

Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados-SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite

Tânia Regina Inácio Rodrigues^{1,2}
Agmon Moreira Rocha^{1,2}
Archimedes Perez Filho^{1,2}

¹Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/ UNICAMP
Caixa Postal 6041 – 13083-875 – Campinas – SP, Brasil
{taniar, agmon}@agr.unicamp.br e archi@ige.unicamp.br

Abstrat. The aim of this work was mapping the soil use and occupation of Lower Flow of Sao José dos Dourados river - SP, through creating and structuring a database with data from a SIG and the orbital image from Satellite Landsat 5 – with sensor “Thematic Mapper” taken on 27/05/2005, scale nearly 1: 50. 000, on bands 3,4 and 5 and colored composition 4/5/3. On river basin studied, 8 type areas representative of patterns of soil use and occupation, predominant in that place were studied. The areas with pasture and sugarcane are the main forms of soil use in the river basin, occupying 62 % of total area. The remaining of river basin is occupied by natural vegetation/forestry, annual and perennial crops, exposed soil, drainage areas and urban areas.

Palavras-chave: soil use mapping, orbital image, lower flow mapeamento uso do solo, imagem orbital, bacia hidrográfica.

1. Introdução

O conhecimento das formas de utilização e ocupação das terras, bem como seu histórico, tem sido um fator imprescindível para compreensão dos padrões de organização do espaço agrícola, cada vez mais alterado pela ação do homem e pelo desenvolvimento tecnológico (ROSA, 1990).

Uma bacia hidrográfica qualquer se constitui como a mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área. Assim, o disciplinamento do uso e da ocupação das terras da bacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram.

Os dados de sensoriamento remoto têm ampla aplicação na descrição quantitativa de bacias hidrográficas. Para o manuseio e análise dos dados provenientes de sensores remotos, os aplicativos mais usados atualmente são os de Processamento Digital de Imagens e os denominados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Estes aplicativos são capazes de armazenar, analisar e localizar espacialmente dados de um fenômeno. Além disso, permitem o manuseio e a saída de dados já analisados e tratados.

As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras ao nível de bacias hidrográficas, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e ser economicamente viável.

COLLARES (2000) ressalta que com o advento de recursos de sensoriamento remoto mais aperfeiçoado, os levantamentos das informações tendem a ser mais precisos e rápidos e com o avanço nos sistemas de comunicações via rede, deverá haver maior facilidade para disponibilização, troca de informações e atualizações de dados.

As imagens de satélite como as do LANDSAT 5, podem proporcionar o monitoramento do uso e ocupação das terras, possibilitando a estimativa da área de produção. Sua vantagem em relação aos métodos tradicionais é maior rapidez na aquisição de dados e menor custo.

Para CRÓSTA (1992) o processo de classificação automática de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto consiste em associar cada pixel da imagem a um rótulo ou classe descrevendo um objeto real. Existem duas abordagens neste processo, a primeira denomina-se classificação supervisionada, onde o usuário identifica alguns dos pixels pertencentes às classes desejadas (formando a área de treinamento) e o software localiza todos os demais pixels pertencentes àquelas classes, baseado em alguma regra estatística pré-estabelecida. A segunda chama-se classificação não supervisionada, nesta o próprio software decide, por análise de agrupamento, quais as classes a serem separadas e quais os pixels pertencentes a cada uma dessas classes.

Dentro da classificação supervisionada, o método da Máxima Verossimilhança considera a ponderação das distâncias das médias e utiliza parâmetros estatísticos para efetuar a classificação, partindo do princípio que o usuário já conhece o bastante da imagem a ser classificada para poder definir as classes representativas.

Um dos parâmetros mais utilizados e eficientes para quantificar a exatidão de levantamentos de uso da terra é o índice Kappa, que é obtido mediante a adoção de uma referência para comparação dos mapeamentos produzidos. Neste caso, a análise da exatidão dos mapeamentos é obtida através de matrizes de confusão ou matrizes de erro, sendo posteriormente calculado o índice Kappa de concordância (COHEN, 1960).

O objetivo deste trabalho foi analisar a aplicabilidade de um SIG e de imagem do satélite Landsat 5 - TM (*Thematic Mapper*) para determinação do uso e ocupação das terras, por meio de classificação digital supervisionada de Máxima Verossimilhança, realizada no software Envi 4.0.

2. Material e Métodos

A área objeto de estudo deste trabalho denominada Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio São José dos Dourados situa-se no extremo oeste do estado de São Paulo, corresponde a uma porção da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (UGRHI-18), entre os paralelos 20°35' a 20°64' S e entre os meridianos 50°76' a 51°34' Wgr. A bacia em estudo com área total de 1052Km² ocupa as terras de menor altitude da UGRHI- 18, abrangendo sete municípios (Aparecida d'Oeste, Ilha Solteira, Marinópolis, Palmeira d'Oeste, Pereira Barreto, Sud Mennucci e Suzanápolis). Seu canal principal é o Rio São José dos Dourados, afluente do Rio Paraná, este último encontra-se o maior complexo hidrelétrico do estado de São Paulo o "Complexo Urubupungá" (**Figura 1**).

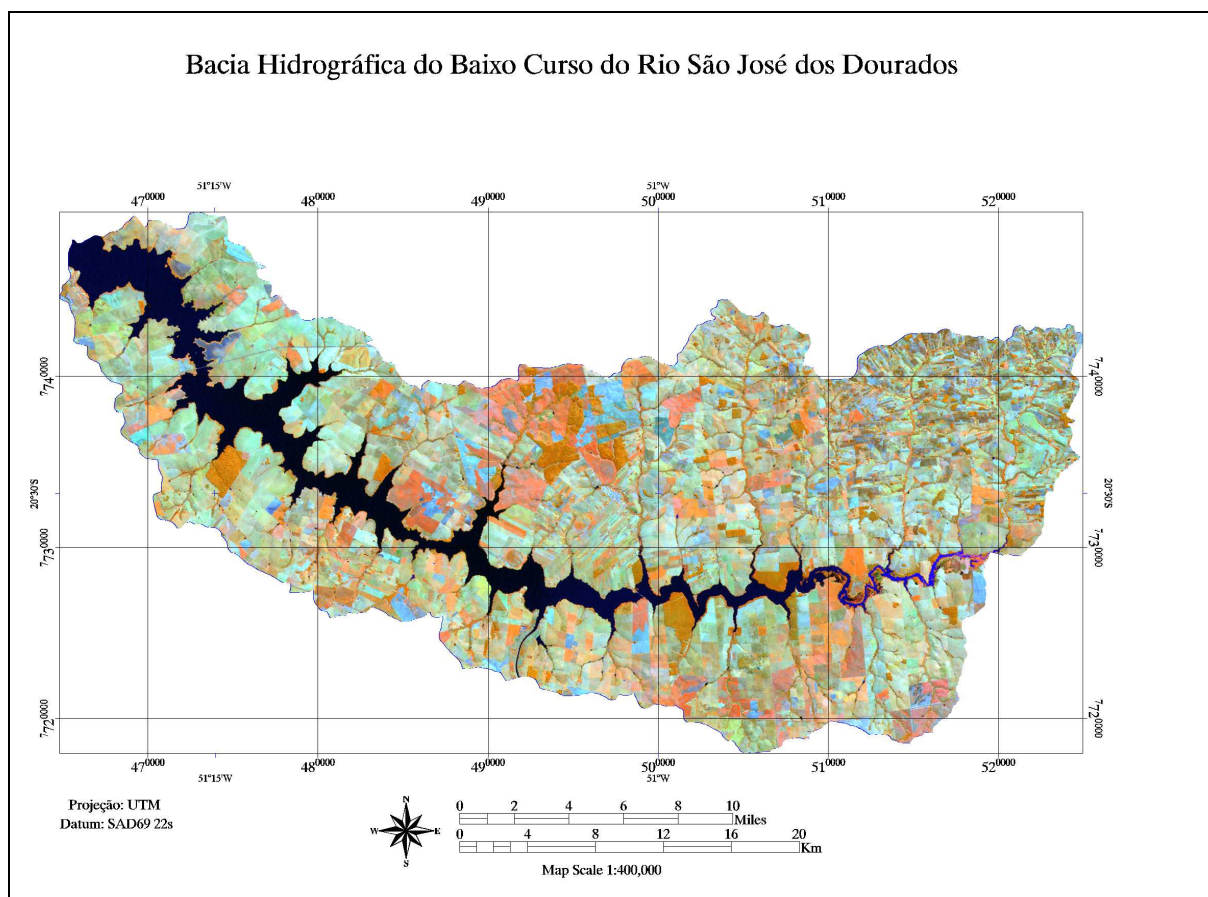


Figura Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio São José dos Dourados

Os materiais empregados para a realização deste trabalho foram uma imagem digital TM (*Thematic Mapper*) do satélite *Landsat 5*, órbita-ponto 222/074 com resolução de 30 metros, datada de 27 de maio de 2005, adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cartas topográficas, equipamentos e aplicativos.

As cartas topográficas, usadas para georreferência da imagem de satélite e como fonte de dados para delimitação do perímetro da bacia, foram em escala 1: 50. 000, no sistema de projeção UTM, correspondendo às folhas: SF. 22-C-II-3 (Ilha Solteira), SF. 22-C-II-4 (Esmeralda), SF. 22-D-I-3 (Palmeira d'Oeste), SF. 22-C-IV-1 (Bela Floresta), SF. 22-C-IV-2 (Pereira Barreto) e SF. 22-D-III-1 (Sud Mennucci).

Para geração do mapa de uso e ocupação, utilizou-se a imagem georreferenciada na combinação de bandas 453, no sistema RGB, pois para este tipo de estudo é a que melhor se adapta. Na seqüência, para melhorar a resolução visual da imagem, utilizou-se o contraste padrão do programa (Envi 4.0) que constitui um aumento linear com corte de 2% dos valores extremos do histograma com os valores de níveis de cinza dos *pixels* da imagem. O procedimento de aumento de contraste só implica em mudanças na imagem para efeito de visualização no *display*, não interferindo nos resultados de classificação. Com a imagem realçada, foi feita a coleta de amostras, pelo recurso do Envi 4.0 de construção de arquivos *RÓIS*, para os seguintes alvos: água, cana-de-açúcar, solo exposto, cultura perene, cultura anual, pastagem, vegetação natural/reflorestamento, áreas de drenagem e áreas urbanas. Com checagem dos arquivos *RÓIS* em campo e utilizando o recurso de Classificação Supervisionada, com o método MaxVer (máxima verossimilhança), é feito processamento desta imagem, gerando-se então uma imagem classificada.

Após o processo de classificação é comum que a imagem apresente certa quantidade de ruídos (*pixels* mal classificados) no interior e nas adjacências das classes e, por isto, há a necessidade de um tratamento, pós-classificação, para que seja feita a absorção destes *pixels* mal classificados e para posterior obtenção de uma imagem classificada limpa, com melhor aspecto visual. O programa ENVI 4.0 disponibiliza alguns recursos que permitem o melhoramento do aspecto visual de imagens classificadas. No trabalho aqui apresentado empregou-se filtro de convolução mediano (3x3).

Após imagem classificada, utilizou-se a estatística Kappa para testar a concordância entre os resultados observados e os classificados em uma tabela de contingência (matriz de erro).

De acordo com GUPTILL & MORRISON (1995), o valor mínimo necessário para uma classificação ser aceitável é de 85%, em relação à exatidão global, do ponto de vista do usuário da classificação.

LANDIS & KOCH (1977) associam valores de Kappa à qualidade da classificação de acordo com a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 A qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa

Índice Kappa	Qualidade
0.00	Péssima
0.01 a 0.20	Ruim
0.21 a 0.40	Razoável
0.41 a 0.60	Boa
0.61 a 0.80	Muito boa
0.81 a 1.00	Excelente

Fonte: Landis & Koch (1977 p.165)

3. Resultados e Discussão

Os resultados alcançados na classificação estão registrados na **Figura 2**. As distribuições de classes de uso em hectares e porcentagem podem ser vistas no **Tabela 1** e na **Figura 3**.

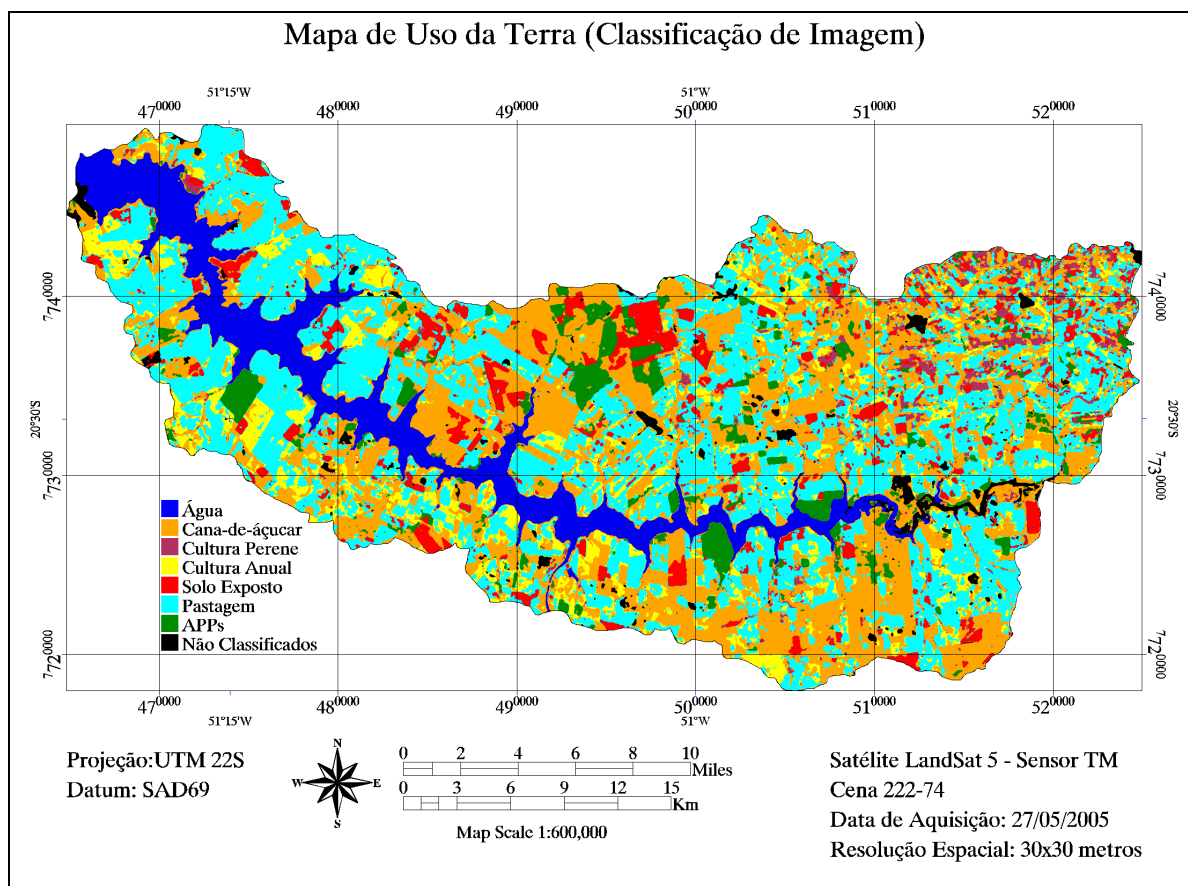


Figura 2 Classes de uso da Terra ocorrentes na área de estudo em 2005

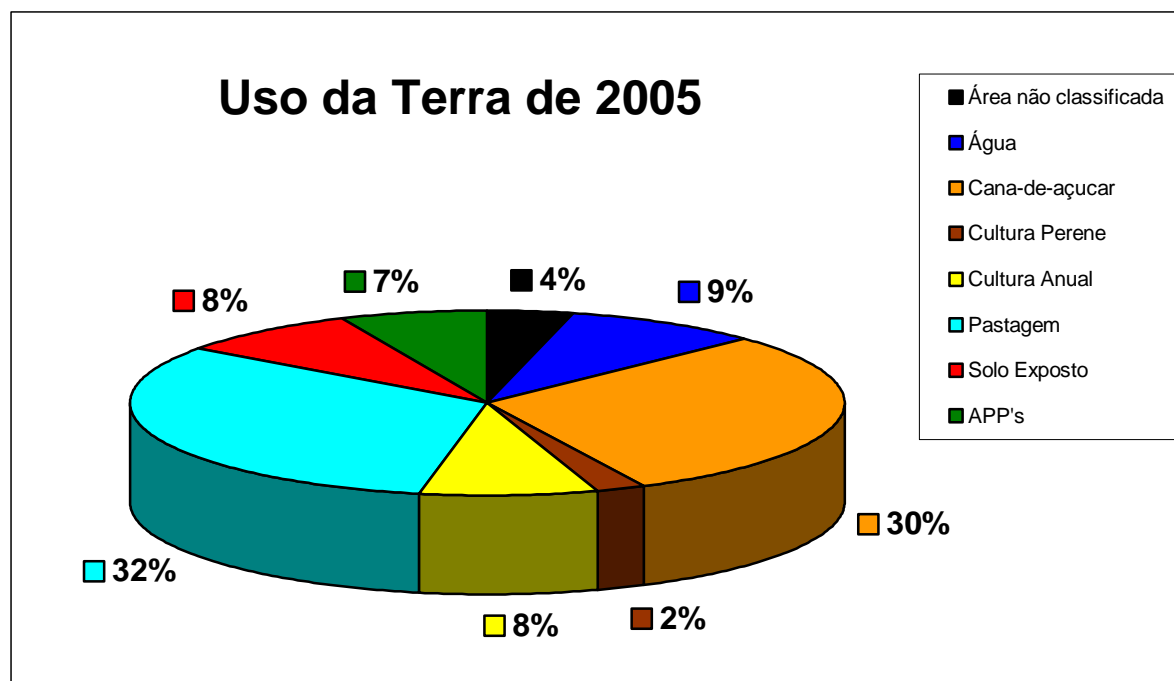


Figura 3 Gráfico da distribuição espacial em (%) do uso da terra em 2005

Tabela 1 Classes de uso da terra de 2005, com as respectivas áreas (ha) e em porcentagem na bacia em estudo.

Uso da Terra (2005)	Área (ha)	Área (%)
Área não classificada	4137.6	4
Água	9410.85	9
Cana-de-açúcar	31566.15	30
Culturas Perenes	2251.26	2
Culturas Anuais	8445.96	8
Pastagem	33578.82	32
Solo exposto	8791.83	8
Vegetação Natural./Reflorestamento (APP's)	7017.57	7
Total	105200	100

A classe de vegetação natural/Reflorestamento ocupa 7% da área da bacia. A vegetação natural, aqui enquadrada, refere-se aos povoamentos de florestas naturais bastante alteradas ou em estado de regeneração bastante avançado. São constituídas por indivíduos lenhosos, árvores finas compactamente dispostas, e por espécies espontâneas que invadem as áreas devastadas, apresentando desde porte arbustivo (médio/baixo) até arbóreo (alto/médio). O reflorestamento ocorre espalhado, em pequenas áreas por toda a bacia estudada. Normalmente estes reflorestamentos são de pinos ou eucaliptos.

As pastagens ocupam 32% do total da área. Esta classe abrange as pastagens artificiais ou plantios de forrageiras para pastoreio, em diversos níveis de tecnificação e manejo, além de pastagens de vegetação espontânea que sobrevivem aos desmatamentos, podendo ou não ser melhoradas com espécies de gramíneas exóticas. Incluem-se as coberturas residuais baixas, até rasteiras, representadas por glebas aparentemente desprovidas de cuidados e com cobertura do solo variável (campos sujos).

As culturas perenes ocupam 2% da área e é mais freqüente o cultivo de laranja, café, banana, uva, seringueiras, etc. A cana de açúcar é uma cultura semiperene por representar um período de renovação dos talhões em torno de quatro anos.

As culturas anuais são aquelas de ciclo vegetativo curto, de porte baixo a rasteiro. De acordo com a **Tabela 1** elas ocupam 8% do total da área da bacia. As que mais se destacam são: algodão, feijão, arroz, milho, soja, sorgo, etc.

A água é representada pelo principal curso d'água o Rio São José dos Dourados e seus tributários. Devido às inundações ocorridas com a construção dos Reservatórios Hidrelétricos de Ilha Solteira e Três Irmãos, esta classe passou a ocupar 9 % de toda a área da bacia.

Com a máscara do uso e ocupação das terras e os dados de campo da bacia, fez-se então, a avaliação da qualidade das informações geradas, por meio da exatidão global e do índice Kappa. Os valores encontrados foram de 92% para exatidão global e de 0,87 para o índice Kappa, sendo assim, o valor exatidão global está acima do que GUPTILL & MORRISON (1995) considera necessário para uma classificação ser aceitável e o índice Kappa encontra-se no intervalo de qualidade excelente conforme **Tabela 2** apresentada pelos autores LANDIS & KOCH (1977).

4. Conclusões.

A interpretação de imagens de satélite, além de constituir método consagrado, possibilitou a obtenção de dados de grande precisão e fidelidade, atendendo às necessidades exigidas para trabalhos desta natureza, devido à rapidez com que os dados podem ser analisados e a amplitude do espaço físico alcançado.

A mapa com as classes de uso e ocupação do solo gerada para a bacia, poderá ser utilizada futuramente em outros trabalhos, servindo como uma referência para localização dessas classes em outras imagens de satélite com menor resolução espacial (por exemplo: sensor MODIS).

Os órgãos públicos com interesses na área de estudo dispõem agora de uma base de dados sobre a atual distribuição do uso das terras, podendo utilizá-las como uma ferramenta adicional no auxílio da tomada de decisão para o planejamento adequado dos recursos naturais.

5. Recomendações

Como suporte para estudos posteriores, sugere-se que este tipo de trabalho seja realizado de forma mais freqüente e deva ser estendido a todas as áreas onde é praticada a agricultura. Isto porque os resultados dessa natureza permitem reconstruir o processo evolutivo do uso e ocupação da área, propiciando monitorar, controlar e direcionar as práticas de ocupação do solo, tendentes à sua conservação.

Recomenda-se também usar mais intensamente os produtos de sensoriamento remoto, aproveitando inclusive novos produtos de melhor resolução espacial, bem como as técnicas de geoprocessamento.

5. Referências Bibliográficas

- COHEN, J. A. Coefficient of Agreement for Nominal Scales. **Educational and Psychological Measurement**, v.20, n.1, p. 37-46, 1960.
- COLLARES, E. G. **Avaliação de Alterações em Redes de Drenagem de Microbacias como Subsídio ao Zoneamento Geoambiental de Bacias Hidrográficas: Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari – SP.** 2000. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia de São Carlos/USP, São Carlos – SP. 2000.
- CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Campinas: IG/UNICAMP, Campinas - SP, 1992. 170p.
- GUPTILL, S. C e MORRISON, J.L. **Elements of Spatial Data Quality.** Elsevier Sci., U.K. 78p. II. 1995.
- LANDIS, J.R. e KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto.** Uberlândia: Edufu, 1995. 117p.