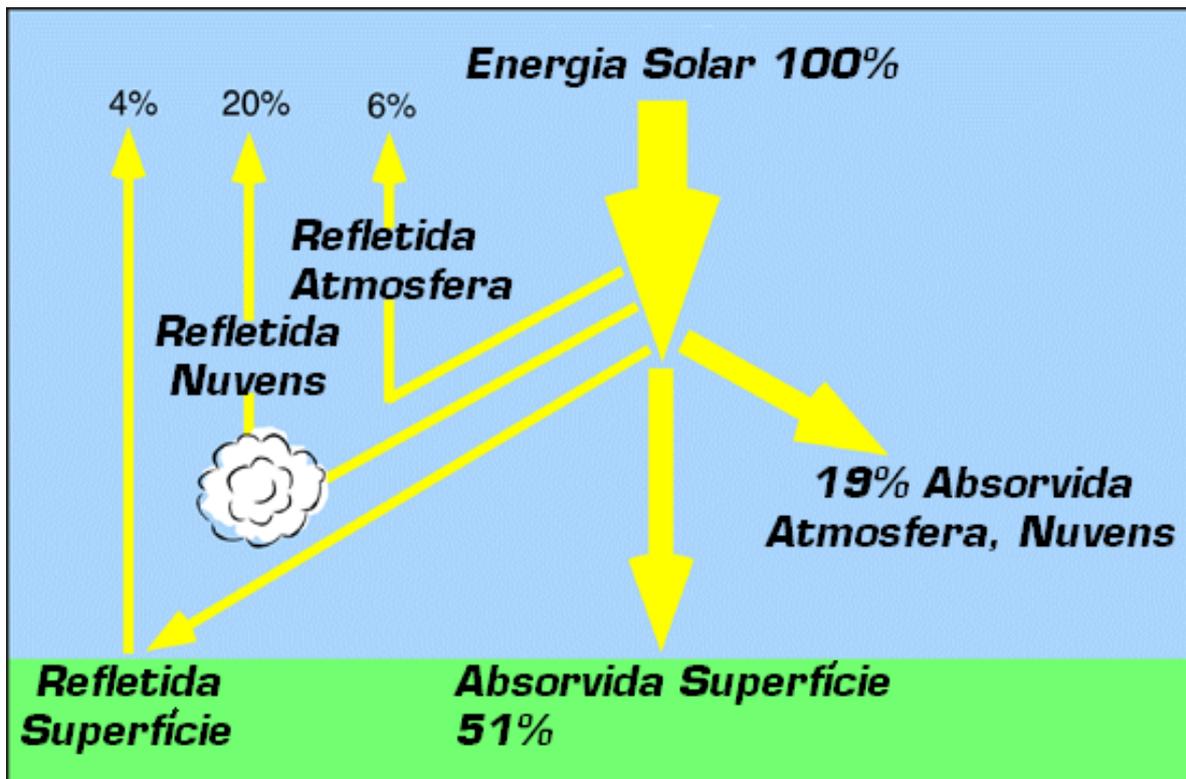


FIG. 1.1 Esquema de representação de trocas de energia (PhysicalGeography.net).

Geralmente estudos envolvendo esta variável são realizados in loco. Contudo, em sua maioria são onerosos e espacialmente reduzidos, necessitando muitas vezes de modelos de interpolação. Entretanto, os avanços das técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram estimar o albedo de superfície com relativa rapidez, baixo custo e para áreas espacialmente mais abrangentes (PAVÃO et al., 2015)

O albedo de superfície varia de acordo com características dos alvos terrestres sobre os quais a energia solar incide, como, também, das condições das próprias superfícies e do solo como: textura, umidade, rugosidade, tonalidade, presença de cobertura vegetal, densidade da cobertura vegetal, capacidade térmica, dentre outros fatores (NOVAS, 2008).

Segundo Pereira et al., (2002) um fator importante a ser considerado refere-se ao albedo da vegetação, pois quanto mais escura for a vegetação, menor será sua capacidade de reflexão da energia, conseqüentemente, maior a absorção e maior o saldo de balanço de energia.

Contudo, de acordo com esses autores, quanto maiores e mais densas forem as coberturas vegetadas, mais interagem com a atmosfera em movimento, contribuindo, assim, para o aumento da evapotranspiração e, conseqüentemente, a manutenção do ciclo hidrológico.

De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) balanço de energia de superfície é a diferença entre a entrada e a saída de elementos de um sistema. Suas componentes principais do sistema terrestre incluem: superfície, atmosfera e nuvens. O balanço de radiação é obtido pela contabilização da radiação solar de ondas curtas e a radiação terrestre de ondas longas (NOVAS, 2008).

Nesse sentido, a variável albedo de superfície é empregada neste trabalho como base alternativa para viabilizar a extração de informações a partir da sua variação sobre diferentes tipologias de usos terrestres em imagens de satélites e, especialmente, por aplicar em seu cômputo a correção dos efeitos atmosféricos, minimizando assim, as interferências que esses efeitos possam agregar as imagens.

Autores como Pinheiro et al., (2010) utilizaram-se do estudo da variável física albedo de superfície como meio de avaliar sua sazonalidade para a microbacia do semiárido brasileiro, através de produtos do satélite Landsat 5 com a metodologia proposta por Bastiaanssen (1995). Após aplicação desta metodológica puderam observar a variação sazonal do albedo entre as estações secas e chuvosas, demonstrando que o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land ou Balanço de Energia de Superfície) é bem sucedido para o cômputo desta variável.

Lima et al., (2009), também, utilizaram o algoritmo para estimar a evapotranspiração em áreas irrigadas utilizando imagens do sensor Landsat 5 – TM e compararam seus resultados com os obtidos pelo método de PM-FAO, onde concluíram que a evapotranspiração estimada pelo SEBAL no pixel em que se encontra a estação meteorológica, foi de 1,15 mm/dia em relação ao segundo método. Os autores sugeriram que esta diferença possa ter sido gerada devido à resolução espacial das imagens Landsat.

Di Pace et al., (2008) empregaram o mesmo método para mapeamento do saldo de radiação de energia em superfície com imagens do satélite Landsat 5 e modelo digital de

elevação (MDE) e, concluíram que a aplicação do modelo digital de elevação no cálculo de emissividade, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), albedo e temperatura de superfície apresentaram maiores variações em relação a estimativa baseada nas imagens de satélite, nesse caso, devem ser levados em consideração os efeitos topográficos da área.

1.2 MOTIVAÇÃO

A motivação está na capacidade da variável albedo de superfície representar as condições relativas à reflectância dos alvos terrestres, colaborando, assim, para o entendimento sobre a participação desses alvos para o balanço de energia de superfície.

1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a variação do albedo de superfície em diferentes tipos de usos da Terra na região da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ. Para atingir este objetivo, foram avaliadas as variações de valores de albedo por classes de tipologias de uso e, também, as tipologias predominantes por faixas de valores de albedo.

1.4 HIPÓTESE

A hipótese é a de que a variável albedo de superfície possa ser empregada como um recurso adicional na identificação e distinção de tipologias de uso da Terra e que seus resultados possam colaborar como base auxiliar no planejamento e gestão dos recursos terrestres.

1.5 JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho está na capacidade de acompanhar a variação do albedo superfície de forma mais rápida que os métodos de medição direta (in situ), abrangendo maiores escalas espaciais, a baixo custo e com eficiência nos resultados.

Seus resultados podem auxiliar nas áreas de Climatologia como, por exemplo, para fins de avaliar alterações climáticas decorrentes de mudanças no uso da terra mediante análise das componentes do balanço de energia. Assim, como, na área de Hidrologia, tendo em vista a contribuição da componente albedo de superfície no ciclo hidrológico, dentre outras aplicações.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Dado o contexto apresentado neste capítulo, o capítulo 2 abordará a metodologia adotada para cálculo do albedo de superfície. O capítulo 3 apresentará a descrição da área de estudo. No capítulo 4 será apresentada a metodologia aplicada, além dos critérios e parâmetros adotados para análise. O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta empregando os dados da área de estudo. No capítulo 6 estão descritas as conclusões e sugestões de trabalhos futuros. Em seguida, serão apresentadas as referências bibliográficas no capítulo 7 utilizadas no desenvolvimento desta dissertação e, por fim, seguem os anexos e apêndices em formato digital (CD em anexo) descritos nos capítulos 8 e 9.

2 GERAÇÃO DE MAPA DE ALBEDO DE SUPERFÍCIE

2.1 INTRODUÇÃO

Durante a passagem da REM, ocorre interação com as moléculas dos constituintes gasosos e dos materiais suspensos (aerossóis) presentes na atmosfera, fazendo com que haja interferência na intensidade dos fluxos radiantes nos dois sentidos Sol-Terra e Terra-sensor. A REM ao interagir com a atmosfera pode sofrer dois tipos de efeitos, o de absorção e o de espalhamento ou radiação difusa, os quais promovem atenuação da irradiância solar que atinge a superfície terrestre em relação aos valores observados no topo da atmosfera (MENESES, 2012).

O mais nocivo ao sensoriamento remoto é a absorção, pois, há a possibilidade de impedimento ou redução da passagem da radiação solar à Terra e desta ao sensor, sendo possível captar apenas os comprimentos de ondas que atravessam as chamadas janelas atmosféricas. Já no espalhamento, supõe-se que a energia seja apenas redirecionada, fazendo com que o sensor receba não somente energia refletida pelos alvos, mas energia adicionada da radiação que a atmosfera espalhou antes que esta atingisse a Terra (MENESES, 2012).

Assim, muitos estudos objetivaram a correção dos efeitos atmosféricos. Dentre alguns trabalhos relacionados se destacam:

Epiphanyo e Formaggio (1983) trataram a temática sobre correção de efeitos atmosféricos como uma alternativa à prática clássica de obtenção de informações extraídas de imagens de sensores orbitais, denominado número digital (ND), valores estes associados aos pixels, como a escala radiométrica que determina os níveis de intensidade de energia captados pelos sensores. Esses autores além de darem destaque à importância da correção dos efeitos atmosféricos, concluíram que os valores resultantes dessa correção são radiometricamente mais corretos que os valores digitais originais.

Bezerra et al., (2011) avaliaram a influência atmosférica no albedo de superfície e no índice de vegetação (NDVI). Estas influências acompanham o produto final do sensor remoto, de tal forma a influir diretamente sobre resultados obtidos sobre esses produtos. O principal objetivo desses autores foi avaliar os impactos das correções atmosféricas, utilizando-se de

duas metodologias: a do SEBAL, cuja estimativa é baseada na combinação linear das reflectâncias das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 para produtos do satélite Landsat 5, sensor TM, por exemplo, e o método baseado em correções atmosféricas no cômputo da reflectância desenvolvido por Allen et al., (2007b). Assim, destacaram que foram obtidos resultados consistentes por meio desses métodos, dispensando a utilização de códigos de transferência radioativa complexos.

Barros (2012) elaborou um estudo de caso para a bacia do Rio Piabanha no Rio de Janeiro, onde avaliou o uso do algoritmo SEBAL para estimativa da evapotranspiração utilizando-se de imagens do satélite Landsat 5-TM em comparação aos resultados obtidos pelo método de Penman-Monteith-FAO, obtidos com medidas in situ fornecidas pelas estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do EIBEX. Seus resultados mostraram que a aplicação do algoritmo, como base para estimativa da evapotranspiração, apresentou-se eficiente para esta finalidade.

Leite e Brito (2012), também, se propuseram avaliar o desempenho do algoritmo SEBAL na modelagem térmica para a bacia do rio Vieira no Norte de Minas Gerais. Neste trabalho foram comparadas medições de temperatura local em estações de controle e dados de temperatura obtidos através do algoritmo, vindo a concluir que o algoritmo, em comparação aos valores medidos nas estações, se mostrou eficiente apresentando acurácia geral de 0,96%, tendo em vista que os dados coletados nas estações são medidos a 1,5 metros da superfície, enquanto que os dados do satélite Landsat 5 são medidos a 705 km de altura.

2.2 CÁLCULO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE

Albedo de superfície é definido como uma razão entre energias refletidas e incidentes sobre um dado alvo terrestre (GIONGO, 2008). Uma das metodologias de cálculo para obtenção desses valores é por meio do algoritmo SEBAL. Este foi testado e validado em diversas regiões do globo como: Estados Unidos da América, China, Egito, Espanha, Argentina, Índia, Brasil entre outros (TASUMI, 2003).

Para estimar o albedo através deste algoritmo, são necessárias 5 etapas descritas nos tópicos a seguir:

2.2.1 CÁLCULO DA CALIBRAÇÃO RADIOMÉTRICA

Calibração radiométrica é entendida como um processo que aplica conversão do número digital em radiância espectral monocromática $L_{\lambda i}$. Nesse trabalho foram empregadas imagens do satélite Landsat 5-TM, sendo esta aplicada individualmente para as bandas refletivas (canais 1, 2, 3, 4, 5 e 7). O canal 6 não é empregado, pois, os valores obtidos para essa banda representam a energia emitida por unidade de pixel e não energia refletida. O cálculo da calibração radiométrica pode ser obtido através da equação - EQ 2.1 proposta por (MARKHAM e BARKER, 1987).

$$L_{\lambda i} = a_i + (b_i - a_i) / 255 \times ND \quad \text{EQ 2.1}$$

Onde,

$L_{\lambda i}$ é a radiância solar monocromática de cada banda;

i corresponde a cada um dos canais correspondentes às bandas do sensor TM/LANDSAT;

a_i é o coeficiente de calibração – radiância mínima de cada banda (TAB. 2.1);

b_i é o coeficiente de calibração – radiância máxima de cada banda (TAB. 2.1);

255 corresponde à escala máxima de valores digitais de imagens de 8 bits (0-255);

ND é o número digital de cada banda.

Os coeficientes de calibração utilizados nesta etapa e na do cálculo da reflectância, foram extraídos de Barros (2012).

TAB. 2.1 Coeficientes de Calibração Radiométrica (Barros, 2012).

Descrição das bandas	Coeficientes de calibração (W. m ⁻² . Sr ⁻¹ . μm ⁻¹)		Irradiância espectral (W. m ⁻² . Sr ⁻¹ . μm ⁻¹)
	a _i	b _i	
1 (azul)	-1,52	193	1957
2 (verde)	-2,84	365	1826
3 (vermelho)	-1,17	264	1554
4 (IV próximo)	-1,51	221	1036
5 (IV médio)	-0,37	30,2	215
6 (IV termal)	1,2378	15,303	-
7 (IV médio)	-0,15	16,5	80,67

2.2.2 CÁLCULO DA REFLECTÂNCIA

Esta etapa tem por objetivo quantificar a capacidade de um dado alvo refletir a radiação solar incidente sobre si, através do cálculo da reflectância¹. O mesmo pode ser obtido através da equação - EQ 2.2 proposta por Allen et al., (2002).

$$P_{\lambda i} = (\pi \times L_{\lambda i}) / (K_{\lambda i} \times \cos Z \times dr) \quad \text{EQ 2.2}$$

Onde,

$P_{\lambda i}$ é a reflectância monocromática para as bandas de 1 a 5 e 7.

$L_{\lambda i}$ é a irradiância solar monocromática de cada banda, obtida na primeira etapa do algoritmo;

$K_{\lambda i}$ é a irradiância solar monocromática de cada banda no topo da atmosfera (coeficientes de calibração – TAB. 2.1);

Z é o ângulo zenital solar em radianos e;

dr é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em determinado dia do ano.

¹ Razão entre a quantidade de energia radiante que deixa uma unidade de área no terreno (Radiância) pela quantidade de energia incidente naquela área (Irradiância), medida no mesmo instante de tempo.

Para obtenção de do valor de d_r , Tasumi (2003) descreve a equação - EQ 2.3 apresentada:

$$d_r = 1 + 0,033 \times \cos(DJ \times 2\pi / 365) \quad \text{EQ 2.3}$$

Onde,

DJ é o dia sequencial do ano.

2.2.3 CÁLCULO DO ALBEDO PLANETÁRIO

O albedo planetário α_{toa} representa o albedo não ajustado à transmissividade atmosférica. Seu cálculo consiste na combinação linear das reflectâncias monocromáticas das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. De acordo com Bastiaanssen (1995) α_{toa} pode ser calculado através da equação - EQ 2.4:

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad \text{EQ 2.4}$$

Onde,

α_{toa} é o albedo no topo da atmosfera;

$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_5$ e ρ_7 são as reflectâncias monocromáticas das respectivas bandas.

2.2.4 CÁLCULO DA TRANSMISSIVIDADE ATMOSFÉRICA

A transmissividade atmosférica é definida como a fração de radiação incidente no topo da atmosfera e representa os efeitos atmosféricos de absorção e espalhamento. Pode ser obtida com base na equação definida por Allen et al., (2002) a qual demanda valores de altitude. Por essa razão, é necessário dispor de um modelo digital de elevação (MDE) para a região avaliada. A equação - EQ 2.5 dispõe do cômputo da transmissividade.

$$t_{oc} = 0,75 + (2 \times 10^{-5}) \times Z \quad \text{EQ 2.5}$$

Onde,

t_{oc} representa a transmissividade no topo da atmosférica e;

Z nesse caso representa a altitude de cada pixel em metros (MDE).

2.2.5 CÁLCULO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE

O albedo de superfície (α) pode ser calculado através da equação EQ 2.6.

$$\alpha = \alpha_{toa} - \alpha_a / t_{2oc} \quad \text{EQ 2.6}$$

Onde,

α_{toa} é o albedo no topo da atmosfera;

α_a é a radiação solar refletida pela atmosfera. Para Bastiaanssen (2000) está definida como sendo uma variação de 0,025 e 0,040, sendo recomendado o valor de 0,030 pelo autor e;

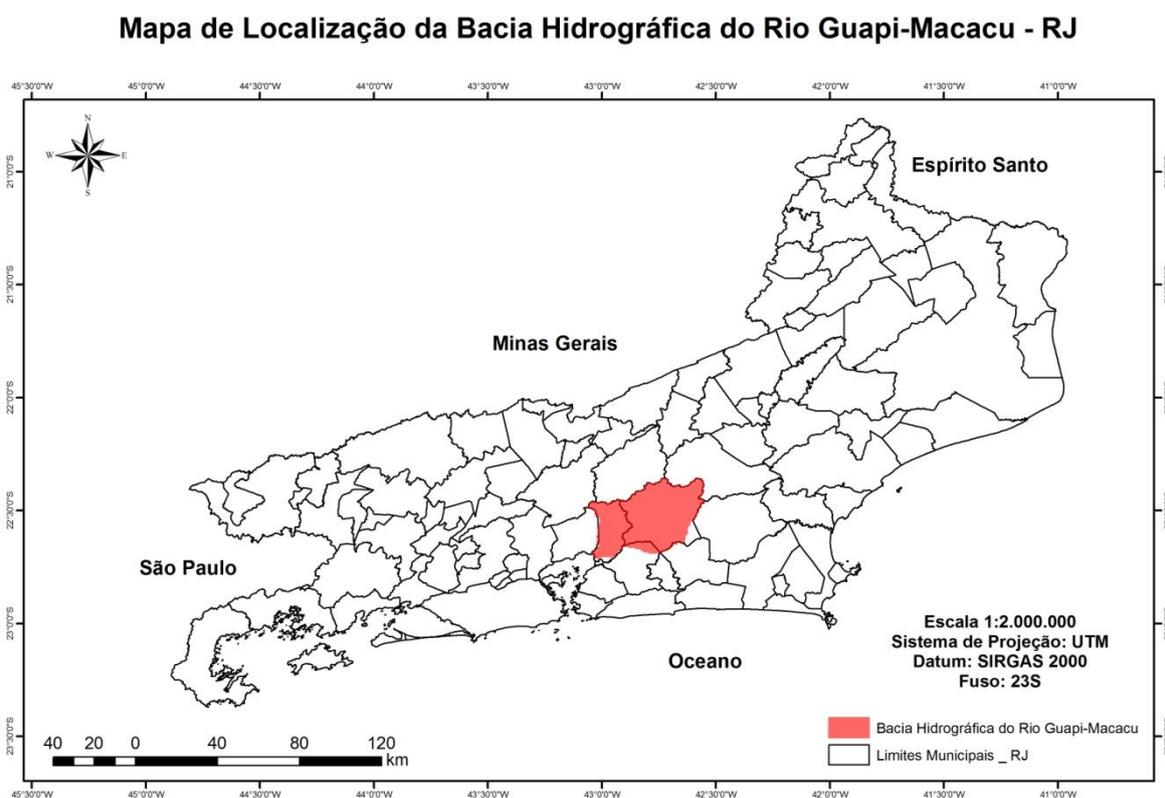
t_{2oc} é transmissividade atmosférica ao quadrado.

2.3 CONCLUSÃO PARCIAL

É possível gerar um mapa de albedo a partir de uma imagem Landsat 5 e um modelo digital de elevação. Todas as equações apresentadas podem ser aplicadas em calculadoras matriciais, disponíveis em programas como o ArcGIS e o Quantum GIS. O resultado deste processo é um arquivo matricial em formato Geo TIFF.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada corresponde à bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (BHRGM). Esta bacia abrange grande parte da área de drenagem da baía de Guanabara com aproximadamente 1457 km², abrangendo o município de Cachoeira de Macacu e parte dos municípios de Itaboraí e Guapimirim, situados na porção leste da baía, no Estado do Rio de Janeiro (PEDREIRA et al., 2009). A figura 3.1 ilustra a localização da bacia sobre o mapa do estado do Rio de Janeiro.



Esta bacia é caracterizada por um relevo muito diversificado indo de áreas planas, no nível do mar, até regiões serranas, com declividades acentuadas e altitudes que ultrapassam os 2.000 metros (FIDALGO et al., 2009).

No que diz respeito à Geologia, a região da baía de Guanabara, de acordo com Pedreira et al., (2009), “corresponde a um compartimento estrutural tectonicamente rebaixado, de idade Cenozoica” (área denominada de Baixada Fluminense)².

Climaticamente, de acordo com Pedreira et al., (2009) “o clima regional é classificado como tropical úmido, com estação seca pouco pronunciada, com temperatura máxima de 35° C, mínima de 13° C, sendo a média superior a 18° C em todos os meses”.

Segundo IBGE (1992) a bacia possui cobertura original essencialmente florestal, apresentando alto grau de diversidade de ecossistemas, reunidos na unidade fitoecológica Floresta Ombrófila Densa.

Em termos ocupacionais, não se pode deixar de mencionar que nos últimos anos a dinâmica de ocupação nesta região esteve, em grande parte, condicionada a implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ). Contudo, historicamente, Prado et al., (2014), destacaram que se trata de uma região que vivenciou vários ciclos agrícolas e econômicos, como o extrativismo madeireiro e os ciclos do café e da cana de açúcar, além, de períodos de olarias, ainda presentes em alguns municípios. Com a decadência dos ciclos no final do século XIX, foram iniciadas várias obras que viabilizaram o adensamento urbano na região, como, obras de drenagem e retificação de rios, dentre eles os rios Macacu e Guapiáçu. Seguiram-se, também, aberturas de rodovias, como, por exemplo, a atual BR-101.

A escolha dessa área de estudo se justifica dentre outras coisas por sua diversidade de usos da superfície, as quais são compostas por: vegetação em estágios inicial, médio e avançado de regeneração, áreas de mangue, áreas urbanas densas e de baixa densidade, campos de altitude, afloramentos rochosos, áreas agrícolas, solo exposto, solo úmido, pastagem e água; pela proximidade em termos de conhecimento sobre a bacia e, também, pelo fato de que estejam disponibilizados para esta área, mapeamentos periódicos produzidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), cujos arquivos digitais serviram como base de delimitação dos tipos de uso na área da bacia.

² Disponível em: <<http://www.portalbaiadeguanabara.org.br>>. Acesso em 11/12/2014>.

4 METODOLOGIA PROPOSTA

Para o desenvolvimento metodológico, são empregadas as seguintes etapas: seleção de dados de entrada, cálculo e geração dos mapas de albedo de superfície, recorte do mapa de albedo por tipos de uso da Terra, detecção de observações anormais (outliers), análise por tipo de uso e análise por faixas de valores de albedo (FIG. 4.1).

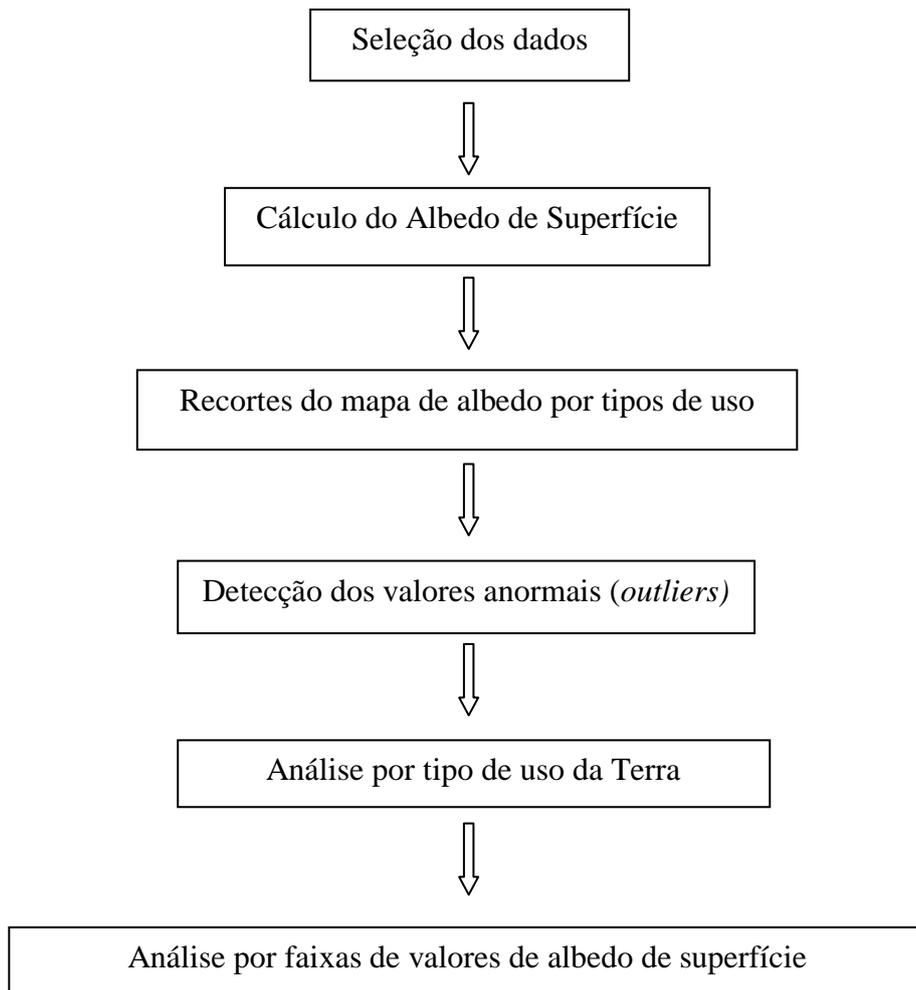


FIG. 4.1 Diagrama das etapas metodológicas.

4.1 SELEÇÃO DE DADOS DE ENTRADA

Para geração de dados para análise, foram selecionados os dados de entrada requeridos para o cálculo do albedo de superfície e para extração dos dados por tipo de uso da Terra, os quais estão descritos a seguir:

Primeiramente, necessitou-se de produtos de sensores remotos orbitais, no caso específico deste trabalho optou-se pelo produto do satélite Landsat 5, sensor TM, por ser um dos sensores calibrados para aplicação do método disposto no SEBAL. A fonte das imagens utilizadas foi o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Contudo, outras fontes podem ser buscadas para obtenção de imagens, como, por exemplo, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Recomenda-se que as imagens sejam ausentes de coberturas de nuvens, pois, estas coberturas comprometem a extração de informações sobre o alvo terrestre.

O segundo dado requerido é um modelo digital de elevação (MDE), requerido na etapa do cálculo da transmissividade atmosférica no cálculo do albedo de superfície. Neste trabalho, utilizou-se o MDE originário do sensor ASTER, cuja resolução espacial é de 30 metros, compatível com as imagens Landsat 5-TM utilizadas. Outras opções de produtos como, o SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, ou Missão Topográfica Radar Shuttle), com resolução espacial de 30 ou 90 metros, também, podem ser utilizadas.

Por fim, o terceiro dado requerido é um arquivo digital contendo os limites de cada classe de uso da Terra para recorte dos mapas de albedo de superfície (FIG. 4.2).

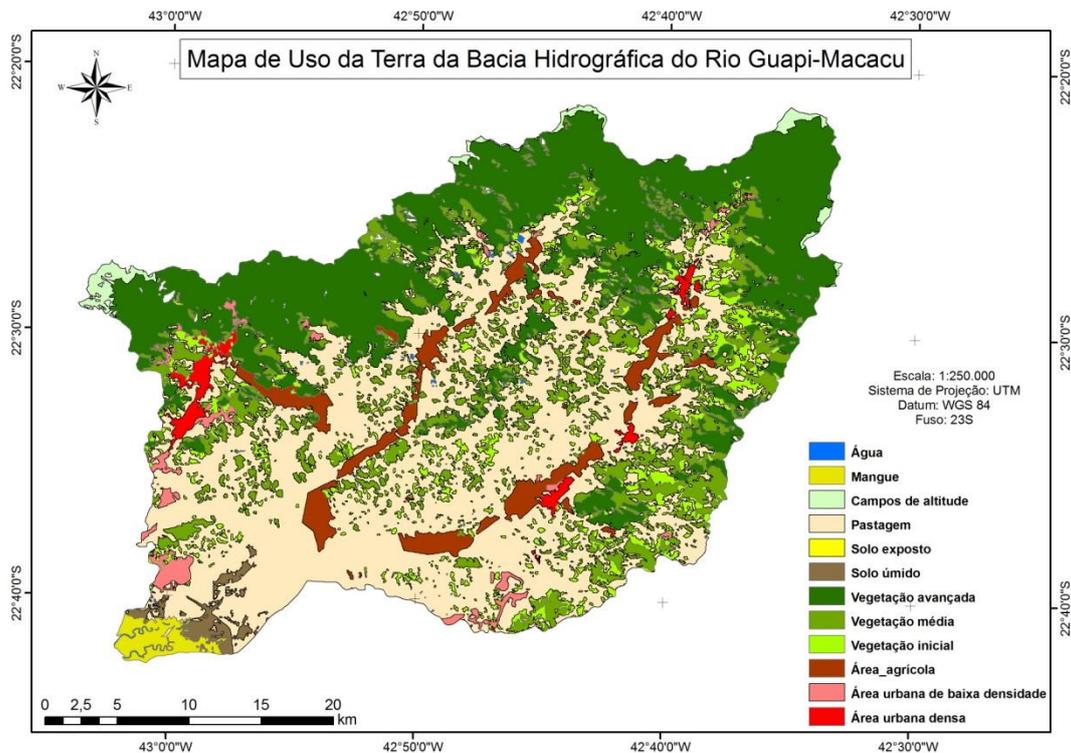


FIG. 4.2 Mapa de uso da Terra – BHRGM (dados de 2007). Adaptado do Geoportal Embrapa (PEDREIRA et al., 2009)

Neste trabalho, as classes de uso da Terra analisadas, foram classificadas como sendo de origem natural e de origem antrópica. O primeiro grupo é constituído das classes: campos de altitude, vegetação avançada, mangue, solo úmido, água, vegetação média, vegetação inicial, afloramento rochoso. E como classes de origem ou de influência antrópica, as classes: área urbana de baixa densidade, área agrícola, solo exposto, área urbana densa e pastagem.

4.2 CÁLCULO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE E GERAÇÃO DOS MAPAS

Para obtenção das amostras de valores de albedo por tipos de uso da Terra, primeiramente tem-se que calcular o albedo de superfície para toda a área da bacia selecionada. A partir de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM e de um modelo digital de elevação (MDE) emprega-se o algoritmo SEBAL para calcular os valores de albedo por unidade de pixel da imagem. O passo a passo do cálculo da variável está apresentado no subitem 2.2.

4.3 RECORTE DO MAPA DE ALBEDO POR TIPOS DE USO

De posse de dados digitais referentes aos limites das classes de uso da Terra, os valores de albedo obtidos são agrupados conforme os tipos indicados nesse mapa. Aplicativos de geoprocessamento como o ArcGis e o QGIS possuem recursos para realizar esta operação utilizando os contornos dos polígonos como máscara para o recorte. Cada conjunto de pixels com valores de albedo contidos nos limites indicados para cada classe compõe uma amostra de valores de albedo de superfície

4.4 DETECÇÃO DE OBSERVAÇÕES ANORMAIS

Uma das análises estatísticas propostas tem por objetivo avaliar a distribuição dos valores observados em cada amostra. Inicialmente, são identificados e eliminados valores anormais ou outliers, com base no intervalo interquartílico (IIQ), apresentado por Braga (2005). Segundo este critério, os limites inferior e superior do intervalo são definidos pelas EQ 4.1 EQ 4.2, respectivamente. Os valores de Q1 e Q3 são os valores do primeiro e do terceiro quartis da amostra, respectivamente. Os pixels cujos valores de albedo estejam fora deste intervalo são descartados da amostra.

$$\text{Limite inferior} = Q1 - 1,5 (Q3 - Q1) \quad \text{EQ 4.1}$$

$$\text{Limite superior} = Q3 + 1,5 (Q3 - Q1) \quad \text{EQ 4.2}$$

4.5 VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE POR CLASSE DE USO DA TERRA

Esta análise tem por objetivo descrever as variações dos valores de albedo dentro de uma mesma classe. Esta descrição consiste no cálculo de estatísticas como valores mínimo, máximo e das amplitudes do albedo de superfície de cada amostra o que permite avaliar a

distribuição e o comportamento da variável albedo para cada tipologia de uso, possibilitando ainda uma avaliação da capacidade do alvo na absorção e reflectância de energia.

Para avaliar a influência sazonal do albedo de superfície, foram analisadas as amostras referentes a mapas de albedo elaborados a partir de imagens produzidas ao longo de, aproximadamente, um ano. Isso se deve ao período do mapeamento que servirá de delimitação para os recortes das classes de uso, uma vez que o limite das classes pode variar significativamente ao longo do tempo. Assim, buscou-se avaliar um intervalo que mantivesse a confiabilidade quanto aos limites das classes de uso da Terra.

Neste trabalho, utilizou-se um quantitativo de 9 (nove) imagens referentes as datas: 21 de Dezembro de 2006, 23 de Fevereiro de 2007, 11 de Março de 2007, 27 de Março de 2007, 12 de abril de 2007, 15 de Junho de 2007, 02 de Agosto de 2007, 19 de Setembro de 2007 e 05 de Outubro de 2007.

4.6 DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES POR VALORES DE ALBEDO DE SUPERFÍCIE

O primeiro passo para análise da distribuição dos valores de albedo de superfície, consiste na discretização do intervalo de albedo. O limiar de 1% pode ser ampliado ou reduzido, mas o ideal é que seja na mesma ordem de grandeza do intervalo adotado. Neste trabalho, serão empregados intervalos de 1% tendo em vista que cada tipo de uso ocupa faixas de valores de albedo com diferentes amplitudes, como, por exemplo, entre 4% e 10%. Com isso, é possível calcular as frequências absolutas dos valores de albedo em cada classe.

O segundo passo é o cálculo das frequências relativas, com o objetivo de eliminar a influência do tamanho das amostras quando houver comparações entre classes.

O terceiro passo é a identificação de predominâncias de classes em cada intervalo com base nas frequências relativas. Esses valores são normalizados (soma igual a 100%) para fins de compatibilização de ordens de grandeza. As classes são então elencadas com base no valor

normalizado, dispostas em ordem decrescente até atingir a soma de 80%. Esse valor foi arbitrado por causa do princípio de Pareto, mas pode ser ampliado ou reduzido.

Com relação à análise das predominâncias entre as classes, os casos em que classes distintas apresentam valores percentuais muito próximos, o que inviabiliza destacar qual classe predomina em relação às outras, estabeleceu-se um critério de empate entre essas classes. Para este trabalho, arbitrou-se como limiar uma variação de 1% para mais ou para menos para alocação de classes concorrentes na mesma posição no ranking. Desta forma, haverá intervalos de albedo em que mais de uma classe poderá ser predominante, para qualquer que seja sua posição neste ranking.

Ao final deste processo, atribui-se a cada intervalo uma lista de classes em ordem decrescente de probabilidade de ocorrência.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 SELEÇÃO DE DADOS DE ENTRADA

O primeiro dado de entrada requerido para o desenvolvimento da metodologia proposta é um mapa digital de uso e cobertura da Terra que servirá de referência para determinação dos limites de corte no mapa de albedo das classes analisadas. Neste trabalho a base tem como fonte a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Este se refere ao mapeamento de uso e cobertura da Terra elaborado para a data de 02 de Agosto de 2007 sobre produto do satélite Landsat 5 para as áreas das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu, área teste selecionada para este trabalho e, para a bacia hidrográfica do rio Caceribu adjacente. A figura 5.1 apresenta o mapeamento elaborado na íntegra para ambas as bacias no ano de 2007. Os dados utilizados para recorte das classes analisadas para a bacia do rio Guapi-Macacu, estão disponibilizadas em formato digital no anexo 8.1.

Uso e Cobertura da Terra nas Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu em 2007

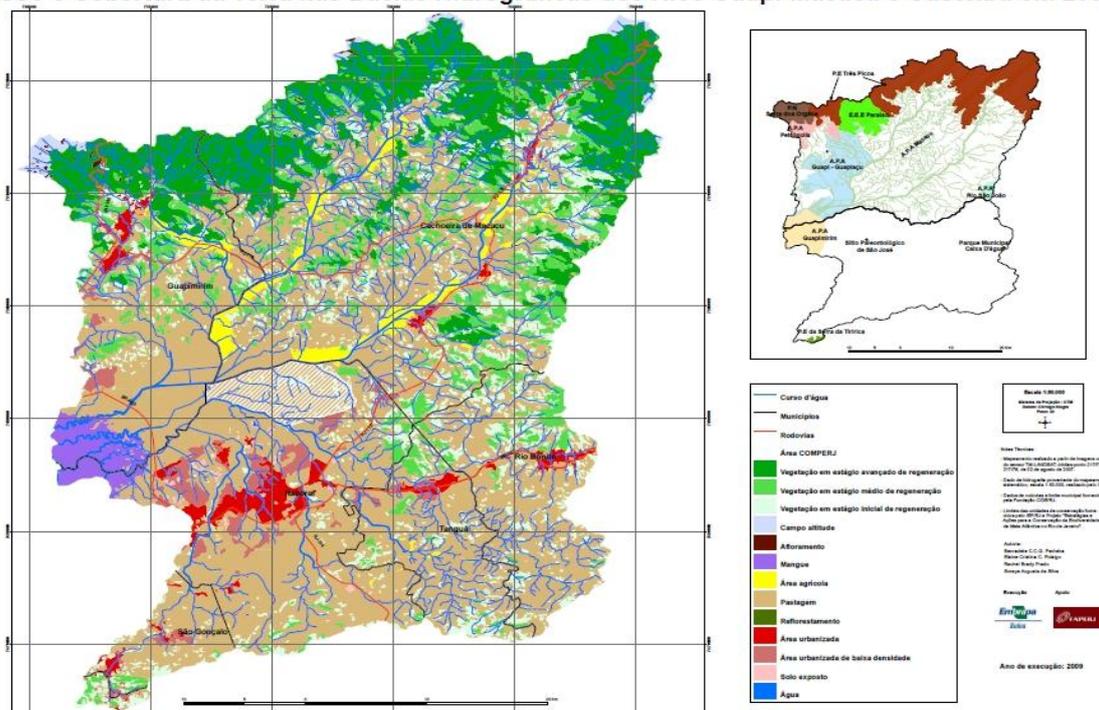


FIG. 5.1 Mapeamento Temático de Uso e Cobertura da Terra (PEDREIRA et al., 2009).

O segundo conjunto de dados requeridos refere-se às imagens orbitais. Para os limites da área teste foram selecionadas imagens da órbita 217 ponto 76, imagens estas promovem um conjunto amostral das classes analisadas, sendo suficientes para a extração de amostras de valores de albedo por unidade de tipologia de uso da Terra. Contudo, convém ressaltar que, para cobrir totalmente a área teste, são necessárias as imagens dos pontos 75 e 76 da órbita 217, sendo que o ponto 75 só recobre parcialmente 2 das 13 classes avaliadas: vegetação avançada e campos de altitude. Por essa razão, optou-se empregar a imagem ponto 76 em função do quantitativo amostral dessas duas classes na imagem do ponto 75.

Um fator relevante na seleção das imagens utilizadas refere-se ao quantitativo de cobertura de nuvens presente na imagem. Como não foram encontradas na literatura taxas aceitáveis de cobertura de nuvens que sejam capazes de atender às necessidades de cálculo da variável albedo, arbitrou-se para este trabalho uma tolerância máxima de 30% de cobertura para toda área de domínio da imagem. Foi levada em consideração a concentração desse percentual dentro da área teste. Isso se deve ao fato de que as coberturas de nuvens impedem o cálculo da variável sobre a superfície terrestre, que é o objetivo deste trabalho, computando apenas valores sobre a superfície da própria nuvem.

A tabela 5.1 apresenta uma classificação quanto ao nível de cobertura de nuvens para as imagens disponíveis no período de Dezembro de 2006 a Outubro de 2007 pela USGS. As imagens classificadas como ruins (vermelho) são aquelas que possuem um percentual de cobertura de nuvens superior ao limite de tolerância estipulado e como boas (azul) aquelas que estão abaixo do limite estipulado, com exceção a imagem de 18 de Agosto de 2007, que apesar de apresentar limite inferior a 30%, apresentou grande parcela de cobertura de nuvens acumulada nos limites internos à bacia, o que poderia comprometer o cálculo da variável sobre as classes analisadas neste trabalho.

TAB. 5.1 Análise da qualidade das imagens Landsat 5-TM.

DATA DAS IMAGENS	COBERTURA DE NUVENS (%)	CLASSIFICAÇÃO
21/dez/06	4,69	ANALISADA
06/jan/07	96,73	NÃO ANALISADA
22/jan/07	92,37	NÃO ANALISADA
07/fev/07	35,11	NÃO ANALISADA
23/fev/07	4,00	ANALISADA
11/mar/07	26,00	ANALISADA
27/mar/07	10,20	ANALISADA
12/abr/07	2,01	ANALISADA
28/abr/07	71,36	NÃO ANALISADA
14/mai/07	65,17	NÃO ANALISADA
30/mai/07	52,78	NÃO ANALISADA
15/jun/07	26,00	ANALISADA
01/jul/07	30,77	NÃO ANALISADA
17/jul/07	73,10	NÃO ANALISADA
02/ago/07	18,00	ANALISADA
18/ago/07	17,63	NÃO ANALISADA
03/set/07	59,77	NÃO ANALISADA
19/set/07	11,64	ANALISADA
05/out/07	15,00	ANALISADA

	NÃO ANALISADA
	ANALISADA
TOLERÂNCIA COBERTURA <= 30%	

O terceiro dado requerido é um modelo digital de elevação, que no caso deste trabalho optou-se pelo modelo do sensor ASTER, com resolução espacial de 30 metros. O modelo é empregado para o cálculo de transmissividade atmosférica apresentado na subseção 2.2.4.

De posse desses dados é possível calcular a variável albedo, aplicando-se para cada imagem os cálculos apresentados no algoritmo SEBAL, o resultado obtido será os mapas de albedo de superfície sobre as quais serão feitos os recortes por tipologia de uso terrestre e as análises estatísticas.

5.2 CÁLCULO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE

A figura 5.2 ilustra um dos mapas de albedo de superfície obtido para a data de 23 de Fevereiro de 2007. Os demais mapas de albedo estão listados no apêndice 7.2, em formato GeoTIFF.

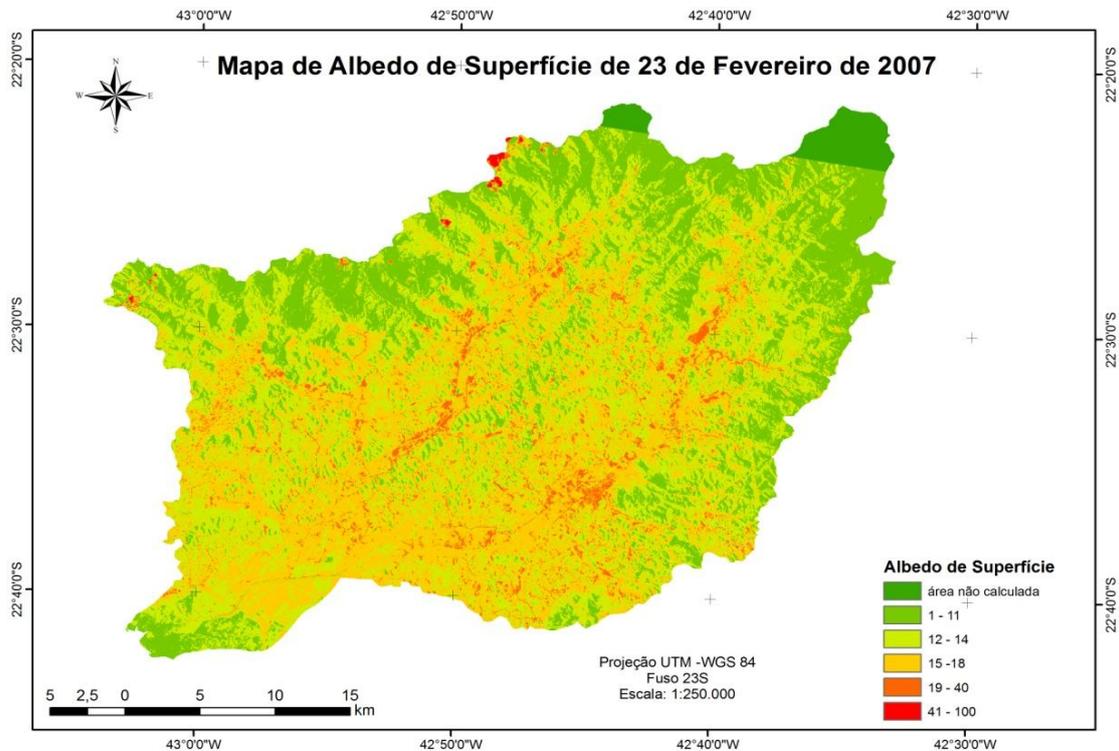
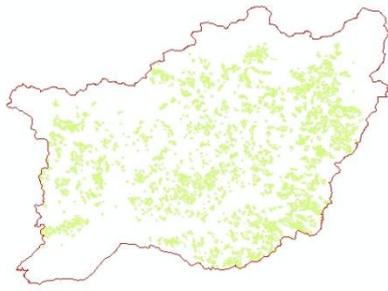


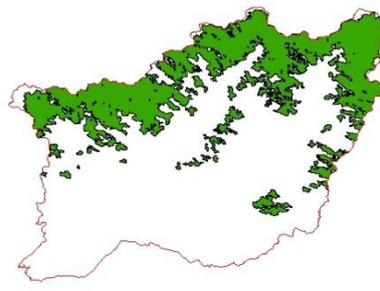
FIG. 5.2 Mapa de Albedo de Superfície de 23 de Fevereiro de 2007 – BHRGM.

5.3 RESULTADOS DOS RECORTES

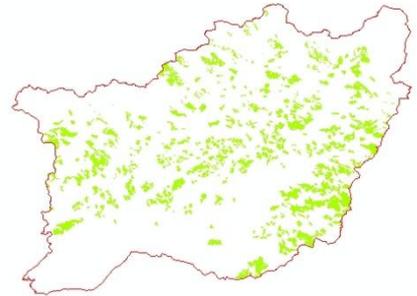
Computado o albedo de superfície para cada uma das imagens, optou-se, inicialmente por analisar individualmente seus resultados por classe de uso da Terra. Os limites dos recortes correspondentes a cada uma das classes avaliadas neste trabalho estão apresentados na figura 5.3.



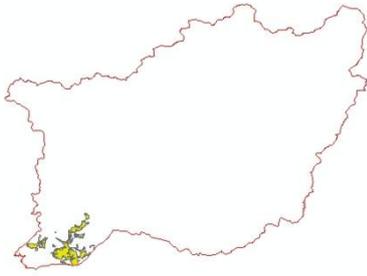
Vegetação em estágio inicial de regeneração



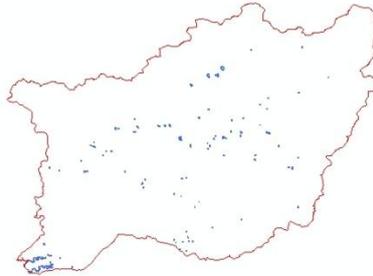
Vegetação em estágio avançado de regeneração



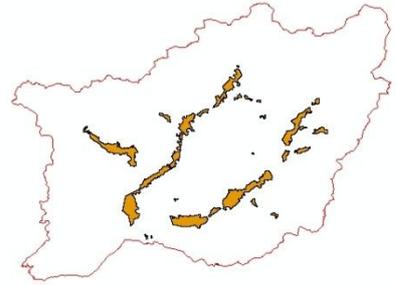
Vegetação em estágio médio de regeneração



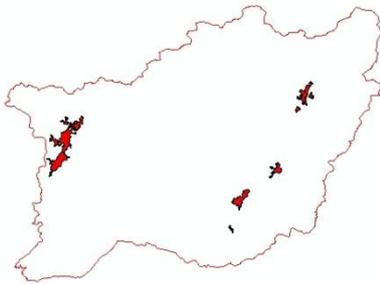
Solo úmido



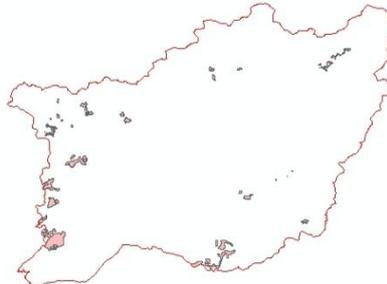
Água



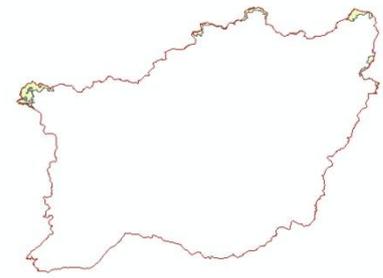
Área agrícola



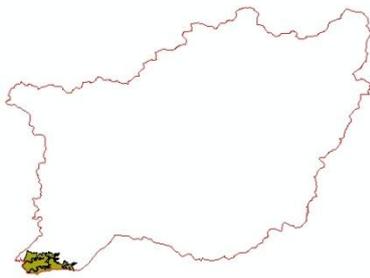
Área urbana densa



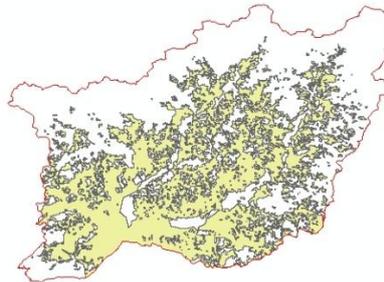
Área urbana de baixa densidade



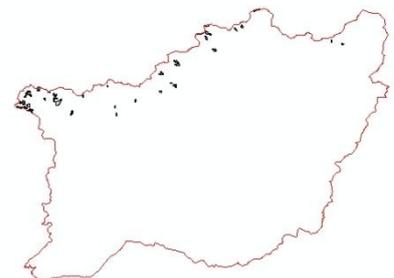
Campos de altitude



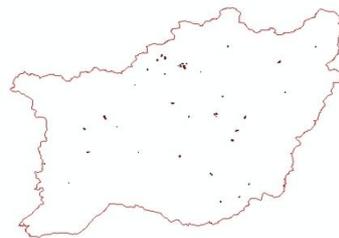
Mangue



Pastagem



Afloramentos rochosos



Solo exposto

FIG. 5.3 Recortes das classes de uso da Terra para a BHRGM

5.4 DETECÇÃO DE AMOSTRAS ANORMAIS

Calculada a variável albedo sobre para cada uma das 9 imagens, são aplicados, como máscaras, os polígonos de cada classe de uso presentes na base de referência para a determinação dos limites de recorte de cada classe. De posse dos recortes, são extraídos os resultados de albedo de cada classe gerando-se, assim, amostras por tipologia terrestre nos limites da área teste. Esses dados em formato matricial são exportados e tabelados de forma a possibilitar a aplicação de análises estatísticas básicas, como: valores máximos, mínimos e amplitudes.

Para a detecção dos valores anormais, aplicou-se o método descrito na seção 4.4. Os valores acima e abaixo do intervalo interquartílico não foram considerados na amostra, de forma a eliminar valores dispersos no conjunto amostral. A figura 5.4 apresenta, como exemplo, a distribuição dos valores anormais detectados para a classe Mangue extraída da imagem de 02 de Agosto de 2007.

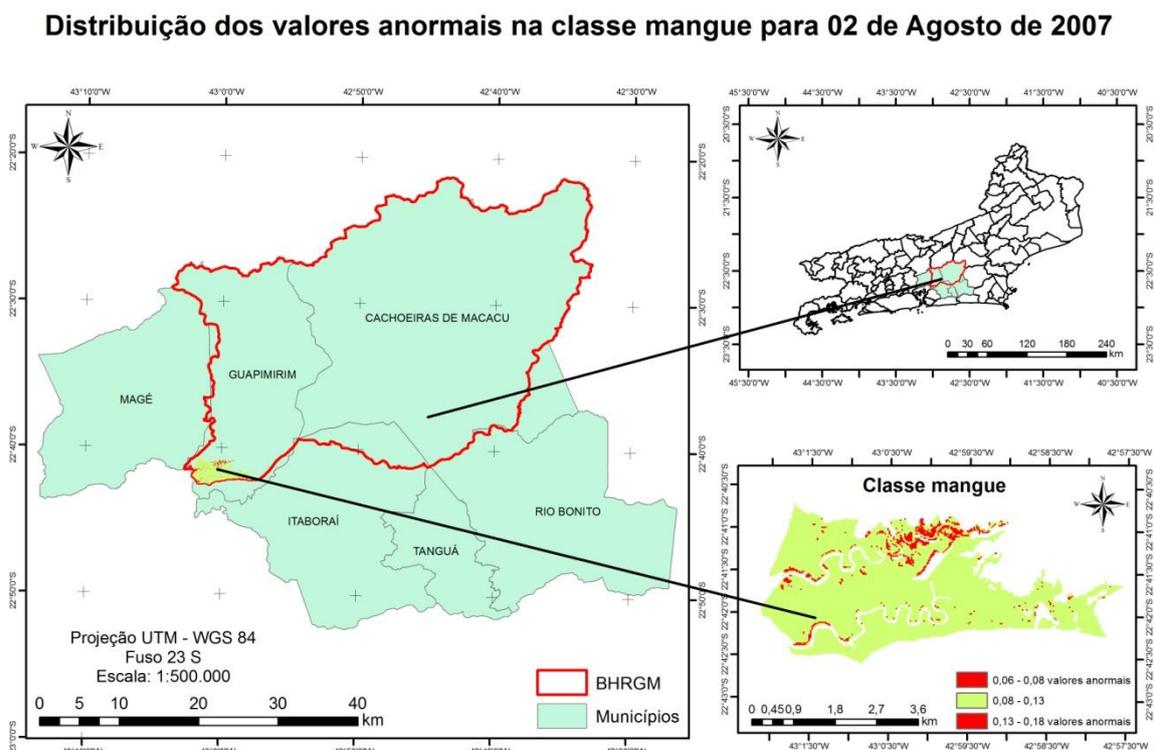


FIG. 5.4 Distribuição dos valores anormais na classe mangue.

5.5 VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE POR CLASSE

As variações de albedo para cada uma das imagens e classes analisadas estão apresentadas na tabela 5.2. Nesta estão dispostos os valores mínimos e máximos de albedo de cada classe, o número total de pixels computados após a eliminação dos valores anormais e dos pixels não computados, além, das médias gerais obtidas por classe de uso. Nesta tabela foram destacadas as classes: Campos de Altitude e Afloramento Rochoso. Estes destaques referem-se aos valores máximos de albedo obtidos na imagem de 21 de Dezembro de 2006 e nas imagens de 27 de Março e 12 de Abril de 2007.

Estas classes (campos de altitude e afloramento rochoso) possuem valores máximos muito superiores nas imagens de 21 de Dezembro de 2006, de 27 de Março de 2007 e de 12 de Abril de 2007, no caso específico da classe campos de altitude e nas imagens de 21 de Dezembro de 2006 e de 27 de Março de 2007 para a classe afloramento rochoso, em comparação às máximas obtidas nas demais imagens.

O fato acima descrito se deve ao percentual de cobertura de nuvens dentro desses conjuntos amostrais, os quais não foram em sua totalidade eliminados após aplicação do intervalo interquartilico, tendenciando, assim, os resultados às faixas mais altas de valores de albedo, uma vez que coberturas de nuvens tendem aos mais altos valores. Isso reforça a necessidade de utilização de imagens com total ausência ou pouca influência de nuvens.

De forma a exemplificar a influência das coberturas de nuvens, o caso específico da classe Campos de Altitude, na data de 12 de Abril de 2007, a cobertura de nuvens se deu de forma concentrada atingindo 11% da área dessa classe, o que demonstrou ser um percentual capaz de influir nos resultados em virtude do tamanho da área amostral.

TAB. 5.2 Variação do albedo de superfície

TIPOLOGIA DE USO DA TERRA	21 de Dez/2006			23 de Fev/2007			11 de Mar/2007			27 de Mar/2007			12 de Abr/2007		
	Número de Pixels	Mín	Máx	Número de Pixels	Mín	Máx									
Mangue	13778	9	13	13532	7	13	14348	8	15	13404	8	15	13975	8	14
Pastagem	552751	9	23	434847	7	22	577822	9	22	563540	9	21	504941	10	20
Água	2414	4	25	2703	4	21	2704	5	22	2658	5	21	2751	5	22
Área Agrícola	57512	12	24	58338	11	22	58945	11	24	58623	11	22	59474	10	22
Campos de Altitude	10372	3	86	9565	1	20	9381	2	24	9025	2	28	9182	2	56
Solo Exposto	1023	4	25	985	8	22	1021	9	26	978	9	23	1008	8	24
Solo Úmido	12550	7	18	13050	7	19	12977	8	21	12862	6	20	13041	8	20
Área Urbana	15030	6	26	16180	9	23	16194	10	24	14975	8	25	16276	9	23
Área Urbana de Baixa Densidade	17328	9	23	19252	9	20	19420	10	21	17725	10	21	19483	9	20
Afloramento Rochoso	2827	4	47	3275	7	18	3159	7	20	2992	4	41	3035	5	22
Vegetação Avançada	320928	5	18	372971	4	16	359014	4	17	308388	2	21	355267	2	17
Vegetação Inicial	102435	7	20	109331	7	18	109041	8	19	106296	7	20	110680	7	19
Vegetação Média	154382	6	20	164695	6	18	164420	7	19	157478	5	20	165677	5	19
Total de pixels contabilizados	1263330			1218724			1348446			1268944			1274790		
TIPOLOGIA DE USO DA TERRA	15 de Jun/2007			02 de Ago/2007			19 de Set/2007			05 de Out/2007			Médias		
	Número de Pixels	Mín	Máx	Número de Pixels		Máx									
Mangue	14380	8	14	13960	8	13	14212	11	15	13317	10	14	13878,44	8,56	14
Pastagem	582264	8	24	64750	6	22	551683	11	23	580446	10	23	490338,22	8,78	22,22
Água	2760	6	23	2767	6	23	2748	9	22	2735	8	22	2693,33	5,78	22,33
Área Agrícola	61178	11	24	60449	11	21	59976	13	24	59280	12	24	59308,33	11,33	23
Campos de Altitude	10388	2	24	8394	1	21	9564	4	18	9813	5	17	9520,44	2,44	32,67
Solo Exposto	1052	5	29	1040	6	26	1041	11	26	1040	11	26	1020,89	7,89	25,22
Solo Úmido	13049	8	19	12589	8	16	13075	10	22	13064	9	22	12917,44	7,89	19,67
Área Urbana	16280	9	23	16218	8	21	16247	12	23	16086	12	23	15942,89	9,22	23,44
Área Urbana de Baixa Densidade	19363	9	20	19203	8	19	19483	12	21	19371	11	21	18958,67	9,67	20,67
Afloramento Rochoso	3465	2	24	2960	4	20	3272	9	18	3275	10	17	3140	5,78	25,22
Vegetação Avançada	360252	1	20	311292	1	17	331666	7	17	321425	7	16	337911,44	3,67	17,67
Vegetação Inicial	111387	5	23	109950	5	19	109008	10	19	106087	10	18	108246,11	7,33	19,44
Vegetação Média	166407	3	22	61927	4	19	160147	9	18	161022	9	18	150683,89	6,00	19,22
Total de pixels contabilizados	1362225			685499			1292122			1306961					

As 13 classes de uso da Terra analisadas e apresentadas na tabela 5.2, serão apresentadas como abreviações nas próximas análises. Assim, a tabela 5.3 apresenta as classes e as respectivas abreviações.

TAB. 5.3 Abreviações para cada classe de uso da Terra.

Classe de uso da Terra	Abreviatura
Mangue	MAN
Pastagem	PST
Água	AGU
Área Agrícola	AGR
Campos de Altitude	CPA
Solo Exposto	SEX
Solo Úmido	SUM
Área Urbana	URD
Área Urbana de Baixa Densidade	URBD
Afloramento Rochoso	AFL
Vegetação Avançada	VAV
Vegetação Inicial	VIN
Vegetação Média	VMD

Com base nas médias mínimas e máximas obtidas por classe de uso da Terra, pode-se observar a distribuição da variação do albedo de superfície através do gráfico apresentado na figura 5.5. Percebe-se através deste gráfico que o menor mínimo e o maior máximo de albedo esta associado à classe Campos de Altitude (CPA), seguida da classe Afloramento rochoso (AFL).

Os valores máximos obtidos nestas classes estão associados aos valores de albedo de superfície computados sobre a cobertura de nuvens, o que gerou a obtenção de altos valores de albedo em decorrência da alta reflectividade das nuvens. Por este motivo, as próximas tabelas não apresentarão os resultados de valores máximos de albedo obtidos para a classe CPA, assim, como, para a classe AFL, nas datas de ocorrência de sobreposição de nuvens.

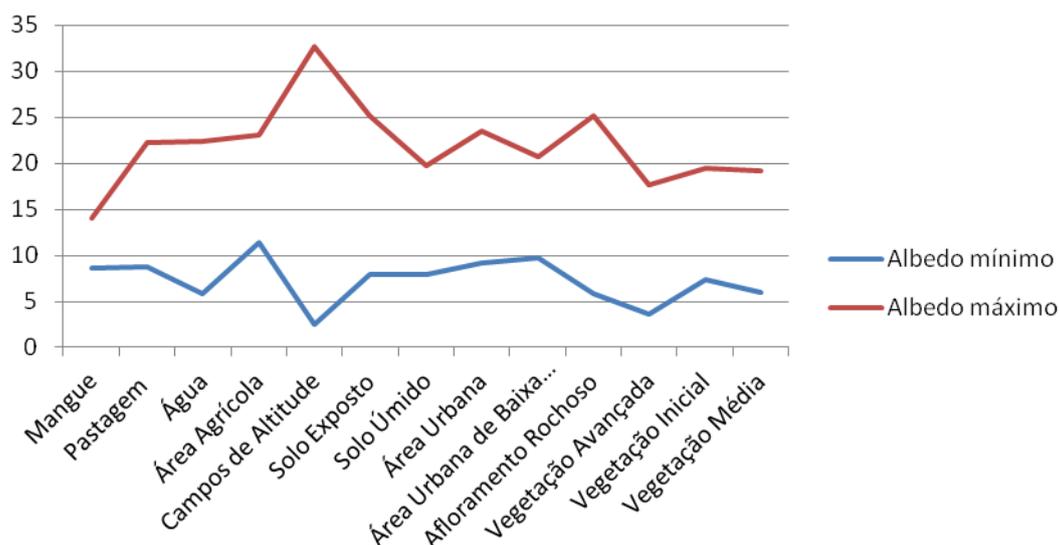


FIG. 5.5 Gráfico de distribuição das médias mínimas e máximas de albedo por classe de uso da Terra.

A seguir (tabelas 5.4 a 5.6), serão apresentados os limites mínimos, máximos e as diferenças obtidos por classe de uso da Terra, em relação às faixas de albedo de superfície em que as mesmas predominam em alguma posição no *ranking*. As tabelas de predominância serão apresentadas com melhor detalhamento na subseção 5.6.

TAB. 5.4 Valores mínimos de albedo de superfície por unidade de imagem.

MIN	CPA	VAV	MAN	SUM	AGU	VMD	VIN	AFL	URBD	AGR	URD	PST	SEX
21/dez	3	5	10	8	4	9	12	5	14	16	6	14	4
23/fev	1	7	10	10	4	9	12	11	14	16	14	12	14
11/mar	2	7	10	10	5	9	10	10	14	16	15	14	13
27/mar	2	4	10	9	5	9	10	5	14	15	9	14	12
12/abr	2	4	10	11	5	9	10	9	13	15	14	14	13
15/jun	2	1	10	11	6	7	9	4	14	16	14	14	13
02/ago	1	4	10	11	6	7	9	7	13	15	14	13	13
19/set	4	8	12	11	9	11	13	11	15	17	16	15	15
05/out	5	10	12	14	8	11	13	13	15	17	16	15	15

TAB. 5.5 Valores máximos de albedo de superfície por unidade de imagem.

MAX	CPA	VAV	MAN	SUM	AGU	VMD	VIN	AFL	URBD	AGR	URD	PST	SEX
21/dez	-	14	13	16	25	16	17	-	23	24	26	23	25
23/fev	13	13	13	17	11	15	16	15	20	22	23	18	21
11/mar	13	14	14	18	11	15	17	17	21	24	24	21	26
27/mar	-	14	14	19	21	16	17	-	21	22	25	20	23
12/abr	-	14	13	18	12	15	16	17	19	22	23	20	24
15/jun	10	14	13	16	13	17	19	18	20	24	23	22	29
02/ago	13	12	13	15	22	15	16	15	18	21	21	22	26
19/set	14	14	14	18	16	16	17	16	19	24	23	21	26
05/out	14	15	14	18	12	16	17	16	20	24	23	21	26

TAB. 5.6 Diferenças entre máximos e mínimos de albedo de superfície por unidade de imagem.

DIF	CPA	VAV	MAN	SUM	AGU	VMD	VIN	AFL	URBD	AGR	URD	PST	SEX
21/dez	-	9	3	8	21	7	5	-	9	8	20	9	21
23/fev	12	6	3	7	7	6	4	4	6	6	9	6	7
11/mar	11	7	4	8	6	6	7	7	7	8	9	7	13
27/mar	-	10	4	10	16	7	7	-	7	7	16	6	11
12/abr	-	10	3	7	7	6	6	8	6	7	9	6	11
15/jun	8	13	3	5	7	10	10	14	6	8	9	8	16
02/ago	12	8	3	4	16	8	7	8	5	6	7	9	13
19/set	10	6	2	7	7	5	4	5	4	7	7	6	11
05/out	9	5	2	4	4	5	4	3	5	7	7	6	11

Com relação aos resultados apresentados nas tabelas acima, observa-se que para os valores mínimos e máximos de cada classe, as classes de origem tipicamente antrópica, apresentam, em geral, os maiores mínimos e os maiores máximos, em oposição às classes de origem tipicamente natural. As classes CPA e AFL, as quais sofreram influências em seus máximos de albedo obtidos em 21 de Dezembro de 2006, 27 de Março de 2007 e 12 de Abril de 2007 e 21 de Dezembro de 2006 e 27 de Março de 2007, respectivamente, tiveram seus valores desconsiderados, pois, não são representativas das classes em questão.

O grupo de origem tipicamente antrópica é composto de classes com maior capacidade de reflectância, se comparadas ao conjunto de classes de origem natural, as quais apresentam em geral, os menores valores de albedo e, conseqüentemente, menor capacidade de reflectância.

Seus resultados estão relacionados diretamente com o fator colaborativo de cada classe para a variação de temperatura de superfície, corroborando com o fato que classes com características antrópicas possuem menores saldos de radiação de energia e maiores temperaturas de superfície, fato este sentido tipicamente em áreas com coberturas desta natureza, pois, uma parcela da energia refletida por estes alvos são convertidas calor sensível, enquanto que, classes com menores respostas de albedo, ou seja, que apresentam ocorrências nas menores faixas de albedo de superfície, fato este observado entre as classes de origem tipicamente natural, colaborando para maiores saldos de radiação de energia e, conseqüentemente, para temperaturas mais amenas em superfície.

De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), saldo de radiação é o resultado das diferenças entre entrada e saída de energia solar em um sistema, cujos principais componentes estão: superfície, atmosfera e nuvens. As faixas de radiação solar e terrestre são de 0,5 metros e 10 metros, respectivamente, sendo então denominadas de radiação de ondas curtas e radiação de ondas longas.

A tabela 5.7 apresenta de forma sintética os intervalos de variação de albedo obtidos para o conjunto das 13 (treze) classes analisadas. Os mínimos e máximos apresentados referem-se aos valores de predominâncias obtidos por unidade de tipologia terrestre.

A disposição das classes esta apresentada de acordo com as classes definidas neste trabalho como de origem tipicamente natural, as quais apresentam as menores amplitudes de albedo e as classes definidas como sendo as de origem tipicamente antrópica, as quais apresentam maiores amplitudes entre mínimos e máximos de albedo obtidos para o conjunto de imagens analisadas.

TAB. 5.7 Faixas de albedo por classe de uso da Terra.

CLASSE DE USO E COBERTURA	INTERVALO DE ALBEDO (%)
Campos de Altitude	2 - 13
Vegetação Avançada	6 – 14
Mangue	10 -13
Solo Úmido	11 - 17
Água	6 - 16
Vegetação Média	9 - 16
Vegetação Inicial	11 – 17
Afloramento Rochoso	8 - 16
Área Urbana de Baixa Densidade	14 – 20
Área Agrícola	16 - 23
Área Urbana Densa	13 - 23
Pastagem	14 - 21
Solo Exposto	12 - 25

5.6 DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES POR VALORES DE ALBEDO DE SUPERFÍCIE

De posse dos resultados de albedo por tipologia de uso da Terra, foram feitas análises correspondentes ao comportamento da variável albedo pelo conjunto das classes de uso e, também, de suas predominâncias, as quais estão apresentadas nas tabelas 5.8 a 5.16. A predominância entre classes se baseia, na identificação em um dado valor de albedo de quais as classes mais prováveis de ocorrência dentre todas as demais.

Assim, este subitem inicia-se com a avaliação dos resultados do comportamento da variação do albedo no conjunto de classes analisadas para cada uma das imagens. As tabelas a serem apresentadas nesta seção estão disponibilizadas no apêndice 9.2 (CD).

A legenda apresentada na tabela 5.8 é aplicada às demais tabelas. Os valores destacados na tonalidade verde escuro indicam que há maior chance de associação entre a classe indicada na coluna e o percentual de albedo indicado por linha, ou seja, as classes que mais predominam em termos de ocorrência no intervalo de albedo de superfície. Assim, a tonalidade verde médio destaca as classes que predominam em termos de ocorrência em

segunda posição entre todas as classes ocorrentes e em menor grau ou em terceira posição predominam aquelas destacadas em tonalidade verde claro.

A primeira imagem analisada corresponde à data de 21 de Dezembro de 2006, seus resultados estão dispostos na tabela 5.8.

Dentre seus resultados, observa-se que há uma estreita faixa de transição onde todas as classes ocorrem. Esta faixa corresponde ao intervalo de 12% a 13% de albedo de superfície, a partir da qual se percebe que tanto nos menores valores de albedo, valores estes apresentados acima do intervalo correspondente à faixa de transição, quanto nas faixas correspondentes aos maiores valores de albedo, valores apresentados abaixo do intervalo da faixa de transição, ocorrem predominâncias de classes com características antrópicas, assim, como classes de origem natural. As classes CPA e AFL, apresentam para esta data maiores valores de albedo em comparação as demais classes, isso se deve a influência da cobertura de nuvens, conforme anteriormente mencionado, não sendo, assim, correspondente a realidade de máximos de albedo dessas classes, o que poderá ser observado junto as imagens onde não houve sobreposição de nuvens sobre estas classes.

Os valores de 100% de albedo de superfície apresentados na tabela 5.8 e na maioria das demais tabelas a serem apresentadas, referem-se à ocorrência apenas da referida classe de uso da Terra para o intervalo de albedo. Os valores apresentados como 0,000% de albedo, demonstram a não existência da classe de uso para um dado intervalo de albedo de superfície.

A tabela 5.9 apresenta os resultados obtidos para a imagem de 23 de Fevereiro de 2007. Nesta é possível perceber que classes de origem tipicamente natural, como: CPA, AGU, VAV e MAN predominam entre si e em relação às demais, concentradas nas faixas de menores valores de albedo de superfície, ocupando a primeira posição no ranking de predominâncias. Já nas faixas transitórias (11% a 13%), predominam as classes de origem tipicamente natural: MAN, AFL, VIN, VMD e SUM, com exceção a classe PST de origem antrópica.

Em contrapartida, classes com características de origem antrópica, como: PST, URBD, URD, AGR e SEX predominam nas faixas de maiores valores de albedo.

TAB. 5.8 Predominância entre classes para imagem de 21 de Dezembro de 2006.

Albedo (%)	CPA	AGU	SEX	URD	VAV	MAN	SUM	VIN	URBD	AGR	PST	AFL	VMD
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	25,2257	46,0636	15,9849	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	12,7257	0,0000
5	11,1671	14,6467	27,4114	0,0000	20,8984	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	25,8764	0,0000
6	7,2829	14,7766	21,8784	25,3617	11,5180	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	12,6178	6,5647
7	7,9648	27,8930	14,3808	12,7246	12,9571	0,0000	6,6727	3,0491	0,0000	0,0000	0,0000	8,0061	6,3517
8	17,7807	35,5556	5,2911	5,2219	15,4083	0,0000	6,0998	2,3590	0,0000	0,0000	0,0000	7,3852	4,8985
9	16,7832	29,0215	3,6594	2,6864	18,7736	4,6772	5,0496	3,0568	1,6049	0,0000	1,7246	6,5265	6,4363
10	10,9042	22,4885	2,9482	1,3796	21,6668	6,9773	5,4071	4,7900	1,5556	0,0000	1,7607	9,5349	10,5871
11	4,4286	10,2808	2,8368	1,0387	15,8574	28,5008	10,2385	5,8372	1,0857	0,0000	1,7889	7,7877	10,3189
12	2,3534	5,4591	3,7440	1,1575	11,5660	31,3328	14,4267	7,1467	1,5510	0,6310	2,2114	8,6113	9,8090
13	1,9510	5,7447	6,1555	1,9348	11,3170	12,5969	14,1114	12,0151	3,7811	1,3447	4,2117	12,3638	12,4723
14	1,8494	5,7144	6,8619	3,7853	8,8300	0,0000	12,3836	16,0653	8,4697	2,5433	7,8342	12,0980	13,5649
15	1,6897	6,4303	10,1158	6,0523	4,6946	0,0000	10,7594	13,8388	12,8401	4,4970	11,0699	8,2363	9,7758
16	1,6370	5,4225	10,5704	10,3060	2,6633	0,0000	7,2936	10,3138	16,8438	9,1240	15,0543	3,8922	6,8790
17	1,1479	3,5670	9,9759	14,4146	1,7901	0,0000	3,3882	6,8899	17,3005	17,2439	17,2384	2,4066	4,6370
18	1,3288	2,4886	12,4358	16,3252	1,4803	0,0000	1,3516	4,7010	14,8603	23,9412	15,9832	1,7917	3,3122
19	1,1029	2,7364	13,3866	18,7803	0,0000	0,0000	0,0000	3,7103	12,3474	28,4898	14,8526	1,7667	2,8271
20	1,6386	3,1290	10,0207	22,1305	0,0000	0,0000	0,0000	3,8608	11,9408	28,6080	13,4510	2,2902	2,9304
21	3,3679	3,7154	9,2287	28,2663	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	13,0216	27,9229	11,8056	2,6716	0,0000
22	3,9710	4,8342	10,7364	28,4082	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11,1319	26,7960	8,7802	5,3421	0,0000
23	6,3350	5,7072	9,3236	27,2172	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9,2963	27,5669	8,1810	6,3729	0,0000
24	11,5048	5,9318	15,5526	23,3944	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27,8580	0,0000	15,7584	0,0000
25	23,4265	12,4265	29,3231	23,1518	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11,6722	0,0000
26	32,7032	0,0000	0,0000	35,4641	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	31,8328	0,0000
27	45,3749	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	54,6251	0,0000
28	46,6685	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	53,3315	0,0000
29	42,9311	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	57,0689	0,0000
30	54,0041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	45,9959	0,0000

AGU = ÁGUA; AFL = AFLORAMENTO ROCHOSO; AGR = ÁREA AGRÍCOLA; URBD = ÁREA URBANA DE BAIXA DENSIDADE; URD = ÁREA URBANA DENSA; CPA = CAMPOS DE ALTITUDE; MAN = MANGUE; VIN = VEGETAÇÃO INICIAL; VMD = VEGETAÇÃO MÉDIA; VAV = VEGETAÇÃO AVANÇADA; SUM=SOLO ÚMIDO, SEX=SOLO EXPOSTO E; PST=PASTAGEM.

TAB. 5.9 Predominância entre classes para imagem de 23 de Fevereiro de 2007.

Albedo (%)	CPA	AGU	VAV	MAN	AFL	VIN	PST	URBD	AGR	URD	VMD	SUM	SEX
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	31,5650	58,3711	10,0639	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	26,5646	61,5498	11,8856	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	33,6449	48,0738	17,4799	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8013	0,0000	0,0000
7	30,1797	41,4772	17,8096	0,6524	6,3344	0,3593	0,5694	0,0000	0,0000	0,0000	1,5357	1,0823	0,0000
8	28,8179	30,6697	22,8613	2,6912	4,5202	0,9586	1,2977	0,0000	0,0000	0,0000	3,7536	4,1291	0,3006
9	24,0238	23,2879	24,0771	4,8023	3,7943	2,5955	2,7710	0,4338	0,0000	0,2896	7,6651	5,4323	0,8273
10	13,1651	13,2704	19,3797	19,9553	3,6637	4,6671	4,1256	0,9578	0,0000	0,5308	9,9335	8,0427	2,3081
11	7,9704	6,1269	12,3659	30,6538	5,9722	5,6646	4,5301	1,4609	0,3732	0,7147	8,9706	12,2254	2,9713
12	8,1742	4,1758	10,5650	15,7403	12,1788	8,5851	7,0477	2,5757	0,8239	1,4148	10,4965	12,4927	5,7295
13	6,5335	4,2867	7,8437	8,2444	13,6493	11,8559	11,2702	5,0977	1,5184	2,7862	11,9709	8,7721	6,1709
14	3,9990	4,9233	4,7445	0,0000	13,4357	13,5982	13,2115	10,8686	3,1168	5,3853	11,3487	7,1535	8,2148
15	2,9706	5,4255	2,6729	0,0000	9,5919	13,9555	0,0000	17,5073	6,9845	10,7375	9,5045	9,3988	11,2510
16	1,8562	3,1481	1,1300	0,0000	5,8710	8,2470	12,6445	15,8394	12,7754	13,5573	4,8850	7,9186	12,1275
17	1,3700	2,8648	0,0000	0,0000	3,1526	4,9316	13,0443	13,2476	21,5901	16,5973	2,9085	5,8805	14,4128
18	1,4553	2,8037	0,0000	0,0000	1,8418	3,5521	10,0901	12,5887	30,0985	20,6759	2,1252	1,4222	13,3466
19	2,4945	2,9424	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7,6844	12,2164	35,2124	25,7713	0,0000	0,4136	13,2651
20	2,7839	3,2241	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,5825	11,9201	32,3081	30,9101	0,0000	0,0000	13,2711
21	0,0000	3,8676	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,5517	0,0000	34,4954	35,8589	0,0000	0,0000	21,2264
22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,0729	0,0000	40,3587	39,9455	0,0000	0,0000	15,6229
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

TAB. 5.10 Predominância entre classes para imagem de 11 de Março de 2007.

Albedo (%)	CPA	AGU	VAV	MAN	AFL	VMD	SUM	VIN	URBD	URD	PST	AGR	SEX
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	84,5044	0,0000	15,4956	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	65,6187	20,6956	13,6857	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	34,1587	52,9640	12,8773	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	37,3218	35,7040	18,6700	0,0000	6,4437	1,8606	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	29,8105	34,6081	22,8733	0,9354	6,0854	3,5120	1,4534	0,7218	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	23,9939	28,6794	25,4486	3,1613	4,7090	6,7559	4,2846	2,1157	0,0000	0,0000	0,6128	0,0000	0,2388
10	13,6761	20,9166	25,1160	8,5639	4,5761	11,1483	5,9875	4,5439	1,0328	0,4910	1,2931	0,0000	2,6547
11	6,8269	9,4382	15,6598	32,1710	4,5119	10,1372	7,1244	5,9439	1,2348	0,7672	1,7035	0,8970	3,5843
12	5,6350	5,5855	12,5170	23,3160	8,0800	11,1112	13,8149	8,3342	2,3759	1,0912	2,5958	1,1056	4,4378
13	6,8365	4,5202	9,8558	11,0645	13,1195	12,4883	12,8072	11,4366	4,2031	2,2730	4,1144	1,5707	5,7104
14	6,0373	5,8686	6,1061	6,2657	13,1572	11,9647	8,7746	13,4410	8,5371	4,1574	6,5761	2,4161	6,6981
15	4,1178	4,0212	3,2740	3,0313	11,4584	9,9115	6,3835	12,9674	14,0272	7,4478	10,2158	4,3860	8,7581
16	3,6126	4,0889	1,5175	0,0000	8,6231	6,3795	7,0012	9,9817	16,3579	11,7007	13,4468	8,1091	9,1811
17	2,6468	3,1187	0,8333	0,0000	5,9915	3,7161	7,9279	6,4138	14,6048	14,9626	15,5709	15,1281	9,0854
18	2,2791	3,3452	0,0000	0,0000	3,9418	2,3463	6,5629	4,1347	11,5234	16,9309	15,3163	21,4237	12,1959
19	2,1946	3,2992	0,0000	0,0000	2,5525	1,6340	5,1162	2,9768	9,4260	19,3340	14,8349	24,3492	14,2826
20	2,7666	3,4993	0,0000	0,0000	2,3107	0,0000	3,7499	0,0000	8,8399	22,0531	13,4003	26,9636	16,4167
21	3,5424	3,9327	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,8045	0,0000	8,7385	23,5579	11,0621	26,4370	16,9249
22	4,9459	3,4318	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27,6371	8,8808	32,7325	22,3719
23	6,8896	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27,2494	0,0000	40,7584	25,1026
24	7,8497	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27,5053	0,0000	48,8129	15,8320
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Os resultados das predominâncias para a imagem de 11 de Março de 2007 (TAB. 5.10) apresentam uma distribuição mais homogênea entre as classes. Houve um alargamento da faixa transitória, em relação à imagem anterior, a qual variou de 11 a 15%.

As classes predominantes nos menores valores de albedo são predominantemente de origem natural, como: CPA, AGU e VAV. Enquanto, entre os maiores valores de albedo são classes de origem tipicamente antrópica, como: URD, PST, SEX e AGR. Somente nas faixas transitórias predominaram tanto classes de origem antrópica quanto classes de origem natural.

Para a data de 27 de Março de 2007 (Tabela 5.11), assim, como na imagem de 11 de Março, sua faixa transitória variou entre de 11% a 15% de albedo. O mesmo pode ser observado com relação às classes predominantes na primeira posição no *ranking* em termos percentuais nas faixas superiores e inferiores, salvo exceção das classes AFL e CPA, predominantes em valores altos de albedo em decorrência da sobreposição de nuvens, como, por exemplo, ocorreu com a classe CPA predominante na faixa de 27% de albedo. A semelhança entre a distribuição das classes predominantes por faixa de valor de albedo, observada nesta data e na imagem de 11 de Março de 2007 demonstra um comportamento similar entre essas datas, o que poderá estar associado a capacidade de incidência solar entre essas duas imagens obtidas para o mês de Março.

Na tabela 5.12 referente a data de 12 de Abril de 2007, percebe-se um estreitamento sutil na faixa de transição, variando de 10% a 14%, em relação as datas de 11 e 27 de março, anteriormente analisadas. Com relação à distribuição das classes nas faixas correspondentes aos maiores valores de albedo de superfície, com exceção a classe CPA em virtude do fato anteriormente apresentado (influência de cobertura de nuvens), predominam em primeira posição no *ranking* (destaque em tons de verde escuro) as cinco classes descritas como sendo de origem tipicamente antrópica. Assim, como acima da faixa transitória predominam classes de origem descrita como sendo tipicamente natural, são elas: CPA, AGU e VAV.

TAB. 5.11 Predominância entre classes para imagem de 27 de Março de 2007.

Albedo (%)	CPA	AGU	VAV	MAN	VIN	URBD	AGR	URD	AFL	VMD	SUM	SEX	PST
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	97,4337	0,0000	2,5663	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	86,6409	0,0000	13,3591	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	74,2056	0,0000	14,1415	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11,6529	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	52,1119	15,0015	13,4305	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16,0606	3,3955	0,0000	0,0000	0,0000
6	33,7681	40,3328	13,5029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8,5632	3,7806	0,0524	0,0000	0,0000
7	38,5236	16,0989	25,3990	0,0000	2,3902	0,0000	0,0000	0,0000	8,0447	7,8801	1,6635	0,0000	0,0000
8	28,4975	18,9758	27,1362	2,0836	2,9019	0,0000	0,0000	0,0000	9,0557	7,2659	4,0835	0,0000	0,0000
9	21,9841	17,5692	25,4786	2,8295	3,9394	0,0000	0,0000	5,6511	5,2601	9,0634	5,6568	0,5276	2,0401
10	14,8051	17,1313	22,6796	6,0860	6,0172	2,6682	0,0000	3,0055	5,1121	11,6107	5,6863	2,8763	2,3217
11	7,4067	17,5181	15,5207	16,6613	7,3391	2,0979	0,8594	1,8787	3,8633	10,8723	9,5550	3,6795	2,7479
12	4,7690	9,6518	9,6978	28,1872	7,5443	2,1252	1,1260	1,7320	3,7321	9,3271	14,0006	5,0584	3,0483
13	5,6948	6,4272	8,5072	16,5686	10,7099	3,5887	2,3945	2,0340	7,0703	10,9511	14,0847	6,9871	4,9817
14	5,1169	5,4276	6,4853	8,3606	13,4237	8,3698	4,0402	3,2476	7,8787	11,7723	9,5166	8,2879	8,0729
15	3,7562	4,6960	3,8373	4,0740	12,4872	14,3920	7,0045	5,1716	8,2250	9,5978	5,9054	9,3545	11,4985
16	2,7037	4,3442	2,2748	0,0000	9,3784	16,6509	12,4252	8,9281	6,1409	6,5646	5,6011	10,9899	13,9982
17	2,3456	3,9975	1,5391	0,0000	6,0714	13,5984	18,3201	13,1593	5,2996	4,1433	5,5603	11,6165	14,3489
18	2,6201	2,3952	1,4329	0,0000	3,8866	10,3327	20,9053	18,3111	6,3074	2,8313	5,5596	12,2055	13,2122
19	2,9966	2,2057	1,6337	0,0000	3,0816	8,6638	20,7758	23,1618	7,3954	2,2866	7,5284	9,8621	10,4085
20	4,3596	3,4540	2,3295	0,0000	2,6558	8,1022	19,6091	26,8216	7,0135	2,1778	2,8806	13,4102	7,1861
21	6,4409	7,6437	3,3636	0,0000	0,0000	7,6734	16,3465	29,5465	11,8832	0,0000	0,0000	11,5411	5,5611
22	12,0315	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14,7976	38,5659	18,7440	0,0000	0,0000	15,8610	0,0000
23	15,4730	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	35,1759	33,0843	0,0000	0,0000	16,2667	0,0000
24	28,8966	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	40,4785	30,6249	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
25	25,8154	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	34,0335	40,1511	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	43,7163	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	56,2837	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	51,4168	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	48,5832	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	42,1132	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	57,8868	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

TAB. 5.12 Predominância entre classes para imagem de 12 de Abril de 2007.

Albedo (%)	CPA	AGU	VAV	MAN	SUM	AFL	VIN	URBD	PST	AGR	URD	SEX	VMD
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	98,8756	0,0000	1,1244	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	84,4723	0,0000	15,5277	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	73,5070	0,0000	26,4930	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	41,4691	33,1730	17,4970	0,0000	0,0000	6,2211	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,6398
6	27,2950	45,3268	18,3069	0,0000	0,0000	6,1018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,9695
7	27,7600	30,2438	25,7598	0,0000	0,0000	9,1907	1,1819	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,8637
8	21,6099	31,6347	25,8648	1,3700	1,9798	6,3084	2,4847	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8634	7,8845
9	19,6028	21,5581	25,6227	3,7244	3,5777	6,0809	4,7719	0,7983	0,0000	0,0000	0,4587	2,4686	11,3359
10	9,7045	14,6567	20,5661	15,1036	5,6225	6,5717	7,0656	1,3183	2,5473	0,8830	0,7670	2,8470	12,3468
11	4,1519	7,2826	12,0195	33,5764	10,2377	5,9330	6,6726	1,9484	2,6222	1,0965	0,9319	4,3453	9,1820
12	4,0271	6,0970	10,2392	19,9070	15,8198	8,4907	8,7737	3,5610	4,0306	1,7152	1,7144	5,0676	10,5568
13	4,9760	6,0571	8,1644	9,8905	12,8423	12,0180	11,8569	7,3466	1,1921	2,7863	3,5903	7,4656	11,8138
14	3,8044	4,6101	5,2103	5,0576	8,0587	11,6320	13,1936	13,2398	5,3864	4,2424	6,2109	7,9464	11,4072
15	2,8190	4,4692	2,7520	0,0000	6,4010	9,7840	11,8204	15,5807	13,3961	7,1737	9,3739	7,6322	8,7979
16	2,4048	3,6310	1,3769	0,0000	6,0874	7,8197	8,6925	14,0278	16,2378	12,2833	12,8373	9,1645	5,4371
17	1,7725	4,0066	0,7349	0,0000	6,0616	6,7527	5,6336	10,2981	16,9574	17,2963	14,9408	12,3016	3,2438
18	1,7667	3,4359	0,0000	0,0000	7,6692	3,2827	3,9053	8,6343	16,2721	21,3588	17,0220	14,6993	1,9536
19	2,6605	2,4294	0,0000	0,0000	5,5490	2,6577	2,5216	7,9371	13,8465	23,2536	20,7294	16,9186	1,4967
20	4,0398	2,7308	0,0000	0,0000	1,1882	2,1659	0,0000	7,9529	10,3189	30,2845	24,5499	16,7691	0,0000
21	7,6423	2,1775	0,0000	0,0000	0,0000	4,5114	0,0000	0,0000	0,0000	35,2953	32,5454	17,8281	0,0000
22	9,5360	4,2755	0,0000	0,0000	0,0000	6,0284	0,0000	0,0000	0,0000	34,3668	34,1249	11,6684	0,0000
23	25,1121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	49,4714	25,4166	0,0000
24	44,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	55,4000	0,0000
25	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Na tabela 5.13 estão dispostos os resultados do comportamento e predominância para a imagem de 15 de Junho de 2007. Nesta tabela é possível identificar um padrão de distribuição homogêneo, conforme observado para a maioria das imagens, ou seja, a distribuição das classes em termos de predomínio varia nas faixas com menores valores de albedo àquelas classes caracterizadas como sendo de origem tipicamente natural, enquanto, que nas faixas com maiores valores de albedo, predominam aquelas cuja origem seja decorrente diretamente da ação antrópica.

A faixa transitória para esta data variou de 11% a 14%, mantendo um padrão médio de amplitude em comparação a maioria das imagens analisadas. Outra semelhança no padrão de comportamento da distribuição de valores de albedo por tipologias de uso refere-se às classes acima e abaixo da faixa de transição em relação à ocupação da primeira posição no *ranking* de predominância. Nos menores valores de albedo, predominam classes como: CPA, AGU E VAV e nos maiores valores de albedo, classes como: URD, URBD, SEX e AGR. Não sendo detectada, assim, nenhuma variação abrupta quanto ao padrão de distribuição da variável para esta data.

Com relação à classe SEX, sua predominância no intervalo de 25 a 29% de albedo de superfície, refere-se unicamente ao fato de que nesse intervalo não foram detectadas ocorrências de outras classes, isso para o caso específico desta imagem, o que faz com que a classe SEX predomine de forma exclusiva no intervalo acima citado, mas isso não tem haver com presença de cobertura de nuvens, como ocorreu, por exemplo, nas imagens de 21 de Dezembro de 2006 e de 27 de Março de 2007 para as classes: CPA e AFL e também, para a imagem de 12 de Abril de 2007 para a classe CPA.

TAB. 5.13 Predominância entre classes para imagem de 15 de Junho de 2007.

Albedo (%)	CPA	VAV	AGU	MAN	SUM	URBD	URD	AGR	SEX	PST	VIN	AFL	VMD
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	92,3398	2,0106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,6496	0,0000
3	73,3130	10,1827	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16,4581	0,0462
4	41,3319	32,7836	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0333	23,7469	2,1043
5	40,0422	35,7014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6865	0,0000	0,9919	14,3805	8,1976
6	26,8682	28,3596	21,3338	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8814	0,0000	2,6889	10,7044	9,1636
7	24,6055	26,4301	23,6476	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,2738	0,0000	4,3686	8,0867	10,5877
8	16,7872	24,0381	25,1986	1,2897	1,0462	0,0000	0,0000	0,0000	2,9382	1,6271	6,1421	9,4411	11,4918
9	13,5620	20,9796	20,9487	2,8315	3,8692	1,4720	0,9004	0,0000	4,6445	2,2216	7,5083	8,8132	12,2489
10	9,3015	15,7092	17,0681	14,8516	5,1787	2,1220	1,1094	0,0000	4,4350	2,4716	7,8153	8,9478	10,9898
11	5,4348	9,2712	10,0189	37,1639	7,5419	2,4744	1,1383	0,3720	3,4682	2,2486	6,5925	5,9299	8,3455
12	4,9762	8,0437	6,4881	27,0218	15,5143	4,7607	2,0373	0,6892	5,1988	3,0092	7,5520	6,1099	8,5987
13	5,1659	6,9992	5,7795	12,3408	18,6288	8,9142	3,5359	1,6325	5,9334	4,4369	9,1630	8,3816	9,0883
14	5,4097	5,5646	4,8256	4,0095	13,9140	14,6399	7,0884	3,0212	5,6359	6,5517	10,2384	9,4482	9,6529
15	4,2370	3,6294	6,4765	0,0000	9,4016	16,7607	10,6174	5,1753	7,1333	8,8025	10,4940	8,0789	9,1934
16	2,9616	2,2615	4,8669	0,0000	7,5844	14,9264	14,0960	9,2941	6,1784	11,3759	10,3447	8,0535	8,0566
17	1,7326	1,4502	4,2679	0,0000	5,8856	11,3443	15,4028	14,9119	10,2117	13,9028	9,2883	5,1944	6,4075
18	1,2626	1,0084	3,9951	0,0000	4,2162	8,2902	15,3713	20,4275	9,5988	17,0376	8,0882	5,8621	4,8420
19	1,1218	0,6806	4,0533	0,0000	2,0956	6,2109	14,5832	26,1796	11,3726	17,7069	6,2715	6,1881	3,5360
20	0,9771	0,4894	3,9341	0,0000	0,0000	5,4126	15,5864	28,7714	15,4819	16,3591	4,9058	5,2454	2,8369
21	1,0152	0,0000	3,6796	0,0000	0,0000	0,0000	16,7949	29,8036	23,7628	14,4329	3,5207	4,7346	2,2557
22	0,1268	0,0000	2,6253	0,0000	0,0000	0,0000	17,3174	26,9715	31,9336	12,4645	2,7558	3,9922	1,8130
23	0,0000	0,0000	1,1797	0,0000	0,0000	0,0000	17,7327	18,6801	49,5191	9,3737	1,9487	1,5661	0,0000
24	0,3322	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	22,8449	62,3258	12,5053	0,0000	1,9919	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Os dados obtidos a partir da imagem de 02 de Agosto de 2007 (Tabela 5.14), mostram que há uma redução na amplitude da faixa transitória em relação a data anteriormente analisada. Contudo, dentro do padrão observado na maioria das imagens, variando nesta de 11% a 13. Estas pequenas variações, em termos das faixas de transição, são esperadas desde que não ocorra nenhuma variação abrupta do intervalo transitório, o que seria recomendado uma análise mais detalhada para detecção dos motivos os quais poderiam estar ligados a sua origem, o que não ocorre entre o conjunto de imagens avaliadas nesse trabalho.

Da mesma forma, a distribuição das classes predominantes por faixa de valores de albedo, também, apresentou similaridade entre as demais imagens analisadas, ou seja, predominância em primeiro lugar de classes tipicamente naturais nas menores faixas de valores de albedo e classes tipicamente antrópicas nas faixas de maiores valores de albedo.

Para a imagem de 19 de Setembro de 2007 (Tabela 5.15) a faixa transitória variou entre 13% e 15% de albedo, dentro de um limite aceitável de faixa de transição, visto que as faixas de transição dentre todas as imagens possui uma variação entre 10% e 15% de albedo de superfície.

Para a última imagem analisada, datada de 05 de Outubro de 2007 (TAB. 5.16), com exceção das classes: VIN e AFL que predominaram na primeira posição no *ranking* entre faixas de maiores valores de albedo, abaixo da faixa transitória (12% a 14%), da classe VMD predominante abaixo da faixa de transição em segunda posição e da classe SUM na terceira posição no intervalo de 15% a 18% de albedo, todas as demais ocorrências se deram de acordo com os resultados observados nas datas anteriores. Ou seja, é comum a ocorrência de classes predominantemente de origem natural nas faixas de menores valores de albedo e as de origem tipicamente antrópica nas faixas de maiores valores de albedo.

TAB. 5.14 Predominância entre classes para imagem de 02 de Agosto de 2007.

Albedo (%)	CPA	VAV	MAN	SUM	URBD	AGR	SEX	URD	PST	VIN	VMD	AGU	AFL
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	92,5159	7,4841	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	99,6163	0,3837	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	91,2051	8,7949	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	47,4270	34,6876	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,3782	0,0000	14,5072
5	48,4048	32,6086	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6949	7,4395	0,0000	10,8523
6	29,7314	27,9680	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9319	0,0000	0,9729	2,1640	7,2102	23,8181	7,2034
7	26,5989	36,6691	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,5066	0,0000	2,3155	4,6215	10,4692	7,4686	8,3506
8	18,6984	31,9180	3,0413	0,5222	0,7275	0,0000	3,1606	0,7094	3,4435	6,9930	11,5681	10,8894	8,3286
9	12,9967	25,4328	6,1575	1,0298	2,0253	0,0000	3,8354	1,1191	4,4200	8,7757	12,8097	11,9650	9,4330
10	8,9710	17,5651	13,2002	5,1160	2,2990	0,0000	5,2390	1,2060	4,7490	9,2680	12,6413	8,9369	10,8085
11	5,3193	8,5558	30,4088	9,6436	2,4558	0,6910	3,8320	1,3970	3,7066	6,7726	8,3404	11,8957	6,9812
12	5,4065	6,5310	21,3219	18,2568	4,2764	1,1976	4,6448	2,7081	4,5175	7,4798	8,3863	7,0061	8,2672
13	6,4189	5,2817	7,9449	16,0159	9,0913	2,5415	5,9905	5,8973	6,3261	10,0368	10,1236	4,4784	9,8531
14	5,2155	3,5863	0,0000	10,6938	13,9375	4,9196	6,8870	9,9863	8,0807	11,6391	10,2953	5,2034	9,5555
15	3,1951	2,0326	0,0000	7,6275	15,2726	8,9635	7,0464	13,4718	9,6597	10,4640	7,7930	6,6893	7,7846
16	2,0704	1,2053	0,0000	4,9698	14,2133	15,4890	8,2718	14,3432	12,0070	8,5440	5,3455	7,3172	6,2236
17	1,4822	0,7634	0,0000	0,0000	10,7395	23,1944	11,5573	14,8031	14,5851	6,0211	3,3383	7,8876	5,6280
18	1,1255	0,0000	0,0000	0,0000	8,5113	29,4656	9,8411	15,6992	14,8436	4,1974	2,1726	8,8773	5,2663
19	0,8926	0,0000	0,0000	0,0000	6,4717	26,4274	22,3590	15,1824	13,7266	2,9867	1,5969	7,5634	2,7932
20	0,5198	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23,2221	27,2679	20,0415	15,8933	0,0000	0,0000	8,0808	4,9746
21	0,1256	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19,4805	39,5338	20,9313	14,2138	0,0000	0,0000	5,7150	0,0000
22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	76,6567	0,0000	11,4795	0,0000	0,0000	11,8638	0,0000
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	88,8663	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11,1337	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

TAB. 5.15 Predominância entre classes para imagem de 19 de Setembro de 2007.

Albedo (%)	CPA	VAV	AGU	MAN	AFL	VIN	URBD	URD	AGR	SEX	VMD	SUM	PST
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	84,1555	15,8445	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	79,6729	20,3271	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	49,5333	16,4119	27,3776	0,0000	5,3890	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2882	0,0000	0,0000
10	40,2554	23,1894	23,8358	0,0000	6,4313	0,4296	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,4330	2,4255	0,0000
11	25,8503	25,2646	25,8312	1,5106	6,6142	1,5628	0,0000	0,0000	0,0000	0,3326	6,5751	5,9984	0,4601
12	13,6035	23,4681	18,5318	10,6271	8,7059	4,1256	0,6147	0,2075	0,0000	2,2338	10,2534	6,6693	0,9591
13	8,3242	13,3359	6,3178	32,4017	12,1022	5,8553	1,3397	0,3440	0,1309	3,2556	10,1671	5,0749	1,3508
14	7,8506	9,9632	4,6709	15,1179	14,4592	11,2577	3,0084	1,2934	0,4205	5,1830	13,4637	10,4555	2,8559
15	4,3829	5,3504	6,4681	5,3825	12,2922	15,4113	6,5916	3,7189	1,3918	8,0419	13,4784	11,7476	5,7424
16	2,3418	2,3917	6,2163	0,0000	9,7687	15,7321	14,7573	8,8132	3,9305	8,4601	10,3406	6,8112	10,4366
17	0,7636	1,0027	5,9564	0,0000	4,6433	9,4297	19,1289	14,7502	8,1229	9,9179	5,1035	7,5818	13,5991
18	0,2233	0,0000	4,6629	0,0000	1,0500	5,0733	17,6670	18,3226	14,3794	9,0980	3,0474	9,5374	16,9387
19	0,0000	0,0000	3,3390	0,0000	0,0000	3,1056	12,8361	17,8750	22,3076	11,9913	0,0000	10,3795	18,1659
20	0,0000	0,0000	3,4695	0,0000	0,0000	0,0000	8,8246	18,1148	30,3394	17,2665	0,0000	7,3876	14,5977
21	0,0000	0,0000	2,5084	0,0000	0,0000	0,0000	5,8588	19,4312	35,9084	18,2753	0,0000	2,3618	15,6561
22	0,0000	0,0000	2,2717	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	26,4732	40,0307	21,5880	0,0000	0,5252	9,1112
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	25,0334	45,9016	24,1561	0,0000	0,0000	4,9089
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	60,0138	39,9862	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

TAB. 5.16 Predominância entre classes para imagem de 05 de Outubro de 2007.

Albedo (%)	CPA	AGU	VAV	MAN	AFL	VIN	URBD	URD	AGR	SEX	PST	VMD	SUM
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	84,3181	0,0000	15,6819	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	30,3014	61,6493	8,0494	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	39,1150	39,0517	20,0127	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7567	0,0639
10	27,7795	36,6255	22,6517	0,6986	4,7347	0,5233	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1849	3,4071	3,3947
11	26,2183	25,2102	24,9432	3,1413	5,4022	1,7830	0,0854	0,0000	0,0000	0,4770	0,4088	6,5719	5,7588
12	16,7193	12,7324	17,8479	23,1085	5,0735	4,3892	0,3852	0,1856	0,0319	2,1047	0,8752	9,8980	6,6487
13	9,4839	4,8755	14,2501	30,6559	11,5250	6,8898	1,0439	0,4248	0,1627	3,0730	1,4047	10,7487	5,4620
14	9,3896	3,6481	10,1809	10,5982	16,6288	12,7180	2,5812	1,1019	0,6657	5,9493	3,0797	13,9009	9,5576
15	5,2280	5,6720	5,8520	0,0000	16,0578	16,6142	6,6459	3,1212	1,9437	8,1699	6,1937	13,6667	10,8349
16	2,4298	6,7269	2,4913	0,0000	9,5476	15,1758	14,9578	7,6368	5,3874	8,8055	10,4186	8,9326	7,4899
17	0,6859	5,5716	0,0000	0,0000	2,6548	8,9084	20,4194	13,7098	10,5473	9,7982	14,3117	4,7626	8,6303
18	0,0000	4,2334	0,0000	0,0000	0,3648	4,8585	18,3015	18,3087	15,6796	9,9844	16,2972	2,9122	9,0598
19	0,0000	3,8687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14,4093	19,6936	21,0100	12,0052	18,5894	0,0000	10,4237
20	0,0000	3,4168	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9,9458	21,1266	26,5676	12,4299	17,7744	0,0000	8,7388
21	0,0000	2,2602	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7,9200	23,4940	28,2359	21,8844	13,2804	0,0000	2,9251
22	0,0000	2,7826	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	28,8598	36,0555	24,2049	7,1114	0,0000	0,9859
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	28,9692	44,7082	21,1085	5,2141	0,0000	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	64,5833	35,4167	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

De acordo com o conjunto de tabelas das predominâncias apresentadas, identifica-se que o conjunto de classes de uso da Terra, estão distribuídas de acordo com a predominância de suas ocorrências no conjunto de faixas de valores de albedo e que estas apresentam, conforme denominado neste trabalho, faixas transitórias as quais dividem os intervalos de albedo de superfície em dois blocos, aqueles que correspondem aos menores valores de albedo e aqueles que correspondem aos maiores valores de albedo dentre os valores mínimos e máximos encontrados para cada imagem analisada.

Esses resultados, conforme mencionado no capítulo introdutório, estão associados as características dos próprios alvos, como: tonalidade, rugosidade, presença ou ausência de cobertura vegetal, concentração de matéria orgânica, dentre outras. Essas características são determinantes para a capacidade de reflectância do alvo, o que pode colaborar para a compreensão do comportamento observado entre as classes analisadas.

Neste trabalho, optou-se por analisar a faixa mínima de 1% de albedo e máxima de 30%, como tentativa de eliminação de valores obtidos sobre cobertura de nuvens, valores estes identificados para intervalos de albedo superiores a 30% na totalidade das imagens analisadas.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a variação do albedo de superfície por diferentes tipos de uso da Terra, para a região da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ.

Os valores de albedo obtidos em cada imagem permitiram avaliar seu comportamento intra e entre classes. Assim, foi possível identificar classes com maiores e menores capacidades de reflectância, obtidos através dos resultados de albedo de superfície computados por unidade de pixel para cada classe analisada e por unidade de imagem avaliada.

Avaliando os resultados gerais obtidos, se observa um comportamento similar entre dois conjuntos de classes, as denominadas de origem antrópica e as denominadas de origem natural. Assim, como as classes predominantes por faixa de valores de albedo. Contudo, na maioria das vezes não é possível apontar qual classe predomina sobre as demais em um dado intervalo de albedo, porém, é possível identificar quais as mais predominantes. Isso se deve às características da própria variável, que não possui um comportamento linear.

De forma geral, as classes de uso que predominam entre os menores valores de albedo, apresentam menores interferências antrópicas e, nos maiores valores de albedo aquelas de origem tipicamente antrópica. O mesmo se percebe para os menores valores de albedo dentro das faixas transitórias, onde tende a ocorrer às classes de origem tipicamente natural e nas faixas de maiores valores de albedo aquelas de interferência antrópica.

Isso demonstra um comportamento, desses dois conjuntos de classes, que os coloca em diferentes posições em termos de colaboração para avaliação das condições climáticas dentro da bacia e reforça a importância de se compreender o comportamento da variável albedo de cada alvo da superfície dentro de um dado sistema para fins de aplicações de ações que assegurem a qualidade climática local e a qualidade de vida.

Assim, este trabalho, teve como pontos positivos a capacidade de descrever detalhadamente a variação do albedo por classe de uso da Terra, indicando a tendência de classes aos menores e maiores valores de albedo de superfície. E, a possibilidade de identificação das classes predominantes por faixa de valor de albedo, o que colabora a estudos de substituições ou mesmo aplicação de medidas mitigadoras sobre alvos que possam colaborar para maiores temperaturas em superfície, reduzindo, assim, a qualidade do clima local, colaborando para maiores sensações térmicas sobre essas superfícies e sobre o ar adjacente a estas superfícies. Desta forma, este trabalho apresenta sua colaboração em termos contribuição para a qualidade ambiental.

Como sugestões para trabalhos futuros, sugere-se que sejam avaliadas imagens com percentuais de cobertura de nuvens menores, como tentativa de minimizar perdas de informação em superfície. Uma segunda sugestão seria a aplicação deste método para outros recortes espaciais como tentativa de analisar se, em diferentes ambientes, as predominâncias obtidas entre albedo-tipo se mostram semelhantes. Outra proposta seria a inclusão de outras variáveis para fins de avaliação do comportamento da variável albedo, como: faixas latitudinais variadas, em decorrência, da inclinação da incidência solar, aspectos morfológicos da área, fator declividade, dentre outras. Por fim, também, sugere-se a aplicação deste método para as escalas regional ou nacional, para este sugere-se utilização das bases cartográficas de referência do IBGE (2015).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSSEN, W. G. M. **Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL)**. Advanced Training and users Manual, Kimberly, Idaho, v.1,0, 97p. 2002.
- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; **Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.133, p.380-394, 2007b.
- BARROS, Vinícius. Rios., 2012. **Avaliação da Evapotranspiração Utilizando o Algoritmo SEBAL e imagens Landsat5-TM- Estudo de Caso: Bacia do Rio Piabanha, RJ**. 159 p. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE, 2012.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate**. PhD Tesis. Netherlands: CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag. 272p. 1995.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. **Sebal based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey**. Journal of Hydrology, v.229, p.87-100, 2000.
- BEZERRA, Marcus. V. C.; SILVA, Bernardo. B.; Bezerra, Bergson. G. **Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélites**. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n7, p.709-717-Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG., 2011.
- BRAGA, Luis Paulo Vieira. **Introdução à mineração de dados**, 2ª edição: edição ampliada e revisada. Editora E-papers, 2005.
- BRITO NETO, R. T.; BARROS FILHO, M. B. B.; LOPES, H. L.; PACHECO, A. P. **Determinação de valores físicos de imagens TM/LANDSAT – 5 utilizando linguagem legal para obter índices de vegetação**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, PE. 2008.
- DI PACE, Frederico T.; SILVA, Bernardo. B.; SILVA, Vicente P. R.; SILVA, Saulo T. A. **Mapeamento do saldo de radiação com imagens Landsat 5 e modelo digital de elevação**. In.: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n4, p.385-392-Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG., 2008.
- EPIPHANIO, José Carlos Neves; FORMAGGIO, Antônio Roberto. **Abordagens de Uso de Número Digital e de Reflectância em Sensoriamento Remoto com Dados de Satélites**. Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos – SP, 1983.
- FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso; JÚNIOR, W.C.; GODOY, M.D.P.; **Análise da qualidade do modelo digital de elevação para representação da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ**. Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal, Anais... Natal: INPE, 2009. p. 3785-3791.

- GARCIA, Maurício Labrador; BRONDO, Juan Antônio Évora; PÉREZ, Manuel Arbelo. **Satélites para Detecção Remota Aplicada à Gestão Territorial**. Projecto SATELMAC, Programa de Cooperação Transnacional Madeira – Açores – Canárias - 2007-2013 (PCT-MAC).
- GIONGO, Pedro Rogério. **Estimativa do balanço de radiação com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Tecnologia Rural, 2008. 92 f. Il.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. p.3-50.
- IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**, 2ª edição. Manuais Técnicos em Geociências nº 7, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. 91 p.
- IBGE. **Mudanças na Cobertura e Uso da Terra 2000-2010-2012**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. 44 p.
- LEITE, Manoel Reinaldo; BRITO, Jorge Luís Silva. **Avaliação do desempenho do algoritmo SEBAL na modelagem térmica da bacia do rio Vieira do Norte de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Cartografia. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, n.65/1: 161-174. ISSN:1808-0936, 2012.
- LIMA, Evaldo de Paiva; SEDIYAMA, Gilberto Chohaku; ANDRADE, Ricardo Guimarães; DELGADO, Rafael Coll; SOARES, Vicente Paulo; GLERIANI, José Marinaldo. **Estimativa da evapotranspiração em áreas irrigadas utilizando imagem do landsat 5 – TM**. P. 247-254. Anais: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - INPE. Natal. 2009.
- MARKHAM, B. L; BARKER, J. L. **Radiometric properties of U.S. processed LANDSAT MSS data**. Remote Sensing of Environment , 22(1): 37-71, 1987.
- MENESES, Paulo Roberto. **Princípios de Sensoriamento Remoto**. In: Meneses, Paulo Roberto; Almeida, Tati de. Org(s). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília, 2012. p. 1-33.
- NOVAS, Maria de Fátima Bettini. **Mapeamento das Estimativas do Saldo de Radiação e Índices de Vegetação em Área do Estado de Alagoas com Base em Sensores Remotos**. Dissertação de Mestrado, UFAL, Maceió, AL, Brasil, 2008.
- OLIVEIRA, L. G. L. **Avaliação de Metodologias de Caracterização Atmosférica na Conversão de Dados Radiométricos Digitais em Valores Físicos**. 133 p. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE-2008.
- PAVÃO, Vagner Marques; QUERINO, Carlos Alexandre Santos; BENEDITTI, Cristina Aparecida; PAVÃO, Larissa Leite; QUERINO, Juliane Kayse Albuquerque da Silva; MACHADO, Nadja Gomes; BIUDES, Marcelo Sacardi. **Temperatura e Albedo da Superfície por Imagens TM Landsat 5 em diferentes Usos do Solo no Sudoeste da**

Amazônia Brasileira (Nota de Pesquisa). Revista Brasileira de Climatologia. Ano 11. Vol. 16 – JAN/JUL, 2015.

PEDREIRA, Bernadete da Conceição Carvalho Gomes.; FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso; PRADO, Rachel Bardy; FADUL, Maria Júlia do Amaral; BASTOS, Eduarda Conde; SILVA, Soraya Aaugusta da; ZAINER, Natália Giancoli; PELUZO, Jaqueline. **Dinâmica de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas do Guapi-Macacu e Caceribu – RJ.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 65 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 136).

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PINHEIRO, Everton Alves Rodrigues.; MEIRELES, Marcos; LOPES, José Wellington Batista; COSTA, Carlos Alexandre Gomes; CHAVES, Luiz Carlos Guerreiro; ARAÚJO, José Carlos. **Sazonalidade do Albedo de Superfície com Uso do Sensoriamento Remoto em Microbacia hidrográfica do Semiárido Brasileiro.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n.4, p.249–253, 2010 ISSN 1982-7679 (On-line) Fortaleza, CE.

PONZONI, F. J.; ZULLO JUNIOR, Z.; LAMPARELLI, R. A. C. **Calibração absoluta de sensores orbitais: conceituação, principais procedimentos e aplicação.** São Jose dos Campos, SP: Parentese, 2007, 72p.

PRADO, Rachel Bardy; FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso; PEDREIRA, Bernadete da Conceição Carvalho Gomes. **Um retrato do uso e cobertura da terra.** In.: **Monitoramento e Revegetação do Comperj – Etapa inicial.** Editoras: Prado, R. B.; Fidalgo, E. C. C.; Bonnet, A. Ed.: Embrapa. Brasília, DF, 2014.

TASUMI, M. **Progress in operational estimation of regional evapotranspiration using satellite imagery.** PhD thesis, Dept. Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho. Idaho, 2003.

____REFERÊNCIAS CONSULTADAS

CPTEC/INPE. http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/swf/natureza_radiacao/1_3/ - Acessado em 07 de Agosto de 2015.

<http://www.physicalgeography.net/> - Acessado em 08 de Outubro de 2015.

8 ANEXO

8.1 ANEXO 1 – Mapeamento de Uso e Cobertura para as Bacias dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu

O mapa referente ao mapeamento de uso e cobertura da Terra elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos para o ano de 2007 está disponível na pasta 8. ANEXO e APÊNDICES e subpasta Anexo 8.1 do CD-ROM entregue juntamente com o texto da dissertação. O mapeamento está apresentado, também, no capítulo 5 da dissertação.

9 APÊNDICES

9.1 APÊNDICE 1 – Mapas de Albedo de Superfície

As imagens referentes aos mapas de albedo de superfície obtidos neste trabalho estão disponíveis na pasta 8. ANEXO e APÊNDICES e subpasta Apêndice 8.2 do CD-ROM entregue juntamente com o texto da dissertação. Toda a metodologia para obtenção dos resultados apresentados nas imagens anexas ao CD está disponível no capítulo 2.

9.2 APÊNDICE 2 – Tabelas de Predominâncias

As tabelas referentes as predominâncias de classes de uso e cobertura em relação as faixas de valores de albedo de superfície obtidas neste trabalho estão disponíveis na pasta 8. ANEXO e APÊNDICES e subpasta Apêndice 8.3 do CD-ROM entregue juntamente com o texto da dissertação. Toda a síntese dos resultados apresentados nas tabelas anexas ao CD estão apresentadas no capítulo 5 através das tabelas 5.8 a 5.16.