



ESTUDO DA VARIAÇÃO DE ÁREA DO ARQUIPÉLAGO MUTUM - PORTO RICO (ALTO RIO PARANÁ) POR MEIO DE IMAGENS ORBITAIS.

Vânia Rosa Pereira

Edvard Elias de Souza Filho

Alexandre Marques de Aguiar

**Universidade Estadual de Maringá (DGE/UEM)*, Avenida Colombo, 5790 · CEP 87020-900 ·
Maringá · Paraná · Brasil · (44) 261-4327**

Resumo: No presente trabalho utiliza-se as técnicas de processamento de imagens Landsat 5 TM e CBERS CCD, no software SPRING, para monitorar os processos erosivos que vêm ocorrendo no alto rio Paraná, no arquipélago Mutum. Os dados obtidos demonstram que o arquipélago encontra-se em um período de equilíbrio entre erosão e deposição. Embora a variação da área não seja significativa, há uma contínua remoção das partes argilosas (porção antiga do sistema) e a deposição é feita por meio de barras arenosas, configurando uma modificação considerável do sistema. Os dados indicam também a possibilidade de utilização de métodos alternativos para esse monitoramento, dado que inexistem fotografias aéreas da região em alguns intervalos de tempo julgados importantes para a pesquisa. Contudo, mesmo existindo a possibilidade de suprir tal deficiência, é necessário estabelecer uma relação confiável com os dados de fotografias aéreas, uma vez que ambos os produtos possuem diferentes resoluções espaciais e diferentes projeções cartográficas.

Palavras chave: erosão marginal, imagens orbitais, rio Paraná.

*Este trabalho foi realizado com apoio do CNPq (processo 351046/95)

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca dar uma contribuição ao estudo sistemático sobre a erosão marginal no alto Rio Paraná. Por meio da utilização de dados de sensores remotos para monitorar os efeitos dos processos erosivos.

A área de estudo é o trecho do rio Paraná localizado entre os municípios de Taquaruçú (sudeste do Mato Grosso do Sul) e Porto Rico (noroeste do Paraná), mais precisamente entre



as coordenadas de "22° 44' 27" e "22° 48' 18" de latitude sul e "53° 21' 21" e "53 °13' 26" de longitude oeste. Trata-se de um conjunto de ilhas denominado Arquipélago Mutum, constituído pelas ilhas Mutum, Porto Rico, Melosa, Machado e Pithi.

Na área de estudo, o rio Paraná é multicanal, com grandes ilhas separando canais entrelaçados ("braided"). Suas ilhas são constituídas por depósitos tabulares argilosos e por lentes arenosas, relíquias da planície de inundação e diques marginais de uma fase que o Rio Paraná era anastomosado (SOUZA FILHO, 1993). Os canais são dominados por barras transversais e por barras complexas, e as formas de leito dominantes são as dunas sub-aquosas de grande porte (SOUZA FILHO & STEVAUX, 1997).

Na margem direita encontra-se uma extensa planície de inundação que, além de possuir uma rica biodiversidade, é também local de crescimento da população de peixes. As formas larvais são levadas aos corpos de água da planície durante as cheias, desenvolvem-se durante a estiagem e retornam ao rio na cheia seguinte. Assim sendo, qualquer alteração que ocorra na planície de inundação irá alterar diretamente a reprodução dos peixes, afetando toda a biota da região e, conseqüentemente, a economia local e a vida da população que ali habita. Enfim, qualquer desequilíbrio significa uma reação em cadeia com conseqüências imprevisíveis.

Nesta porção do território brasileiro, além do desmatamento desencadeado pela ocupação antrópica desde a década de 50 do século passado, houve a instalação da barragem de Porto Primavera, cujo reservatório começou a ser formado no final de 1998. Isso desencadeou mudanças no padrão do fluxo hidrodinâmico e, conseqüentemente, em todos os processos naturais relacionados à dinâmica fluvial.

Dentre as mudanças, uma delas refere-se à velocidade de fluxo, a qual, segundo Rocha et al. (1998), é a principal condicionante das taxas de erosão marginal. Assim sendo, a erosão do arquipélago em estudo é um dos processos que pode estar sendo influenciado pelas mudanças do fluxo hidrodinâmico do Rio Paraná.

Estudos para monitorar o processo erosivo do Rio Paraná vêm sendo realizados desde 1988. Entre os métodos utilizados pode-se mencionar a medição direta no campo e o monitoramento por sensores remotos.

Alem de monitoramento de campo, os estudos existentes na área utilizaram fotografias aéreas para verificar a dinâmica da erosão e deposição. Contudo, os levantamentos aerofotogramétricos eram mais freqüentes nos anos cinquenta e sessenta (1953, 1958, 1963,



1965, 1970), e permitiram uma avaliação mais acurada da dinâmica fluvial. As décadas seguintes foram pobres nesse tipo de levantamento, e os vôos disponíveis são escassos (1980 e 1996).

Apesar disso, os dados disponíveis indicam que o período entre 1953 e 1963 o arquipélago teve aumento de área, no período 1963 a 1980 a área esteve estável, e os dados de 1996 indicam uma diminuição de área. Contudo, a ausência de cobertura aerofotogramétrica não permite definir se a tendência à diminuição de área persiste até hoje, assim como não possibilita quaisquer estudos a respeito do papel das cheias de 1983 (a maior já registrada) e de 1990 (uma das maiores já registradas).

O uso de dados de imagens orbitais pode suprir tal deficiência, contudo ele necessita de uma relação confiável com os dados de fotografias aéreas, uma vez que ambos os produtos possuem diferentes resoluções espaciais, e diferentes projeções cartográficas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é utilizar produtos orbitais para o cálculo das áreas das ilhas para verificar o comportamento erosivo/deposicional do arquipélago nos últimos anos, e estabelecer um parâmetro de referência entre os dados obtidos por meio de imagens orbitais e por fotografias aéreas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Diversas metodologias têm sido utilizadas para analisar a variabilidade espaço-temporal do processo erosivo que vem ocorrendo no Rio Paraná. Já foram realizados estudos *in loco*, “com medições através de pinos, estacas e perfilagens sucessivas” (HOOKE, apud FERNANDEZ 1990), e adotados outros métodos a partir de sensores remotos tais como fotografias aéreas, imagens de radar ou imagens de satélite.

Em vista da ausência de fotografias aéreas em determinados anos, com o intuito de testar uma nova alternativa para quantificar a área das ilhas, os resultados deste trabalho foram adquiridos por meio de imagens orbitais. As imagens utilizadas foram a Landsat 5 TM (Thematic Mapper), órbita/ponto 223/076, com passagens em 16 de outubro de 1996, 03 de junho de 1999 e 05 de março de 2002 na banda 4 e resolução de 30m e a CBERS2 CCD (Câmara de alta resolução), órbita/ponto 161/125 de 24 de março de 2004, também na banda 4 com resolução de 20m. Neste trabalho utilizamos apenas a banda 4, do espectro infravermelho



médio, porque, sendo considerada a mais indicada para delinear os corpos de água (NOVO, 1992), é a que melhor contrasta os componentes terra e água.

O software utilizado para analisar as imagens foi o SPRING, por ser um sistema de fácil acesso, de baixo custo, com linguagem espacial de fácil programação chamada LEGAL (Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra) e que possibilita ao usuário operar um banco de dados sem limitações de escala, projeção ou fuso, além de integrar, em um único programa, dados de sensoriamento remoto num SIG (Sistema de Informação Geográfica).

No pré-processamento, as imagens foram importadas para o programa, passando por processos de correção geométrica e radiométrica. A imagem Landsat de 1996 e a CBERS2 de 2004 inicialmente foram abertas no IMPIMA. Este aplicativo permite contrastar a cena e recortar apenas a área a ser estudada, a qual pode ser convertida para o formato GRIB. O aplicativo permite também escolher as bandas da imagem antes de importá-la para o SPRING. Para importar as imagens de 1996 e de 2004 para o SPRING, foi necessário também geo-referenciá-las, ou seja, transformá-las geometricamente, relacionando as coordenadas da imagem (linhas e colunas) com coordenadas geográficas através de pontos de controle baseados em uma outra imagem já geo-referenciada, que, no caso, foi a imagem de 1999. O geo-referenciamento das imagens foi via tela, ou seja, através de um plano de informação (a imagem de 1999 já geo-referenciada) de um projeto já ativo foram retirados os pontos de controle que serviram de base para o ajuste na malha, a qual teve como sistema de projeção o UTM e como modelo da Terra o SAD69. As imagens restantes foram importadas diretamente no SPRING por já estarem geo-referenciadas.

Com as imagens devidamente importadas e localizadas em um mesmo banco de dados do programa e tendo sido escolhida como modelagem de dados a categoria de “imagem”, deu-se início à etapa da correção radiométrica, ou seja, os níveis de cinza foram transformados em reflectância utilizando-se a Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra (LEGAL) com a finalidade de minimizar as variações apresentadas na imagem, devido a problemas de calibração dos detectores no momento de sua aquisição.

Na etapa de processamento das imagens utilizaram-se técnicas que permitiram melhorar sua qualidade visual (contraste) e extrair informações do(s) alvo(s) em questão (classificação).



O contraste aplicado na banda 4 foi o fatiamento, que consiste na atribuição de cores distintas a um conjunto de intervalos de intensidade. Este contraste foi escolhido por ser o que possibilitou a diferenciação dos corpos de água das barras de areia que se formam durante o processo erosão-deposição (Figura 1). Essa metodologia de aplicação de contraste foi baseada na idéia de que “escolher a técnica de realce apropriada para uma aplicação em particular é uma arte, e muitas vezes, é produto de uma preferência pessoal” (LILLESAND apud FRANCO, 2001).

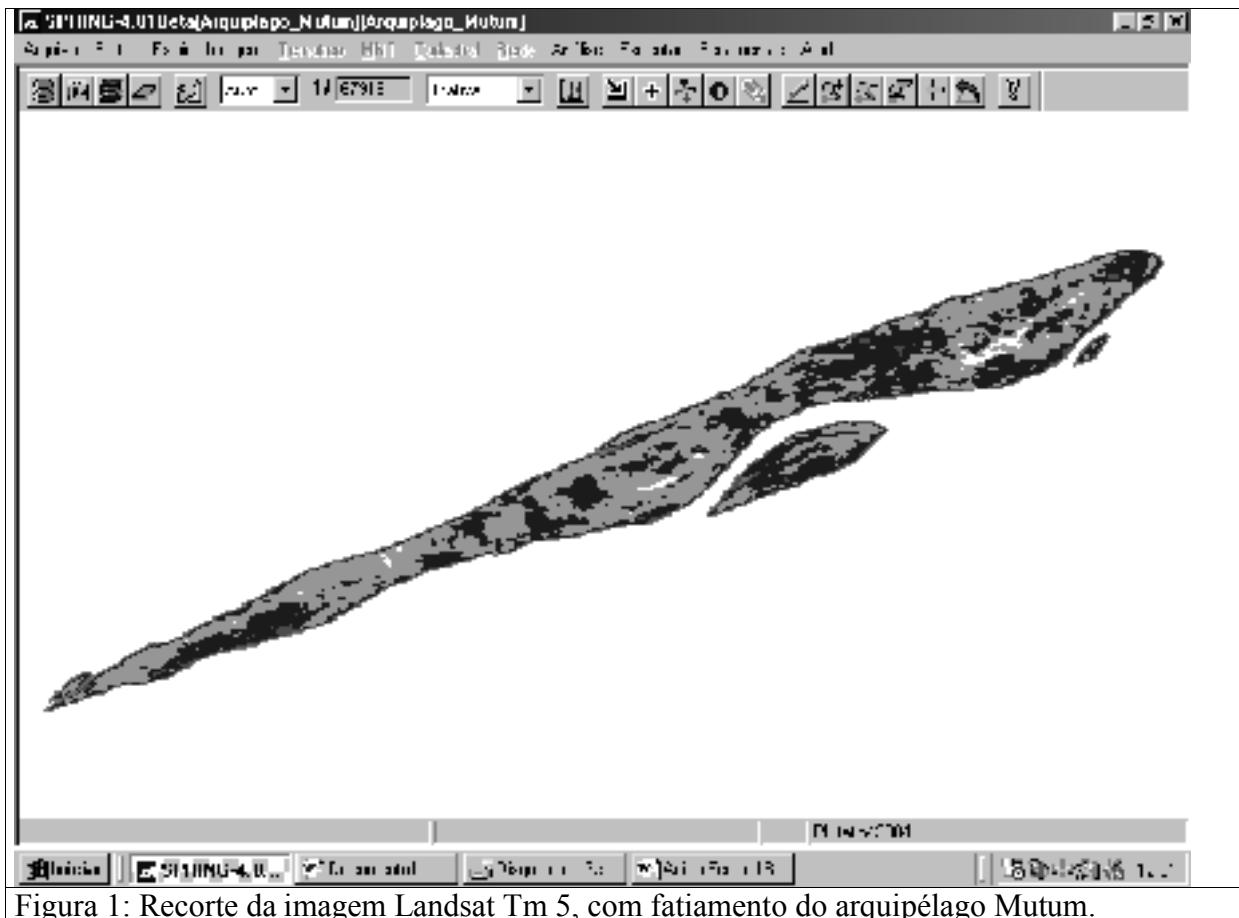


Figura 1: Recorte da imagem Landsat Tm 5, com fatiamento do arquipélago Mutum.

Após o fatiamento dos valores de pixel, gerou-se imagens classificadas em função dos intervalos específicos da banda 4, definindo as classes de acordo com os componentes ilha e água. Estes processos permitem extrair informações, reconhecer os padrões contidos nas imagens, além de possibilitar a formação de classes de área com seus respectivos atributos.

Isto feito criou-se uma outra categoria no mesmo banco de dados, seguindo o modelo de categoria temático para poder apresentar os dados no formato vetorial em planos de



informações (PI). Esta “é a maneira mais precisa de representar um objeto geográfico, utilizando-se das entidades básicas como pontos, linhas e áreas (ou polígonos) para definir as classes temáticas, objetos geográficos e amostras (isolinhas e pontos cotados) numéricas” (INPE, 2000). Isto possibilitou a edição gráfica, que, no caso, foi a eliminação das linhas das imagens temáticas geradas no fatiamento, referentes aos bancos de areia e outras classes de área que não interessavam no momento, permitindo a seleção da área que representa apenas o arquipélago Mutum. Com a área do arquipélago selecionada, criaram-se, dentro dos planos de informação, classes temáticas para as ilhas dos diferentes anos.

Só após seguir todos esses processos de tratamento e obtenção de dados referentes às imagens, foi possível fazer a sobreposição dos planos de informação da categoria temática, quantificar a área das ilhas e visualizar as áreas erodidas e depositadas ao longo dos anos das imagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas proximidades do município de Porto Rico, o rio é constituído por dois canais principais e vários secundários, separados por diversas ilhas, e barras fluviais. As ilhas encontram-se entre três e cinco metros acima do nível médio do rio, e são remanescentes da antiga planície de inundação de canais anastomosados. As barras fluviais podem situar-se até um metro acima do referido nível, são móveis, e dividem o fluxo em diversos talwegues secundários, caracterizando um sistema entrelaçado.

O rio Paraná tem o período de cheia entre dezembro e março, e o de menor vazão ocorre entre junho e setembro. Durante as cheias as barras fluviais são mobilizadas mais rapidamente, e as grandes cheias são responsáveis pela modificação do posicionamento de todo o conjunto de material do leito (SOUZA FILHO, 1995; SOUZA FILHO & STEVAUX, 1997). As formas de leito são responsáveis pela distribuição do fluxo de água, e dessa forma influenciam a velocidade de fluxo junto às margens. A velocidade de fluxo a que uma margem está submetida define o a intensidade da erosão ou de sedimentação que predominará enquanto as condições de fluxo persistirem.

Com base nos estudos da evolução dos processos erosivos que vêm ocorrendo no arquipélago Mutum feitos primeiramente por Correa (1998) e continuados por Pinto (2002)



utilizando fotografias aéreas, pode-se afirmar que a área total das ilhas passou por períodos de aumento e de diminuição, de acordo com o predomínio de processos erosivos ou deposicionais (tabela 1).

Tabela 1 variação de área do arquipélago Mutum e Porto Rico (Km²)

	1953	1963	1965	1970	1980	1989	1996	1999	2002	2004
Fotografias aéreas	10,86		12,27	12,30	12,12		10,90			
Imagens orbitais							11,29	11,28	11,08	11,17

Tomando-se a área do arquipélago Mutum no ano de 1953, primeiro ano monitorado com fotografias aéreas, e comparando-a com a do ano de 1996, último ano monitorado, a área permaneceu praticamente a mesma, pois o ano de 1953 apresenta 10.86km² de área total e o de 1996, 10.90km². Entretanto, nos anos de 1965, 1970 e 1980, detectou-se um aumento de área, com uma média de 12.23km². Uma das hipóteses levantadas para a compreensão deste fato é a ocorrência das duas grandes cheias que encobriram o Arquipélago Mutum nos anos de 1983 e 1990, que, aparentemente, foram as responsáveis pelo decréscimo de material observado nas margens das ilhas.

Os resultados obtidos por meio da análise das imagens orbitais demonstram que houve um decréscimo gradativo, na área do arquipélago Mutum entre os intervalos de 1996, 1999, 2002 e 2004. Enquanto a área das ilhas em 1996 era de 11.29km², em 2004 passou a ser de 11.17km². A variação da área das ilhas, portanto, foi mínima. A sobreposição dos layers nos diferentes anos permitiu verificar que as ilhas realmente permaneceram praticamente estáveis ao longo destes oito anos monitorados (Figura 2).

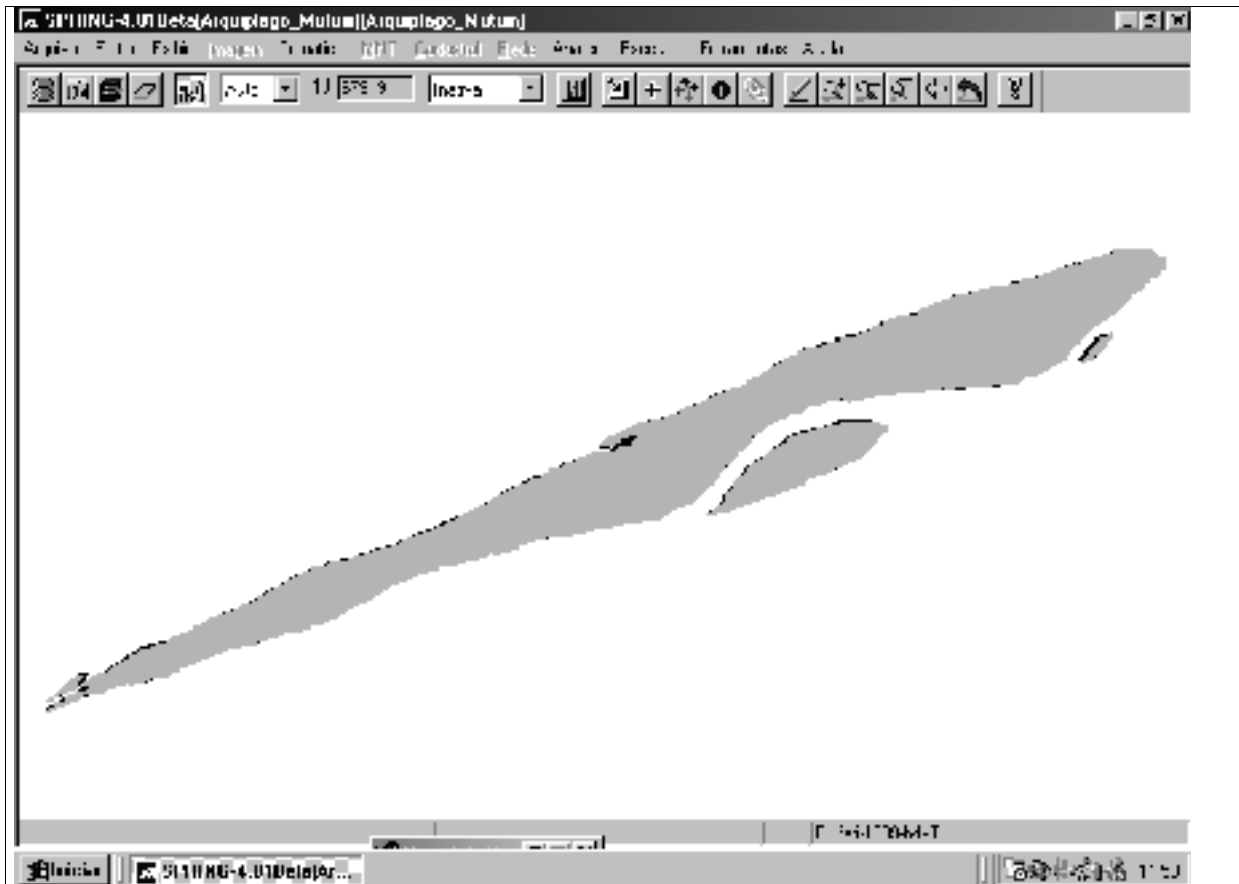


Figura 2: Sobreposição dos layers de 1999, em cinza, e 2004, em preto. O acréscimo de área, através das barras arenosas, localiza-se na porção direita das ilhas, enquanto o decréscimo de argila ocorre nas margens esquerdas.

Diante destas constatações, verifica-se que a partir de 1996 o arquipélago manteve a sua área estável, indicando um equilíbrio entre a erosão e a deposição. Tal resultado está em consonância com os dados obtidos em campo, que indicam a redução da taxa de erosão marginal em virtude do controle do débito fluvial (SOUZA FILHO & STEVAUX, 2001).

A comparação entre os dados de fotografias aéreas e da imagem TM de 1996 permite observar que a imagem sobreestima a área insular em 8,5 % em relação à área obtida por meio de fotografias aéreas.



4. CONCLUSÃO

Os dados obtidos demonstram que o arquipélago encontra-se em um período em que há equilíbrio entre erosão e deposição. Porém, embora a variação da área não seja significativa, há uma contínua remoção das partes argilosas (porção antiga do sistema) e a deposição é feita por meio de barras arenosas, configurando uma modificação considerável do sistema.

Os resultados permitiram também verificar a funcionalidade dos dois métodos utilizados até então para a quantificação de área das ilhas. Comparando-se os dados detectados nas imagens de satélites com os de fotografias aéreas, pode-se perceber uma pequena diferença nas medidas. Enquanto a fotografia aérea registra uma área de 10.9km² em 1996, nesse mesmo ano, as imagens de satélite mostram uma área de 11.29km². A hipótese é de que essa disparidade pode ser decorrente do fato de que a resolução das imagens orbitais é de 30 metros, enquanto as escalas da fotografia aérea, que variam entre 1/60 000, 1/50 000 e 1/25 000, possibilitam uma resolução muito maior, e, portanto, mais precisa. Uma vez que a variação entre os sensores foi de 8.5% , pode-se dizer que a disparidade é pequena do ponto de vista da análise ambiental.

Outra conclusão importante é a de que o uso de imagens orbitais para o monitoramento da erosão marginal e de outras condicionantes para o equilíbrio do meio ambiente mostrou-se tão eficiente quanto o da fotografia aérea, podendo estender-se tanto para estudar anos sobre os quais ainda não houve monitoramento, devido à falta de fotografias aéreas, como para pesquisas sobre outros temas e objetos.

Através da quantificação da área das ilhas Mutum e Porto Rico nos anos de 1996, 1999, 2002 e 2004, é possível um monitoramento mais detalhado dos processos erosivos que vêm ocorrendo na área de estudo, e permite também o estudo mais detalhado da variação de área no período entre 1980 e 1996. Tal estudo permitirá não só um melhor conhecimento da dinâmica fluvial, como tornará possível o monitoramento dos efeitos da barragem de Porto Primavera sobre o segmento situado a jusante dela.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDEZ, O. V. Q. & SOUZA FILHO, E. E. Efeitos do Regime Hidrológico Sobre a Evolução de um Conjunto de Ilhas no Rio Paraná, P.R *Boletim Paranaense de Geociências*, Ed. UFPR, Curitiba, PR, 43: 161 – 171, 1995.



FERNANDEZ, O. V. Q. *Mudanças no Canal Fluvial do Rio Paraná e Processos de Erosão nas Margens: Região de Porto Rico, PR*. 1990. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1990.

FRANCO, C. *Aplicações de Técnicas de Realce e Classificação de Imagens Digitais de Sensoriamento Remoto ao Estudo da Cobertura Vegetal das Ilhas do Arquipélago Mutum-Porto Rico – Alto Rio Paraná, (PR, MS)*. 2001 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Tutorial (Apostila Teórica) – Introdução ao SPRING – Geoprocessamento ao Alcance de Todos*. São José dos Campos, 2002.

NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações*. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1992.

ROCHA, P.C. *Erosão Marginal em Canais Associados ao Rio Paraná na Região de Porto Rico – PR*. 1995. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Maringá – Maringá, 1995.

SOUZA FILHO, E. E. “Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR)”.1993. Tese (Doutorado)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1993.

_____ *Diagnóstico do Meio Físico e Condições Emergentes na Planície do Rio Paraná em Porto Rico (PR)*.Revista GEONOTAS, Ed. UEM, Maringá-PR.

SOUZA FILHO, E .E., STEVAUX, J. C. *O domínio físico no rio Paraná. - A planície inundável do rio Paraná: estruturas e processos ambientais.*, 2001

SOUZA FILHO, E. E. & CORRÊA, G.T. “Comparação Entre as Variações de Área de Dois Arquipélagos do Rio Paraná nas Proximidades de Porto Rico (PR)” 1998.

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*.V REQUI/I CQPLI, Lisboa, Portugal. Julho/2001. 37 – 40p. Anais.

SOUZA FILHO, E. E., STEVAUX, J. C. *Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía-Curutuba-Ivinhema In: A planície de inundação do alto rio Paraná*.1 ed.Maringá : EDUEM, 1997, v.1, p. 01- 45.