

## USO DE IMAGENS LANDSAT TM PARA CÁLCULO DE ÁREA DO CANAL DO RIO PARANÁ

SANTOS, G. B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Geografia, IGC- Universidade Federal de Minas Gerais. [giselebsantos@oi.com.br](mailto:giselebsantos@oi.com.br) -  
Mestranda - Bolsista CAPES - IGC – UFMG;

;SOUZA FILHO, E. E.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Professor Depto. de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. [edvardmarilia@wnet.com.br](mailto:edvardmarilia@wnet.com.br)

### RESUMO

O fechamento da barragem de Porto Primavera promoveu e vem promovendo modificações na dinâmica fluvial do segmento fluvial do rio Paraná situado à jusante. Essas modificações consistem no aumento do controle do débito fluvial, corte de vazões elevadas, supressão do suprimento da carga de fundo e diminuição da carga suspensa. Portanto esse trecho passa por um processo de ajuste fluvial, que afeta todas as variáveis de sua dinâmica. A erosão marginal é uma dessas variáveis, e tem sido estudada desde a década de 1990. Os primeiros resultados destes estudos relacionaram as taxas erosivas ao nível de água do rio. Posteriormente foram estabelecidas relações entre a taxa erosiva, velocidade de fluxo e teor de finos das margens. Mais recentemente foi observado que houve diminuição dos processos erosivos a partir de 1998, ano do fechamento da barragem. Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a área de canal em período pré e pós barragem. Para isso optou-se pela utilização de imagens Landsat TM com passagens em 14 de março de 1987, 05 de abril de 1995, 15 de maio de 2000. As imagens foram tratadas no software SPRING, onde foram georreferenciadas. Após isso foram realizados os processos de segmentação e classificação, que permitiram que o trecho do canal a ser estudado fosse recortado e tivesse sua área devidamente calculada. No período entre 1987 e 1995 o canal foi aumentado a uma média de 0,14 km<sup>2</sup>/ano. Nos cinco anos seguintes (1995 a 2000) a taxa de alargamento diminuiu para 0,05 km<sup>2</sup>/ano. Conclui-se então, que o fechamento da barragem de Porto Primavera modificou a intensidade da erosão marginal no segmento e que a metodologia aplicada é eficiente para a utilização de segmentos de grande dimensão, o que compensa a baixa resolução espacial das imagens.

Palavras-chave: variação de área, erosão marginal, imagens TM, rio Paraná

### INTRODUÇÃO

Os estudos sistemáticos a respeito da geomorfologia e da hidrologia da área situada à jusante da barragem de Porto Primavera tiveram início no final da década de 1980. Estes estudos incluem o estabelecimento de modelos hidrológicos, caracterização de transporte sedimentar e formas de leito, avaliação da erosão marginal, bem como outras abordagens relativas à definição da dinâmica fluvial (SOUZA FILHO *et al.* 2001).

Esses estudos tornam-se importantes já que este trecho do rio Paraná passa por um processo de ajuste fluvial, que afeta todas as variáveis de sua dinâmica, devido à instalação e fechamento da barragem de Porto Primavera. A erosão marginal é uma dessas variáveis que vêm sofrendo alterações em sua intensidade.

As pesquisas relacionadas à erosão marginal foram realizadas a partir de leituras diretas em campo (método dos pinos) de diferentes margens do rio Paraná. Ou por meio de

fotografias aéreas, o que permite avaliar de forma indireta as variações temporais dos processos erosivos, porém esta metodologia foi dificultada pela falta de levantamentos aerofotogramétricos mais recentes da área, o que não permitia uma avaliação dos processos erosivos num período anterior e posterior à construção da barragem.

O objetivo deste trabalho é avaliar as modificações de área do canal fluvial do rio Paraná, no segmento entre UHE Porto Primavera e a Ilha Mutum em período anterior e posterior à barragem. Para isso, optou-se pelo uso de imagens orbitais do satélite Landsat TM com datas de 1987, 1995 e 2000, para avaliar possíveis diferenças de intensidade erosiva das margens devido ao barramento do canal.

O uso de imagens multiespectrais registradas por satélites tem-se mostrado uma valiosa técnica para a extração dos dados destinados às várias aplicações de pesquisa de recursos naturais. Segundo Novo (1992) o Sensoriamento Remoto pode ser definido como sendo a utilização conjunta de modernos equipamentos de transmissão de dados, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações. E a partir do tratamento digital das imagens é possível extrair informações a respeito dos alvos da superfície. Diante disso, tendo como alvo de estudo o canal fluvial, levou-se em consideração o comportamento espectral da água, para que fosse feito o delineamento do canal fluvial, e posteriormente se realizasse o cálculo de variação de área, possibilitando uma comparação em diferentes períodos.

## **ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudos está localizada em um trecho do alto rio Paraná, na região sudeste do Mato Grosso do Sul e noroeste do Paraná (Figura 1). A área do canal do rio Paraná a ser pesquisada inicia à jusante da UHE de Porto Primavera e se estende até o final da Ilha Mutum, próximo à cidade de Porto Rico-PR.

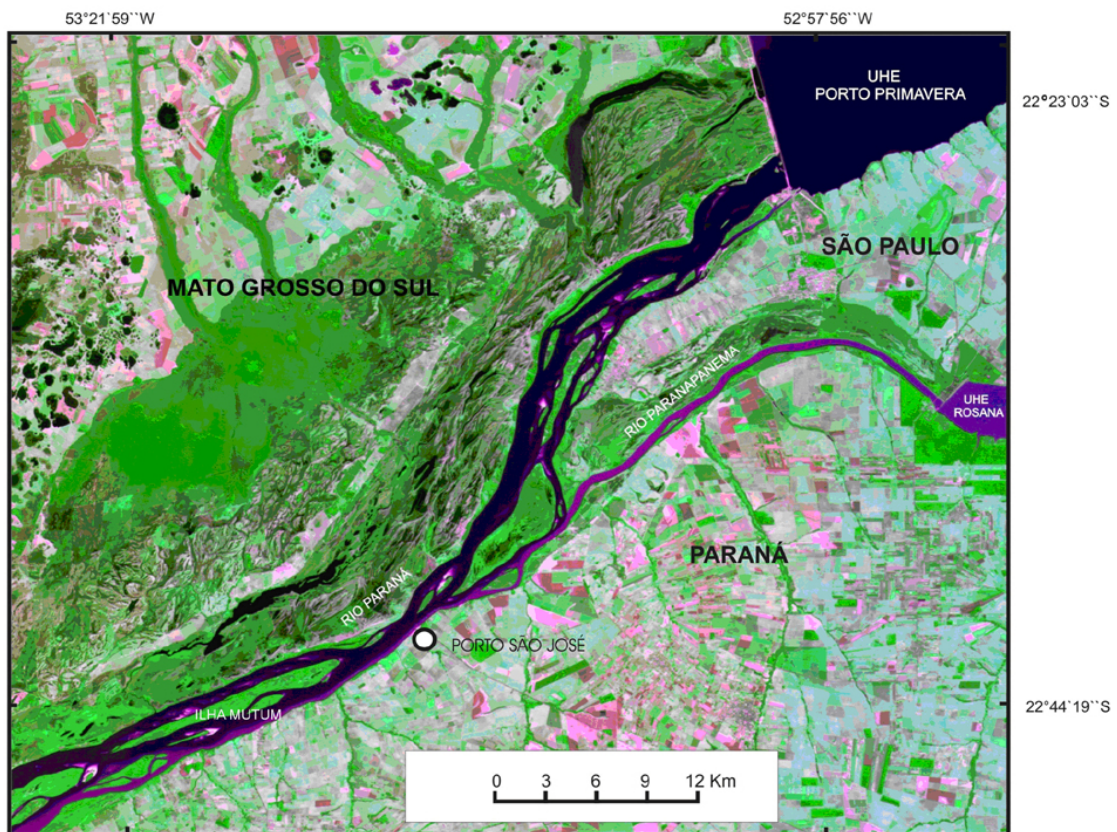


Figura 01: Localizao da área de estudo

Nesse trecho o rio Paraná possui um padrão multicanal, dividido em dois canais principais, separados por extensos conjuntos de ilhas e estas por sua vez são limitadas por canais secundários. O fluxo nos canais é dividido por extensas barras fluviais composta por uma complexa sucessão de formas de leito. A planície fluvial desenvolve-se principalmente junto à margem direita do rio, e  cortada por uma rede de canais associados cujo comportamento pode ser afluente ou efluente em relação ao rio Paraná (Souza Filho *et al.*, 2001).

De acordo com estudos realizados por Souza Filho *et al.* (2001) o canal do rio Paraná encontra-se encaixado e a maior parte da planície são  coberta por água a cada 3,3 anos (período úmido máximo), e apenas sofre acresção vertical em cheias com retorno superior a 14 anos (débitos superiores a 26000 m<sup>3</sup>/s).

Este segmento possui um único afluente em sua margem esquerda, o rio Paranapanema. O rio Paraná apresenta as formas tpicas de canais do tipo anastomosado quando observado em planta, e características próprias de canais entrelaçados quando analisado quanto  dinâmica fluvial.

A calha do rio Paraná na porção paranaense está assentada sobre arenitos da Formação Caiuá (K) e apresenta sucessivas faixas de exposição de diferentes depósitos de

sedimentos inconsolidados. Os solos da planície de inundação e das ilhas são caracterizados como hidromórficos, devido à influência do rio Paraná. Este trecho é caracterizado pela assimetria entre ambos os lados do vale. O lado leste é mais elevado, mais dissecado e com afluentes de maior declividade. A porção oeste possui relevo tabular desdobrado em três níveis de terraços (Souza Filho e Stevaux, 2003).

O clima da região é Subquente, Tropical Úmido, com 1 ou 2 meses secos, com temperatura anual de 20° C e precipitações maiores que 1.500 mm/ano (IBGE, 1990).

A área de estudo está inserida na região da Floresta Estacional Semidecidual, que se refere à dupla estacionalidade climática, classificada por Campos e Souza (1997) como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial. De acordo com Corrêa (1998) em solos hidromórficos as espécies arbóreas são altamente seletivas nas áreas mais encharcadas e mais drenadas, a vegetação é mais densa e nos diques marginais existem árvores emergentes de 25 a 30 metros. A derrubada da vegetação nas proximidades do rio ocorreu principalmente pela ocupação da região, no lado paranaense para a cultura do café, posteriormente substituído por pastagens e agricultura. Nas ilhas a retirada da vegetação foi iniciada para o plantio de café na década de 1950, depois substituído por pastagens e lavouras de subsistência (Corrêa, 1998). No lado sul-matogrossense a vegetação natural foi parcialmente substituída por pastagens e para o plantio da soja.

## **METODOLOGIA**

Através do uso de imagens orbitais do satélite Landsat TM (Thematic Mapper) com resolução de 30 metros para os anos de 1987, 1995 e 2000. O trecho à jusante do canal do rio Paraná teve sua área devidamente calculada. As imagens utilizadas neste trabalho foram do satélite Landsat 5 TM, órbita/ponto 23076, com passagem em 14 de março de 1987, 05 de abril de 1995, 15 de maio de 2000 (todas adquiridas em período de estiagem).

As imagens foram obtidas na banda 4 do sistema Landsat, onde corpos d'água apresentam baixa reflectância e podem ser facilmente identificados. Neste canal a faixa espectral vai de 0,76 a 0,90 $\mu$ m, e segundo Novo (1992) as principais aplicações deste canal são o levantamento de biomassa e delineamento de corpos d'água.

O tratamento das imagens foi realizado através do software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). Este programa foi desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e é capaz de administrar dados vetoriais e matriciais, além de realizar uma integração de dados de Sensoriamento Remoto num SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Primeiramente as imagens 1987 e 1995 foram corrigidas geometricamente. Através do georreferenciamento realizado via tela através de pontos de controles baseados a partir da imagem de 2000, já corrigida. Foram utilizados no mínimo seis pontos de controle com uma margem de erro permitida de até 1,5 pixel. Estes pontos de controle para o ajuste das imagens tiveram como sistema de projeção o UTM e sistema de referência o SAD69. A partir da imagem do ano de 2000, já georreferenciada, localizaram-se feições correspondentes nas demais imagens, onde foram colocados os pontos de controle, realizando assim o ajuste dessas imagens não-georreferenciadas.

A próxima etapa correspondeu à segmentação, que consiste num processo de divisão da imagem por regiões para que se utilizem apenas aquelas de interesse (INPE, 2004). Estas regiões são entendidas como um conjunto de pixels contíguos que apresentam similaridade. A área, forma, parâmetros estatísticos e textura são atributos que podem ser extraídos e usados posteriormente no processo de análise.

A segmentação foi realizada pela técnica de crescimento de regiões, onde ocorre a divisão em regiões homogêneas, sendo cada uma identificada por um rótulo, seguindo um critério de similaridade. De acordo com Moreira (2003) a similaridade se relaciona com o valor mínimo abaixo do quais duas classes são consideradas similares e agrupadas em uma única região, enquanto o limiar da área define o número mínimo de pixels necessários para que uma área seja individualizada. Neste trabalho utilizou-se a similaridade oito e a área (pixels) dez, uma vez que estes valores são recomendados por INPE(2004).

Em seguida foi realizada a classificação da imagem, utilizando-se a informação espectral e a espacial envolvendo a relação entre os pixels vizinhos. Isto permite separar somente os componentes que serão utilizados na pesquisa. Nesse caso separou-se os corpos d'água dos outros componentes da superfície, já que estes apresentam diferentes valores de reflectância dos pixels. Durante a classificação esses componentes foram devidamente diferenciados através da classificação não-supervisionada, onde o usuário não define o número de classes a serem identificadas durante a classificação. Dessa forma foi utilizado o algoritmo isoseg que é um classificador, que quando aplicado sobre um conjunto de regiões resultantes da segmentação, permite o agrupamento e a separação delas em classes. Após classificar apenas a área do canal a ser analisada, criou-se um plano de informação para cada imagem na categoria temática, somente com a classe correspondente à água, para finalmente estabelecer seu valor em quilômetros. Para se obter a área do canal, utiliza-se a ferramenta *Operações métricas* do SPRING, utilizando a caixa de diálogo "Medidas" pode-se calcular a área de qualquer polígono (polígono fechado ou linha poligonal)



representado em mapas temáticos ou em mapas cadastrais por objetos (INPE, 2004).

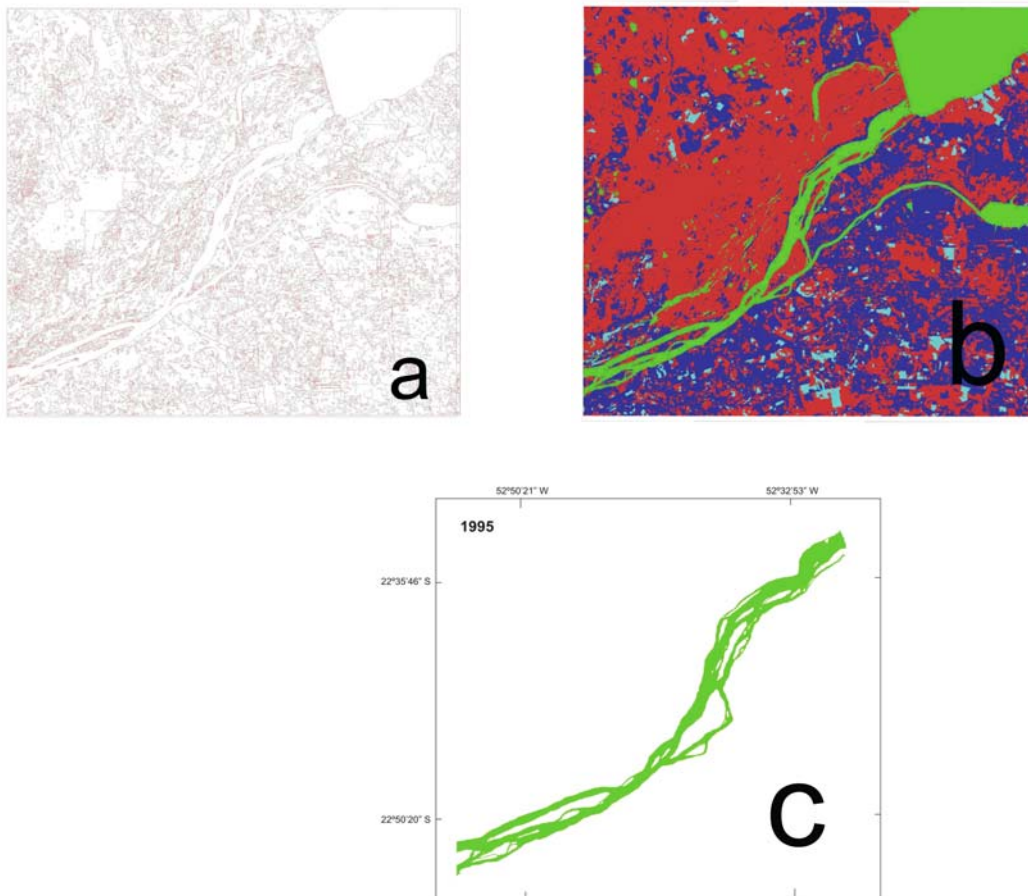


Figura 02: Etapas do tratamento das imagens (a)segmentação; (b)classificação; (c)classe temática água.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar do período entre 1995 e 2000 compreender um intervalo pré e pós barragem, os dados demonstram que a UHE Porto Primavera afetou o balanço entre a erosão e a sedimentação, uma vez que no período pré-barragem o canal vinha se alargando, indicando o domínio dos processos erosivos sobre os processos deposicionais.

Os dados expostos na tabela 01 indicam que no período entre 1987 e 1995 o canal foi aumentado 1,01km<sup>2</sup>. Nos cinco anos seguintes a taxa de alargamento diminuiu para 0,25km<sup>2</sup>. A taxa média anual nos oito primeiros anos foi de 0,14 km<sup>2</sup>/ano, enquanto que nos cinco anos seguintes essa taxa caiu para 0,05 km<sup>2</sup>/ano. O reservatório de Porto Primavera teve seu fechamento no final de 1998, desde então o rio Paraná vem sofrendo

uma série de ajustes em sua dinâmica, e essa mudança de intensidade no recuo das margens é uma consequência desse reajuste.

Tabela 01: Área do canal para os anos de 1987, 1995 e 2000

	<b>1987</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	125,06	126,07	126,32
<b>Diferença de área (km<sup>2</sup>)</b>		1,01	0,25

Os dados demonstram que a barragem de Porto Primavera afetou o balanço entre a erosão e a sedimentação, uma vez que no período pré-barragem o canal vinha se alargando, indicando o domínio dos processos erosivos sobre os processos deposicionais. A formação do reservatório alterou esse processo fazendo com que em um primeiro momento a taxa de alargamento fosse diminuída.

Contudo, devido ao corte de suprimento da carga de fundo, ocorreu uma remoção dos depósitos do leito na porção próxima à barragem, fenômeno diagnosticado por Souza Filho (1999), e comprovado por Souza Filho *et al.* (2004) e Martins (2004) em que terá como consequência a diminuição do coeficiente de atrito do fundo, ou seja, diminuição da rugosidade e o aumento da área de escoamento da seção transversal do canal. Portanto é possível que a continuidade do processo leve a um novo aumento no alargamento do canal por meio da remoção das formas deposicionais.

## **CONCLUSÕES**

A metodologia aplicada é eficiente para a utilização em segmentos de grandes dimensões, o que compensa a resolução espacial relativamente baixa das imagens. Contudo, para melhor avaliar o efeito da barragem é necessária a avaliação da variação de área do rio entre 1995 e 1998 (ano do fechamento da barragem) entre esse ano e o ano 2000. Por fim, para completar o estudo da dinâmica fluvial é necessário a verificação das variações de área no período posterior a 2000.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J. B.; SOUZA, M. C. – 1997. **Vegetação**. In: Vazzoler A E. A M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N. S. ( Eds.) - **A Planície de Inundação do Alto rio Paraná – Aspectos Físicos, Biológicos e Econômicos** – EDUEM – Nupélia – Maringá – 460pp. II.
- CORRÊA. G. T. 1998. **O uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico – Alto rio Paraná, (PR/MS)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá. 27pp.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1990 - **Geografia do Brasil, Região Sul**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. – 2004 - **“Tutorial (Apostila Teórica) – Introdução ao SPRING – Geoprocessamento ao alcance de Todos”**. São José dos Campos, INPE
- MARTINS, D. P. 2004. **Dinâmica das formas de leito e transporte de carga de fundo no alto rio Paraná**. Dissertação de mestrado, PGE – Universidade Estadual de Maringá, 65pp.
- MOREIRA, M. A . – 2003 - **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. – Viçosa: UFV. 370 pp.
- NOVO, E. M. L. – 1992 - **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações**. 2. ed. ED. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 308 pp.
- SOUZA FILHO, E. E. de 1999. **Grandes barragens e mudanças na dinâmica fluvial: o caso de Porto Primavera**. In: Anais do VIII Simpósio de Geografia Física Aplicada, Belo Horizonte Ed. UFMG, v.02 p. 01-08.
- SOUZA FILHO, E. E.; ROCHA, P. C.; CORRÊA, G. T.; COMUNELLO, E. **O ajuste fluvial e a erosão das margens do rio Paraná em Porto Rico (Brasil)** – In: V REQUI/CQPLI, 2001, Lisboa: 2001. v.1 p. 37-40.
- SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. – 2003 – **Relatório PELD, Meio Físico**, [www.uem.nupelia/peld](http://www.uem.nupelia/peld)
- SOUZA FILHO, E.E.; MARTINS, D. P.; MEURER, M.; STEVAUX, J. C. – 2004 – **As modificações do canal do rio Paraná após o reservatório da Usina Hidrelétrica Eng. Sérgio Motta (Porto Primavera), Brasil**. III Seminário Latino Americano de Geografia Física, México, AMB 7, 9pp.