

A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TM/LANDSAT EM LEVANTAMENTO DE USO DO SOLO

Roberto Rosa

Universidade Federal de Uberlândia
Campus Santa Mônica - Bloco H
Departamento de Geografia
38400 - Uberlândia - MG

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar as possibilidades oferecidas pelas imagens obtidas pelo sensor Thematic Mapper - TM do satélite norte-americano Landsat-5, no levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo em região de cerrado. Para o desenvolvimento do presente estudo, foi escolhida como área teste o município de Uberlândia, localizado na Zona Geográfica do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais e, limitado pelas coordenadas geográficas de 18°30' - 19°30' de latitude sul e 47°50' - 48°50' de longitude oeste de Greenwich. Considerando-se a resolução espacial oferecida pelo sistema sensor, a escala das imagens, o comportamento dos alvos que aparecem na região, bem como o número de passagens ou número de cobertura de imagens por nós utilizadas, chegou-se as seguintes categorias de uso do solo: áreas urbanas, sistema viário, mata, cerrado, eucalyptus, pinus, culturas perenes, culturas temporárias, pastagem natural, pastagem melhorada, campo hidromórfico e áreas líquidas. A metodologia utilizada mostrou-se bastante satisfatória no reconhecimento, levantamento e mapeamento do uso do solo à nível geral.

ABSTRACT

The aim of this paper is to discuss the possibilities offered by the images obtained by the Thematic Mapper (TM) sensor of the North American Satellite Landsat 5 in the survey and mapping of the rural landuse in the cerrado region. This study was developed in the municipality of Uberlândia, State of Minas Gerais, with an approximate area of 4040 km², in the Triângulo Mineiro region, between 18°30'/19°30' and 47°50'/48°50' W. Considering the spacial resolution offered by the sensor system, the images scale, the response of the different agricultural fields, the number of images available for the present study, it were established the following categories of landuse: urban areas, route system forest, "cerrado", eucalyptus and pinnus (homogeneous forest), perennial croplands, annual croplands, native grassland improved grassland, Wetlands and Water sheds. The methodology utilized seems to meet well the needs for landuse survey and mapping for the role Brazilian "cerrado" region.

1. INTRODUÇÃO

Fazer levantamento do uso e ocupação do solo é um dos objetivos dos programas de sensoriamento remoto orbital iniciado em 1972, com o lançamento do primeiro satélite destinado a inventariar e monitorar os recursos da Terra (ERTS), mais tarde denominado Landsat 1.

O mapeamento do uso e ocupação do solo em uma dada região, tornou-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço, espaço este cada vez mais alterado pela ação do homem e pelo desenvolvimento tecnológico. Deste modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso e ocupação deste solo, para que suas tendências possam ser analisadas, com o objetivo de fornecer subsídios às ações do planejamento regional, municipal e até mesmo setorial.

O estudo do uso e ocupação do solo consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste este solo, como também, suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão "uso do solo" pode ser entendido como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem.

O conhecimento atualizado das formas de utilização e ocupação do solo, bem como seu uso histórico, tem sido um fator imprescindível ao estudo dos processos que se desenvolvem na região, tornando-se de fundamental importância, na medida em que os efeitos do seu mau uso, causam deterioração no meio ambiente. Os processos de erosão intensos, desertificação, inundações, assoreamentos e cursos d'água tem sido exemplos cotidianos de seu mau uso.

Os registros atualizados da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, reflorestamentos, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças tornam-se cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores, seja ao nível de governo federal, estadual ou municipal, para permitir a elaboração da melhor política de uso e ocupação deste solo.

A utilização de dados atualizados sobre o uso e ocupação do solo é muito ampla, onde podemos citar como exemplo, o inventário de recursos hídricos, o controle de inundações, o planejamento do abastecimento d'água, a identificação de áreas com processos erosivos avançados, a avaliação de impactos ambientais resultantes da utilização dos recursos energéticos, a formulação de políticas econômicas, etc.

Neste sentido, os sistemas de sensoriamento remoto ora disponíveis no país, permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região.

Face a isso, este trabalho tem como objetivo, apresentar a nossa experiência no uso de dados adquiridos por sensores remotos, especialmente os obtidos pelo sistema sensor Thematic Mapper (TM), do satélite norte-americano Landsat 5, em levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo em região de cerrado, procurando comparar as informações (categorias de ocupação) possíveis de serem extraídas nas diferentes bandas espectrais 3,4,5 individualmente e em papel (preto e branco), e das composições coloridas colorido normal 1B 2G 3R e falsa-cor 2B 3G 4R.

O cerrado, especialmente o do Brasil Central, tem se mostrado importante, no processo produtivo agropecuário do país, tornando-se necessário uma atenção toda especial para esta região, a qual demanda grande número de pesquisas voltadas a uma melhor compreensão e aproveitamento desta área, tanto no sentido econômico como no ambiental, face a acelerada ocupação, nem sempre racional de suas terras.

Embora já tem sido desenvolvidos estudos em cerrado procurando entender a interação da radiação eletromagnética com estes alvos, como é o caso de Epiphanyo e Vitorello (1983) investigando o efeito da irradiação no comportamento espectral de latossolo preparado para o plantio, Pereira (1986) verificando as relações entre as medidas de biomassa e teor de água em amostras de campo limpo através de medidas radiométricas

de campo, santos (1988) estudando a fitomassa desta comunidade vegetal. Este trabalho no entanto, se propõe a apresentar as melhores bandas ou combinações das mesmas, para a identificação de determinadas categorias de ocupação presentes em região de cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - A Área Teste

Como área teste para o desenvolvimento do presente trabalho foi escolhido o município de Uberlândia, localizado na Zona Geográfica do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais e, limitado pelas coordenadas geográficas de 18°30' - 19°30' de latitude sul e 48°50' - 48° 50' de longitude oeste de Greenwich.

O relevo do município pode ser dividido genericamente em três unidades distintas (BACCARO 1989): áreas de relevo como topo plano, áreas de relevo dissecado e áreas de relevo intensamente dissecado.

As áreas de relevo com topo plano caracterizam-se pela presença de vales espaçados, com pouca ramificação de drenagem, vertentes com baixa declividade e presença de solos hidromórficos próximo aos canais fluviais.

As áreas de relevo dissecado caracterizam-se por apresentar vertentes suaves, ocasionalmente interrompidos por rupturas de declive estrutural, mantidas pela laterita, onde pode ocasionalmente ocorrer o afloramento do lençol freático, ocorrendo também a presença de solos hidromórficos e intensos processos erosivos, tais como revinas e voçorocas.

A área de relevo intensamente dissecado caracterizam-se pela presença de vales encaixados, vertentes com acentuado declive, presença de canais fluviais com grande número de cachoeiras e corredeiras.

Toda esta área está assentada sobre a borda da Bacia Sedimentar do Paraná, tendo como embasamento rochas antigas tais como xistos e gnaisses do Grupo Araxá. Sobre este embasamento, estratigraficamente da base para o topo, aparecem os arenitos eólicos da Formação Botucatu: derrames basálticos da Forma-

ção Serra Geral; Grupo Bauru, representado pelos arenitos de granulação média a grosseira da Formação Adamantina, arenitos conglomeráticos e carbonáticos da Formação Marília e sedimentos do Cenozoico (NISHIYAMA 1989).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é o Cwa, ou seja, clima mesotérmico úmido com seca no inverno e chuva no verão. A temperatura média anual é de 22 °C com um total pluviométrico de 1500 mm/ano, e presença de uma estação seca bem definida de maio a setembro.

2.2 - Material

O material utilizado para o desenvolvimento do presente estudo, foram as imagens TM/Landsat, bandas 3, 4 e 5 isoladamente (P & B) e composições coloriais 1B 2G 3R e 2B 3G 4R, cópias em papel, na escala de 1:100.000, correspondentes a órbita 221, ponto 73, quadrantes A, B, C e D, com menos de 5% de cobertura de nuvens.

As bandas utilizadas encontram-se situadas na região do espectro eletromagnético visível e infravermelho próximo, cujos comprimentos de onda são: 0,45 - 0,52 µm (banda 1); 0,52 - 0,60 µm (banda 2); 0,63 - 0,69 µm (banda 3); 0,76 - 0,90 µm (banda 4); 1,55 - 1,75 µm (banda 5).

Estes dados são obtidos pelo satélite norte-americano Landsat - 5, o qual encontra-se a uma altitude nominal de 705 km, com uma periodicidade de 16 dias e resolução espacial nas bandas utilizadas de 30 m no terreno.

Além das imagens TM/Landsat, foram utilizadas para delimitação da área do município, bem como para a confecção do mapa base cartas topográficas em escala de 1:100.000, levantadas e editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cujas folhas foram: SE-22-Z-B-V (Tupaciguara), SE-22-Z-B-VI (Uberlândia), SE-22-Z-D-III (Miraporanga) e SE-23-Y-C-I (Nova Ponte).

2.3 - Metodologia

Para a realização do presente trabalho, foram analisadas as informações extraídas a partir de técnicas visuais de interpretação de imagens, onde são

considerados os elementos, como forma, tonalidade e textura fotográfica.

O desenvolvimento de um sistema para classificar dados sobre uso e ocupação do solo, obtidos a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto tem sido muito discutido. O tipo e a quantidade de informações sobre o uso e ocupação do solo que podem ser obtidas pelos diferentes sistemas sensores dependem, da resolução espacial, radiométrica, espectral e temporal dos mesmos.

A metodologia para levantamento e mapeamento de categorias de uso e ocupação do solo constou das seguintes etapas:

- delimitação da área de interesse - limite municipal;

- elaboração de uma chave de interpretação;

- interpretação visual preliminar das imagens em papel;

- trabalho de campo, com o objetivo de estabelecer uma associação entre o que foi identificado na imagem, com as correspondentes unidades existentes no terreno;

- interpretação visual final, cujo o objetivo era os de ajustes na interpretação visual preliminar, após a coleta dos dados de campo;

- montagem da carta temática, onde os "overlays" foram ajustados e copia dos sobre uma base planimétrica, extraídas das folhas topográficas escala 1:100.000, editadas pelo IBGE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos padrões de interpretação das imagens (tonalidade, cor, textura e forma), chegou-se a uma chave para a fotointerpretação (Tabela 1 e 2), onde foi possível identificar as seguintes categorias de uso e ocupação do solo: área urbana, sistema viário, mata, cerrado, eucalyptus, pinus, culturas perenes, culturas temporárias, pastagem natural, pastagem melhorada, campo hidromórfico, área líquida.

A seguir é apresentado a descrição sucinta de cada categoria de ocupação e uso do solo, procurando destacar os aspectos mais relevantes que caracte-

terizam a mesma.

a) - Área Urbana - Nesta categoria, estão incluídas as áreas de uso intenso, com grande parte do solo ocupado por edificações. Fazem parte desta categoria as cidades, vilas, distritos, e outras áreas como as ocupadas pelo setor industrial e comércio (fábricas e shopping center, etc.).

b) - Sistema Viário - Nesta categoria estão incluídas todas as vias de comunicação terrestre, tais como rodovias, ferrovias, estradas, caminhos, etc.

c) - Mata - Nesta categoria está incluída toda a cobertura vegetal natural e de porte arbóreo tal como a mata mesofítica (de galeria e de encosta) e a mata xeromórfica (cerradão).

d) - Cerrado - Foi considerado nesta categoria toda a vegetação natural de porte médio a baixo, que ocorre especialmente nos interflúvios, vegetação esta de porte arbóreo e arbustivo, caracterizada por apresentar troncos e galhos retorcidos, folhas grandes e grossas, e casca espessa.

e) - Eucalyptus e Pinus - Foi considerado nesta categoria as formações vegetais plantadas e homogêneas, destinadas a produção de madeira, carvão, álcool, celulose, etc.

f) - Culturas Perenes - Nesta categoria estão incluídas todas as culturas que possuem em ciclo longo entre o plantio e a renovação dos talhões, onde podemos destacar o café, a laranja e a seringueira.

g) - Culturas Temporárias - Fazem parte desta categoria as áreas com a presença de culturas de ciclo curto, colhidas a cada ano, tais como: a soja, o milho e o arroz.

h) - Pastagem Natural - Corresponde as áreas em que a vegetação natural é predominantemente formada de gramíneas, plantas graminóides, ervas, arbustos, e árvores dispersas, nas quais o pastoreio de forma extensiva é a atividade marcante.

i) - Pastagem Melhorada - Nesta categoria aparecem as áreas destinadas ao plantio de forrageiras, com a finalidade principal de alimentar o gado. Esta categoria aparece onde houve desmatamen-

to ou onde a pastagem foi formada con - servando as árvores dispersas com o objetivo de proporcionar sombra ao gado.

j) - campo Hidromórfico - Esta categoria caracteriza-se pela presença de área úmida, onde a vegetação natural ocupa a maior parte da área, porém merecem destaque as culturas temporárias como o arroz e hortaliças.

l) - Áreas Líquidas - Nesta categoria estão incluídos todos os reservatórios d'água, quer sejam naturais ou artificiais, tais como açudes, represas, tanques, lagoas, etc..

Na interpretação de imagens com vistas ao levantamento e mapeamento das diferentes categorias de uso e ocupação do solo, a época de tomada das imagens é um fator muito importante para o bom desempenho do trabalho, pois está diretamente relacionada ao calendário agrícola da região e as variações sazonais que ocorrem com as diferentes espécies vegetais, principalmente as culturas.

Como pode ser observado na chave de interpretação para as bandas individuais em P & B, a banda 3 oferece a possibilidade de um pequeno número de classes, ou seja, apenas consegue-se identi-

TABELA 1
CHAVE DE INTERPRETAÇÃO, PARA AS IMAGENS EM
PAPEL P & B, BANDAS INDIVIDUAIS

Categoria	Banda 3		Banda 4		Banda 5		Forma
	Tonal.	Text.	Tonal.	Text.	Tonal.	Text.	
Área Urbana	CMC	R	CME	R	CMC	R	I
Sist. Viário	CMC	L	CME	L	CM	L	G
Mata	CE	M	CC	M	CE	R	I
Cerrado	CM	L	CE	M	CM	M	I
Eucalyptus	CM	M	CE	R	CM	R	G
Pinus	CME	L	CME	L	CME	L	G
C. Perene	CM	M	CE	R	CM	R	G
C. Temporária	CM	L	CME	L	CM	L	G
P. Natural	CM	L	CM	L	CM	M	I
P. Melhorada	CM	L	CMC	L	CC	L	G
Campo Hidrom.	CM	M	CME	M	CE	M	I
Área Líquida	CM	L	CME	L	CME	L	I

ficar com certa facilidade as áreas urbanas, sistema viário e reflorestamento de pinus. As demais categorias aparecem muito confusas, com uma tonalidade muito semelhante uma das outras, embora possam possuir textura e forma diferente, a monotonia da tonalidade não nos possibilita tal discriminação.

Nesta banda, as áreas urbanas e sistema viário aparecem com tonalidade cinza muito claro, devido a alta reflectância das construções. O pinus aparece com tonalidade cinza muito escuro devido a baixa reflectância do mesmo, pois esta banda está localizada nos comprimentos de onda do vermelho, onde a vegetação exerce grande absorção da ra-

dição eletromagnética em função da pigmentação das folhas, especialmente a clorofila. Os demais alvos aparecem com tonalidade cinza médio, sendo muito difícil a sua separação.

A banda 4 mostrou-se bastante satisfatória para a identificação e delimitação das diferentes unidades topográficas. Porém foi bastante útil na separação das culturas temporárias, uma vez que estas culturas (principalmente a soja e o milho) devido ao seu vigor vegetativo e cobertura foliar na época de tomada das imagens, apresentavam um alto índice de reflectância, aparecendo nesta banda com tonalidade cinza muito claro, destacando-se com facilidade das

TABELA 2

CHAVE DE INTERPRETAÇÃO PARA AS IMAGENS EM
PAPEL, COMPOSIÇÕES COLORIDAS

Categoria	1B 2G 3R		2B 3G 4R		Forma
	Cor	Textura	Cor	Textura	
Área Urbana	Y	R	BC	R	I
Sist. Viário	Y	L	BC	L	G
Mata	GE	R	R	R	I
Cerrado	GA	M	ME	M	I
Eucalyptus	GA	R	RC	M	G
Pinus	GE	L	RE	R	G
C. Perene	GA	M	M	M	G
C. Temporária	GC	L	RC	L	G
P. Natural	GA	L	GC	L	I
P. Melhoria	GA	L	BC	L	G
Campo Hidrom.	GA	M	BE	M	I
Área Líquida	GE	L	P	L	I

LEGENDA:

Tonalidade - cinza muito escuro (CME), cinza escuro (CE), cinza médio (CM), cinza claro (CC) e cinza muito claro (CMC).

Cor - amarelo (y), verde-escuro (GE), verde-amarelo (GA), verde-claro (GC), azul-claro (BC), vermelho (R), marrom-esverdeado (ME), vermelho-escuro (RC), azul-escuro (BE), preto (p).

Textura - lisa (L), média (M) e rugosa (R).

Forma - irregular (I), geométrica (G).

demais categorias de uso e ocupação do solo.

A banda 5 foi útil na discriminação das áreas de "campo hidromórfico" que devido a baixa reflectância aparecem nesta banda com a tonalidade cinza escuro, além das áreas de cerrado, que apresentavam tonalidade cinza médio.

No geral, pode-se dizer que nas imagens em papel P & B, as áreas de reflorestamento de pinus podem ser identificadas com facilidade em qualquer que seja a banda em função de apresentarem tonalidade cinza muito escuro. As áreas com culturas temporárias em seu pleno vigor vegetativo são facilmente identificadas na banda 4 com tonalidade cinza muito claro. As áreas urbanas são facilmente delimitadas nas bandas 3 e 4 em função de sua tonalidade cinza muito claro. As demais categorias de uso e ocupação do solo, são identificadas e de-

limitadas mais pelos seus padrões texturais e pela forma das mesmas, do que pela tonalidade. Como exemplo podemos citar as áreas de eucalyptus degradados e as áreas de cerrado, as quais apresentam em qualquer que seja a banda tonalidade e textura muito semelhantes, porém forma diferente, a qual nos possibilitou a discriminação.

As imagens em papel colorido normal (1B 2G 3R) oferecem vantagem quando comparadas com as bandas tomadas individualmente em P & B. Porém esta vantagem não é significativa se levarmos em consideração a relação custo/benefício. Esta composição, nos possibilitou discriminar com facilidade as áreas de reflorestamento de pinus, as áreas urbanas e o sistema viário. As demais categorias de uso e ocupação do solo apresentam dificuldades em sua discriminação. Acreditamos, que esta dificuldade deve-se ao

fato de que na banda 1, existe um acen- tuado espalhamento da radiação eletro- magnético pela atmosfera, e este espa- lhamento pode mascarar a verdadeira res- posta dos demais alvos da superfície, diminuindo o contraste entre os mesmos.

Já a composição colorida, falsa- cor (2B 3G 4R) foi a que apresentou o melhor resultado para levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo. Embora esta composição tenha um custo maior do que as bandas individuais em preto e branco, ela nos possibilitou a discriminação com facilidade de todas as categorias de uso e ocupação do so- lo, sendo a nosso ver a mais recomenda- da para este tipo de trabalho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As imagens em papel em preto e branco são normalmente mais utilizadas por apresentarem um menor custo quando comparadas com as imagens coloridas, no entanto dificilmente se consegue discriminar, um bom número de categorias de uso e ocupação do solo com uma única banda. Isto faz com que frequentemente, neste tipo de trabalho necessitemos de duas ou até três bandas diferentes para obtermos resultados satisfatórios, por- rém quando isso ocorre, o custo já se torna maior do que uma imagem colorida (composição colorida). Além do que, o trabalho de fotointerpretação torna- se dobrado ou até mesmo triplicado, sem con- tar as dificuldades em se ajustar as classes interpretadas em bandas indivi- duais em um único mapa temático.

A escolha do conjunto de bandas, bem como a combinação de filtros são fa- tores essenciais quando da solicitação de uma imagem em composição colorida. Isto depende muito do tipo de alvos que aparecem na região de estudo, e do com- portamento espectral dos mesmos.

Dos produtos por nós utilizados nestes estudos, ou seja dados TM-Land- sat, bandas 3, 4 e 5 em papel e P & B, e composições coloridas em papel 1B 2G 3R (banda 1 com filtro azul, banda 2 com filtro verde e banda 3 com filtro ver- melho) e, 2B 3G 4R (banda 2 com filtro azul, banda 3 com filtro verde e banda 4 com filtro vermelho), o que produziu melhor resultado, ou seja, nos possibili- tou a discriminação do maior número

de classes, foi a composição colorida dita falsa-cor 2B 3G 4R. Este produto nos proporcionou a separação de todas as classes de uso e ocupação do solo que foi possível identificar neste tra- balho. Mesmo usando-se individualmente as 3 bandas em papel e P & B (3, 4 e 5) não foi possível identificar o mesmo nú- mero de classes conseguido com o uso da composição colorida falsa-cor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCARO, C.A.D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. Sociedade & Natureza. Uberlândia, 1(1):17-22, jul., 1989.
- EPIPHANIO, J.C.N.; VITORELLO, I. Inter-relationships Between view angles (azimuth) and surface moisture and roughness conditions in field-measured reflectances an axisol. 2nd Col- loque Internationale de Signaturas Spectrales d'Objets en Teledetection. Bordeaux, 12-16 sept., 1983.
- LIMA, S.C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. Ma- peamento do uso do solo no município de Uberlândia-MG, através de imagens TM/Landsat. Sociedade & Natureza. Uber- lândia, 1(2):127-145, dez., 1989.
- NISHIYAMA, L. Geologia do Município de Uberlândia. Sociedade & Natureza. Uberlândia, 1(1), jul., 1989.
- PEREIRA, M.D.B. Correlação de fitomassa foliar de campo cerrado com dados es- pectrais obtidos pelo sistema MSS/ Landsat e por radiometria de campo. São José dos Campos, INPE, 1986 (INPE - 3758-TDL/205).
- SANTOS, J.R. Biomassa aérea da vegeta- ção do cerrado: estimativa e correla- ção com dados do sensor "Thematic Mapper" do satélite Landsat. Univer- sidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 1988.