

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT, PARA ANÁLISE DOS EFEITOS DA
REGULARIZAÇÃO DE RIOS SOBRE AS CONDIÇÕES DE UMIDADE E
UTILIZAÇÃO DO SOLO DA VÁRZEA

Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo
Magda Adelaide Lombardo

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - INPE
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
12.200 - São José dos Campos, SP, Brasil

Miguel César Sanchez

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
13.500 - Rio Claro, SP, Brasil

SUMÁRIO

O objetivo desse trabalho é avaliar a potencialidade das imagens do sistema LANDSAT para fins de monitoramento das condições de umidade e utilização do solo na Várzea do Paraíba, face às obras de regularização de sua várzea. Para avaliar as modificações sofridas no traçado do Rio Paraíba foram analisadas fotografias aéreas convencionais de 1952, 1962 e 1973. Foram também mapeadas e avaliadas as modificações no uso da terra nesse período. A variação espacial das condições de umidade foi avaliada através da composição colorida de imagens LANDSAT multitemporais no canal 7.

1. INTRODUÇÃO

Desde 1947 o Vale do Paraíba vem sendo objeto de interesse do governo do Estado de São Paulo, visando sua recuperação econômica. Estudos realizados pelo governo levaram a se concluir que a recuperação do vale estava condicionada à regularização da vazão do Rio Paraíba, através de obras de represamento e retificação de seu curso [1].

O planejamento e execução dessas obras vem se intensificando a partir de 1964, e atualmente grande parte do Rio Paraíba já se encontra retificado.

A retificação e represamento de um rio representam, entretanto, alterações sensíveis no seu comportamento hidrológico, bem como em seu potencial erosivo. Não existem estudos conclusivos sobre os efeitos da Regularização de um Rio sobre sua área de influência.

Alguns autores, como Ruhe [2] tem estudado o efeito da retificação de rios e concluíram que os resultados, em termos de equilíbrio ambiental, variam em função do tipo do projeto realizado. Segundo citação de Ruhe [2] , Daniels e Jordan concluíram que a retificação do rio Willow no sudoeste do Estado de Iowa (EUA), determinou uma modificação do seu comportamento hidráulico. Esta mudança desencadeou alterações na geometria do canal, levando à retomada de erosão.

Outro possível efeito da regularização de um canal fluvial seria a diminuição das condições de unidade da várzea, pelo abaixamento progressivo do lençol freático.

A diminuição da umidade da várzea poderia, por sua vez, provocar certas alterações nas tendências de ocupação do solo.

Face a essa problemática exposta, o objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia de uso de dados de Sensoriamento Remoto (imagens LANDSAT e fotografias aéreas convencionais) para a análise dos efeitos da regularização de rios, sobre as condições de umidade e uso do solo na várzea.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi selecionado o rio Paraíba, no trecho compreendido entre Caçapava e Pindamonhangaba (Figura 1).

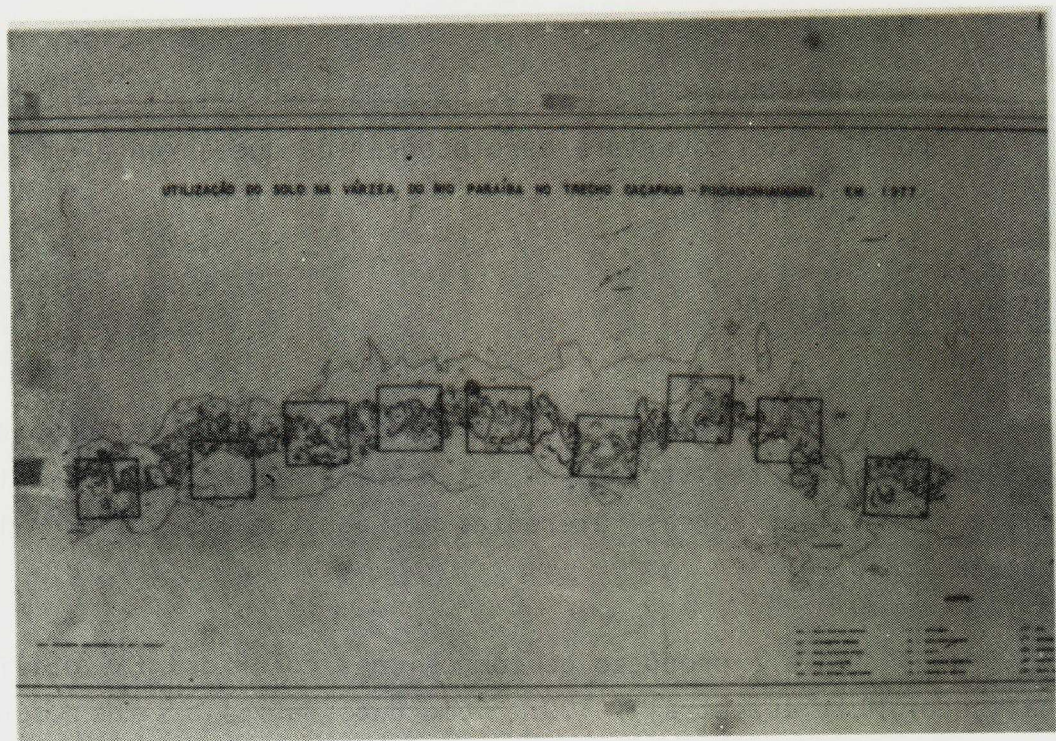


Fig. 1 - Utilização do solo na várzea, do Rio Paraíba no trecho Caçapava-Pindamonhangaba, em 1977.

A escolha recaiu sobre esse trecho do Rio Paraíba, pelas seguintes razões:

- 1- o curso do rio foi retificado em grandes porções desse trecho;
- 2- o rio atravessa uma área que apresenta grande dinamismo nas modificações do uso do solo;
- 3- o trecho possui uma várzea ampla e intensamente ocupada por uma diversidade de usos;
- 4- o trecho conta com dados do sistema LANDSAT, em diferentes épocas e com cobertura aerofotográfica que abrange um período de 3 décadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização de trabalho, foram utilizados dados do sistema LANDSAT, registrados em fitas compatíveis com computador (CCT), e fotografias aéreas referentes aos anos de 1952, 1962 e 1973, na escala 1:250.000.

Para a produção de composições coloridas foi utilizado o analisador Multiespectral I-100. Como dados auxiliares na pesquisa, contou-se, ainda, com Boletins Pluviométricos e Fluviométricos, e informações orais de técnicas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

O desenvolvimento da pesquisa se fez através das seguintes etapas:

2.1 - DEFINIÇÃO DE LEGENDA PARA MAPEAMENTO DAS CATEGORIAS DE USO DO SOLO NA VÁRZEA

Nesta fase foram analisadas as fotografias aéreas de três épocas e verificada a possibilidade de se selecionar uma legenda ampla, formada por classes facilmente mapeáveis, devido à impossibilidade de controle de campo.

2.2 - INTERPRETAÇÃO VISUAL DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

A interpretação das fotografias aéreas foi realizada segundo metodologia convencional, encontrada em manuais de fotointerpretação [3]. Obtiveram-se mapas da várzea no trecho de Caçapava a Pindamonhangaba, em três datas: 1952, 1962 e 1973.

2.3 - SELEÇÃO DE AMOSTRAS

Para diminuir os problemas de distorções existentes de uma época para outra, foi selecionado um sistema de amostragem, constituindo-se na definição de módulos que foram distribuídos ao longo da área mapeada. Ao todo, foram definidos 9 módulos que incluíam trechos retificados e trechos não-retificados do Rio Paraíba.

Cada módulo foi dividido em 64 células, das quais foram sorteadas, aleatoriamente, 40 pontos.







Para cada ponto amostrado foi coletada a informação do tipo de uso da terra, existente no ponto central da célula.

Os dados coletados foram registrados em fichas para as três épocas.

TABELA 2

MATRIZ DE PROBABILIDADE: MUDANÇA DE USO DO SOLO NOS
ANOS 1962 A 1973 - MÓDULO II

- 1973 -

	AC	P	M	LU	VA	<i>W</i>	R	AAD	AVE			
AC	0.37	0.62										
P	0.19	0.81										
M	0.18		0.27	0.36		0.09						
LU			0.20	0.60		0.20						
VA		1.0										
<i>W</i>						1.0						
R												
AAD												
AUE												
		0.5							0.5			
												
												

Para a célula $i=j$, tem-se o número de pontos amostrados da classe que não sofreu mudanças de uso do solo nas datas confrontadas. Para $i \neq j$, tem-se o número de amostras que sofreram alterações no tempo, permitindo a avaliação das tendências de modificações no uso do solo.

Com base nos dados obtidos na matriz de transição, foi calculada a probabilidade de mudança de cada classe.

Foram confeccionados, também, gráficos contendo as principais classes de uso do solo, de modo a se avaliar a evolução das categorias mapeadas.

2.5 - OBTENÇÃO DE COMPOSIÇÃO COLORIDA DE DADOS DO MSS DO LANDSAT

Com o auxílio dos dispositivos existentes no Sistema I-100, foi feita uma composição colorida da área de interesse.

Essa metodologia consistiu-se da composição de dados LANDSAT, referentes ao canal 7 em duas épocas: uma chuvosa e outra seca. À imagem do período seco, foi associado um filtro de cor vermelha, enquanto que à imagem do período chuvoso, associou-se um filtro verde.

A composição das duas épocas com seus respectivos filtros, realizada através do Sistema I-100, produziu uma composição colorida. A partir desta composição colorida, poder-se-ia relacionar as variações de cores aos diferentes níveis de umidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho são de caráter preliminar, devido à falta de dados de campo sobre o teor de umidade dos solos da várzea, nas diferentes épocas, e de dados do sistema LANDSAT para um período mais longo.

Através da análise de fotografias aéreas, foram mapeadas as seguintes classes:

- Área cultivada AC -

Representa toda área preparada para cultivo ou cultivada no ano da tomada da fotografia, incluindo, portanto, culturas perenes e culturas anuais da várzea.

- Pastagem P -

Representa tanto áreas de pastagens naturais, quanto pastagens artificiais e capineiras.

- Área agrícola e desocupada AAD -

Representa áreas que não estão sendo ocupadas há certo tempo com culturas, mas que guardam ainda traços culturais.

- Reflorestamento R -

Inclui áreas de reflorestamento de eucalipto e pinus indistintamente.

- Mata M -

Representa áreas de vegetação arbórea bem desenvolvida, quer primária ou secundária.

- Vegetação Arbustiva Va -

Inclui áreas em que ocorrem arbustos e árvores esparsas, de modo mais ou menos contínuo no espaço.

- Campos de Várzea CV -

Representam áreas de vegetação rasteira ao longo da várzea e inclui tanto áreas de campo natural, como áreas que se transformaram em campo, após desmatamento, ocupação agrícola e posterior abandono.

- Loteamento Lot -

Inclui áreas na periferia de cidades e que não se apresentam totalmente ocupadas por casas, possuindo em geral, apenas o arruamento.

- Área Urbana Edificada AUE -

Representa toda a área edificada das cidades, bem como áreas verdes e indústrias.

- Rio

Apresenta o canal fluvial com a lâmina de água.

- Meandro com lâmina de Água
Representa meandro abandonado que ainda mantém lâmina de água.

- Meandro Colmatado
Representa meandro que está em fase de dessecação e que ainda não foi colonizado por vegetação.

- Cicatriz de Meandro
Representa meandros abandonados, já totalmente secos e que já foram colonizados por vegetação e/ou culturas.

- Banco de Areia
Área de depósitos arenosos ao longo das margens do Paraíba.

Os resultados da análise das matrizes de transição não foram suficientemente conclusivos, ao indicar atuais tendências do uso do solo da várzea como um todo. Existem trechos, como o recoberto pelo módulo II, em que a retificação provocou uma certa estabilização no uso do solo, e que é demonstrado pela análise da Tabela 3, onde o valor do somatório da diagonal da Matriz de probabilidade de transição cresce da década de 1952/1962 para a de 1962/1973. Esses valores indicam que um maior número de amostras permaneceu com um mesmo tipo de uso do solo, no período pós-retificação, do que no anterior a ela.

Essa tendência, entretanto, não é constante pois, em outros módulos analisados, houve um dinamismo espacial do uso do solo, da década de 1952/1962 para a década de 1962/1973, independente da retificação ou não do trecho.

Para se chegar a um resultado mais preciso, do efeito da retificação do Rio sobre o uso da terra, seria necessário considerar uma amostragem mais ampla e com critérios mais rígidos, para o procedimento de seleção dos módulos.

TABELA 3

SOMATÓRIA DA DIAGONAL NA MATRIZ DE PROBABILIDADE DE TRANSIÇÃO

MÓDULO	1952 - 1962	1962 - 1973
II	3.20	3.55
III	4.51	2.15
IV *	6.08	3.29
VI	5.55	2.92

* - trecho sem retificação

Para a análise das condições de umidade da várzea, através da composição colorida (Figuras 2,3 e 4) obtida no I-100, foi necessário distinguir dois tipos de situações opostas:

- Área de solo exposto nas duas passagens do Satélite;
- Área de solo exposto em apenas uma passagem;

No caso de solo exposto nas duas passagens, tem-se as seguintes alternativas:

- 1 - Lâmina de água no período seco e na chuvoso, resultando da composição colorida, de duas épocas, a cor preta.

Esta cor se associa a rios, lagos e meandros abandonados.

- 2 - Solos encharcados no período chuvoso e menos úmido no período seco, resultando na cor vermelha.

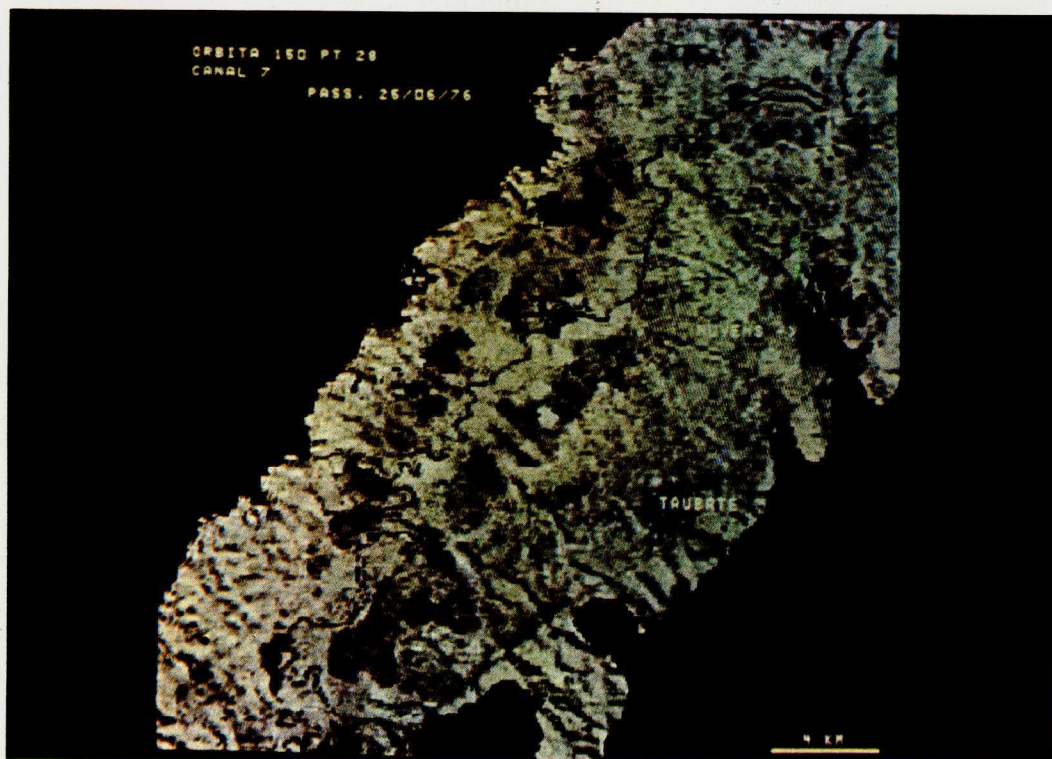


Fig. 2 - Imagem do canal 7 no período seco com área da Bacia de Taubaté delimitada

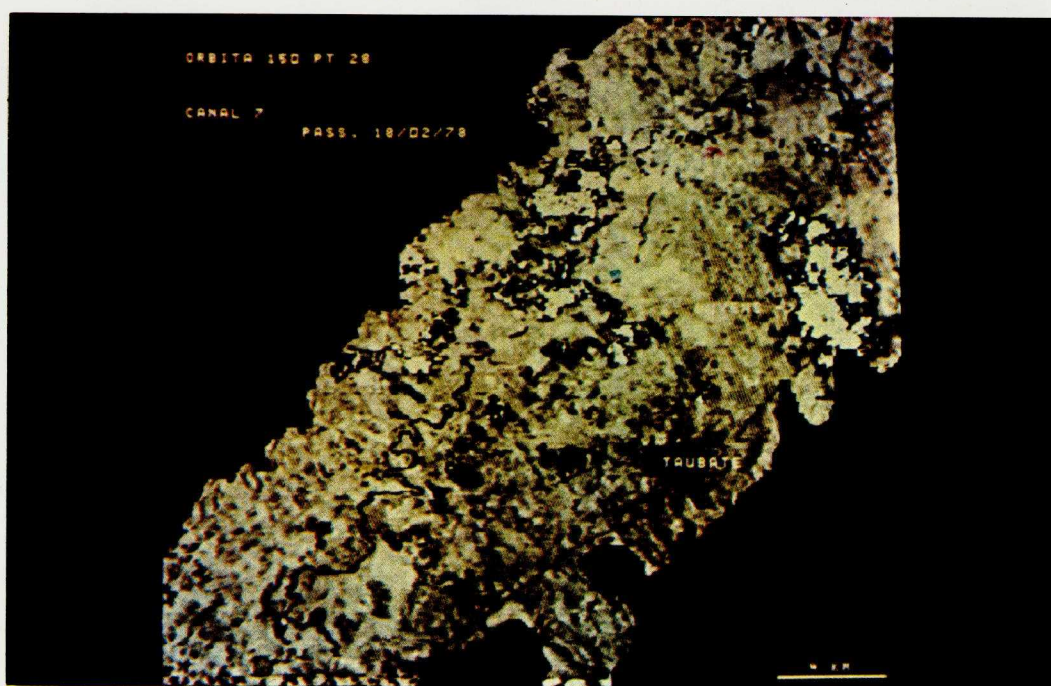


Fig. 3 - Imagem do canal 7 no período chuvoso, com a área da Bacia de Taubaté delimitada.

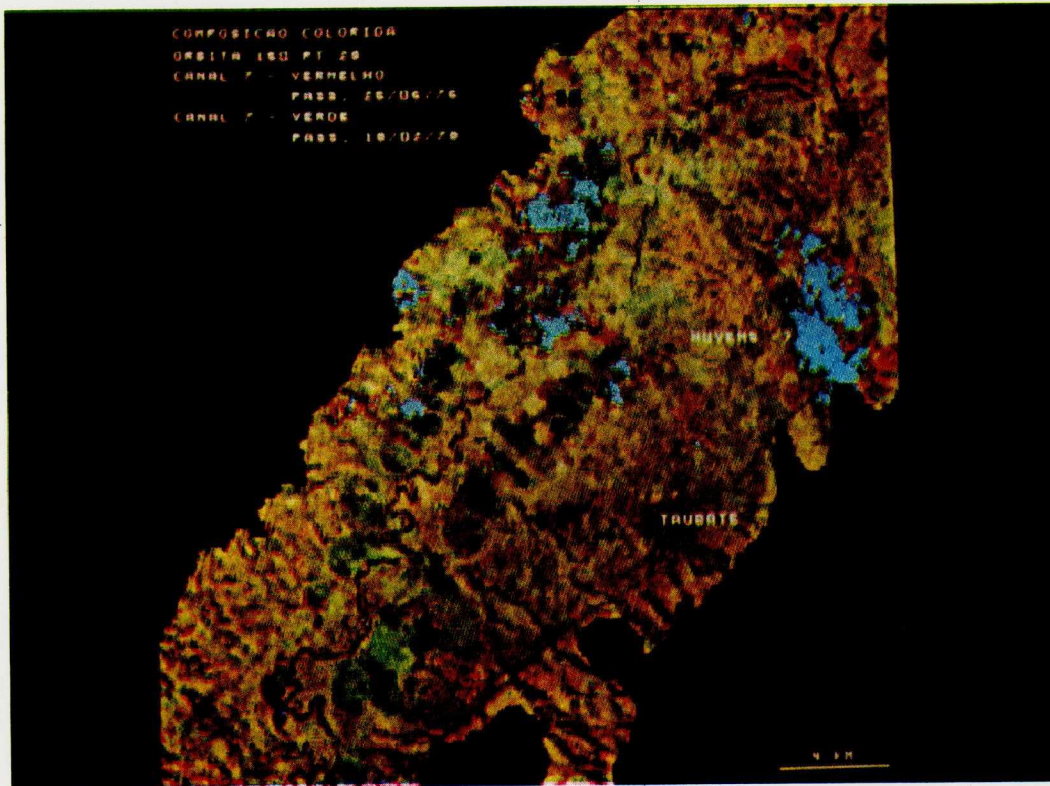


Fig. 4 - Composição colorido multitemporal utilizando o canal 7.

Esta cor, à medida que se torna mais escura, indica a presença de solos mais úmidos no período seco. Em geral, essas áreas mais úmidas ocorrem margeando o rio e são ocupadas por campos de cultivo.

No caso de solo exposto em uma época apenas, tem-se as seguintes alternativas:

- 1 - Solo úmido exposto no período seco e recoberto por culturas no período úmido. São solos que se apresentam com grande teor de umidade e que apesar da cobertura vegetal, determinam uma alta taxa de absorção de infra-vermelho. O resultado, nestas circunstâncias, é a cor verde, que será tanto mais escura, quanto mais úmido for o solo sob a vegetação.
- 2 - As áreas caracterizadas por solos pouco úmidos na estação seca e chuvosa, e que se apresentam homogeneamente recoberto

tos por vegetação, determinam uma cor verde clara.

- 3 - As áreas não afetadas seriamente pela umidade, ou recobertas uniformemente pela vegetação, durante todo o ano, apresentam uma resposta que determina a formação da cor amarela, devido à combinação de igual intensidade de participação do filtro verde e amarelo.

De um modo geral, esses diferentes níveis de umidade puderam ser associados a diferentes tipos de ocupação do solo. Assim, os solos mais úmidos correspondem às áreas utilizadas para cultivos, enquanto que as áreas menos úmidas, destinam-se, principalmente, a pastagens.

Para se avaliar o efeito da retificação sobre as condições de umidade da várzea, seriam necessárias imagens de outras datas e rígido controle de campo, o que não foi possível até o presente momento. Contando com esses dados, seria possível verificar se há modificações das manchas mais úmidas no espaço e no tempo. O controle de campo é, também, indispensável para se assegurar que as respostas do alvo não sofrem influências dos efeitos de precipitação, imediatamente anteriores à passagem do satélite.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DAEE *Regulação da Bacia do Rio Paraíba até Barra do Pirai*. São Paulo, 1955. (Relatório Técnico, 4)

- [2] RULE, R.V. Stream regimen and man's manipulation. In: Coates, D.R., ed. *Environmental Geomorphology*. Binghamton, N.Y., 1970. Cap. 1, p. 9 - 47.

- [3] REEVES, R.C. *Manual of remote sensing*. Falls Church, Va., American Society of Photogrammetry, 1975.

- [4] DEUTSH, M. Optical processing of ERTS Data for determining extent of the 1973 Mississippi River flood. In: Williams, R.S.; CARTER, W.D., ed. *ERTS-1 a new window on our planet*. Washington, U.S. Department of the Interior, 1976. (Geological survey professional Paper 929).