

## **Avaliação da dinâmica fluvial do Alto Rio Paraguai no período 2004-2006 por meio do uso de imagens Cbers2b/CCD**

Edinéia Vilanova Grizio<sup>1</sup>  
Edvard Elias de Souza Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá (UEM) DGE/GEMA  
Rua Mandaguari, 228 apto 102B Zona 07 CEP:87020-230 Maringá-PR  
edineia\_grizio@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá (UEM) DGE/GEMA  
Rua Joaquim Murtinho 90 - Zona 4 - Maringá,PR -CEP 87014-210  
edvardmarilia@wnet.com.br

### **Abstract**

The drainage basin of the Upper Paraguay River suffered strong human pressure from the 1970s, caused by occupation of natural vegetation areas for deployment of pasture and agriculture and because of this its channel has undergone changes in its dynamics. The environmental importance of the system, the modifications that the basin has been suffering, the lack of information about the river characteristics justify show that studies are needed to ensure an adequate knowledge of the region, to support planning for sustainable development. For these reasons, this study aims to evaluation the mobility of the Upper Paraguay River, between Barra do Bugres and Cáceres-MT, in years 2004 and 2006, as a way of understanding its dynamics and to collaborate with information to assist in making decisions about river. The mobility of the channel was estimated by multi-temporal satellite images analysis, using images of CCD sensor (CBERS 2 satellite). The period between 2004 and 2006 coincided with a time of lower discharge of sediments by the river, and with a long period of low sediment supply. Consequently, the channel increased its lateral mobility by rate of 15.6% of its average width. This mobility provides increase the length and sinuosity of the river. The results show the importance of using remote sensing techniques in studies about activities that can interfere in the dynamic mobility of the channel.

Keywords: river dynamics, temporal analysis, images CBERS2B/CCD, Paraguay River, dinâmica fluvial, análise temporal, imagens CBERS2B/CCD, rio Paraguai

### 1. Introdução

A ocupação antrópica inadequada gera uma cadeia de impactos ambientais, que começa pela impermeabilização do solo, mudanças no relevo, erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água, degradação das matas ciliares, diminuição da biodiversidade e, aumento do escoamento superficial, entre outros, Silva et al(2008).

As margens do rio Paraguai exibem diversos tipos de feições erosivas. No caso, estas formas são atribuídas à queda de blocos e a desmoronamentos causados pelo solapamento da parte baixa da margem, resultante da corrosão, da ação hidráulica da água e da ação das ondas provocadas pelos barcos, Grizio (2008).

A existência de margens íngremes e com face desprovida de vegetação indicam que a erosão marginal é ativa e suficientemente forte para impedir a colonização de espécies pioneiras.

A área de estudo está situada entre as cidades de Barra do Bugres e Cáceres no sul do Estado do Mato Grosso, e limita-se entre as coordenadas 15°02'48'' e 15°02'24'' de latitude sul e 57°06'48'' e 57°46'48'' de longitude oeste ( Figura 1).

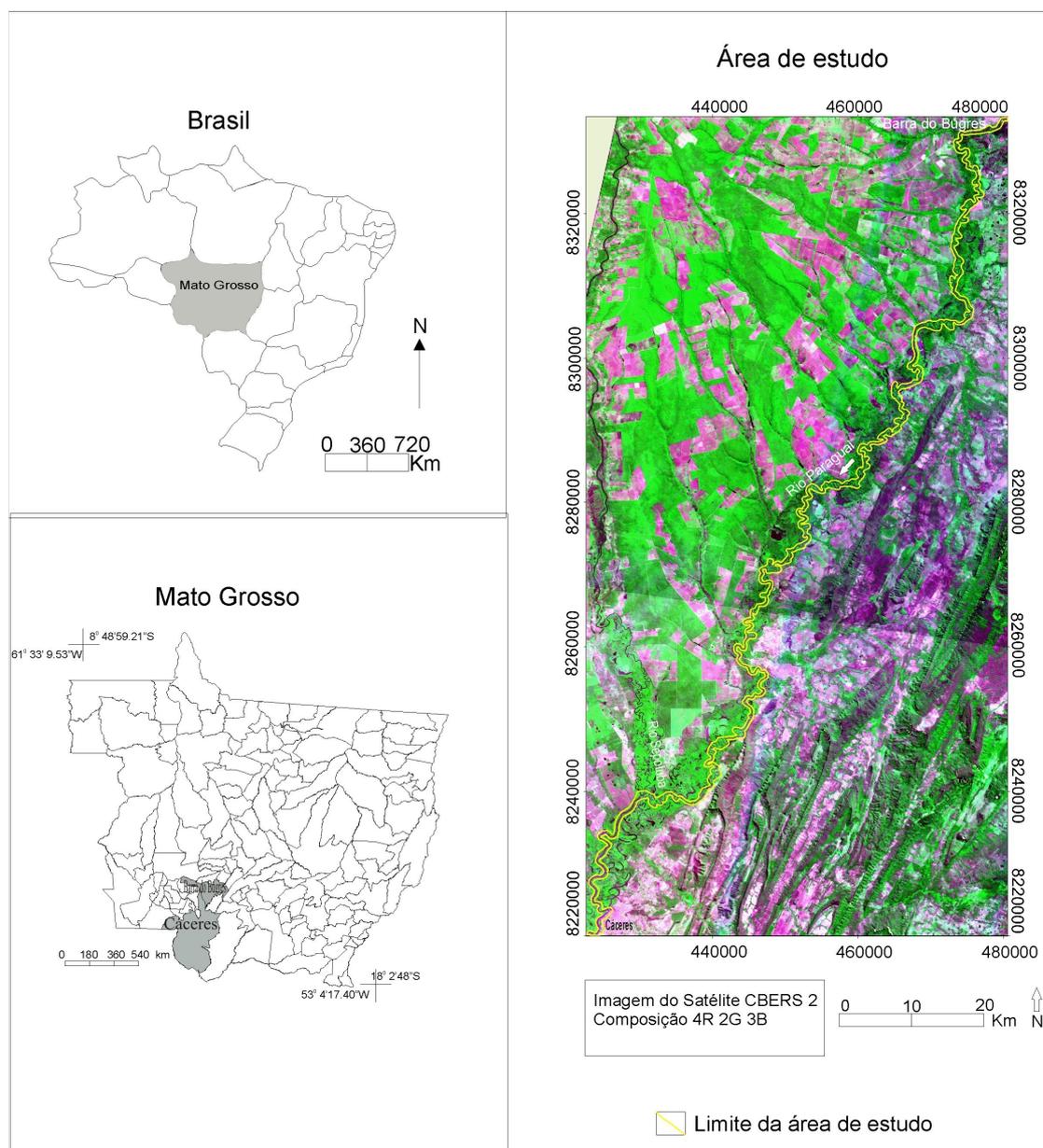


Figura 1: Localização da área de estudo

## 2. Método de Trabalho

A avaliação da dinâmica fluvial será realizada por meio da verificação da mobilidade do canal, da variação de sua largura e da verificação da ocorrência e tipo de avulsão. Estas variáveis foram escolhidas porque permitem definir se realmente está ocorrendo a alteração do estilo fluvial. Se for o caso, a mobilidade será elevada, o canal deve estar se alargando e as avulsões levarão ao abandono das curvas do rio (se for o caso meandros do rio) em vez de formarem leques de rompimento de dique.

A avaliação da mobilidade de canais fluviais pode ser feita de forma direta, com monitoramento de campo, ou de forma indireta, por meio de análise temporal a partir do uso de produtos cartográficos e/ou de sensoriamento remoto de diferentes datas. Contudo, o uso de mapas é limitado pela escala enquanto o de imagens orbitais possui como obstáculo a resolução do produto.

A mobilidade de canais fluviais pode ser medida diretamente pela superposição de imagens de resolução métrica a submétrica ou de fotografias aéreas, desde que os produtos estejam adequadamente corrigidos em termos de sua geometria. No caso de imagens CBERS/CCD, os 20 m de resolução espacial exigem taxas elevadas de erosão marginal e períodos longos de tempo. Portanto, a sua utilização para um intervalo de 2 anos não pode ser feita pela forma mais simples.

A alternativa escolhida foi a avaliação do comprimento do canal em passagens diferentes e o cálculo da sinuosidade por meio da divisão dos valores encontrados pela distância entre o ponto inicial e final, medida em linha reta.

A variação da largura foi realizada por meio da medida da área de água nas duas passagens dividida pelos respectivos comprimentos, de forma semelhante à efetuada por Puerta *et al.* (2009, 2010). A avaliação desta variável exige a utilização de imagens do período de águas baixas, quando o canal encontra-se bem definido.

A avaliação da existência e tipo de avulsão foi realizada pela superposição das imagens, uma vez que seus 122 m de largura média (RADAMBRASIL, 1982) permitem a utilização das imagens CCD.

Para a realização do trabalho foram escolhidas as imagens da órbita 167, pontos 117 e 118 das passagens de 18/06/2004 e de 12/07/2006, quando o rio estava com águas baixas. As imagens foram registradas e corrigidas geometricamente. A área de estudo foi recortada e a área de água do canal foi selecionada para permitir a realização das medidas. O tratamento das imagens foi realizado por meio do uso do “software” ENVI 4.5 e o segmento fluvial estudado foi dividido em três partes para permitir a avaliação do estado do canal de montante para jusante. Os dados obtidos foram trabalhados com o uso dos “softwares” Global Mapper e Arc View.

## 3. Resultados e Discussões

Os dados de comprimento do canal, de sinuosidade, da área de água e da largura média dos intervalos utilizados encontram-se na Quadro 1. Todos os segmentos tiveram seu comprimento aumentado no período de dois anos e conseqüentemente o índice de sinuosidade aumentou, indicando que há alta mobilidade do canal. O maior aumento da sinuosidade no segmento inferior (CD) indica que o ajuste fluvial está sendo mais intenso na parte baixa do sistema. Tal informação indica que o processo de ajuste já passou pelos segmentos superiores e o processo tende à redução de sua intensidade, caso não haja a introdução de novas modificações no sistema.

Todos os segmentos tiveram sua área de canal e sua largura diminuídas. As taxas de redução da área de água diminuem de montante para jusante (3,0%, 2,4% e 1,5% respectivamente) assim como as de estreitamento do canal (6,6%, 5,2% e 4,5%, respectivamente), indicando que mudança de padrão já ocorreu e o sistema está se

readequando às novas condições de fluxo. O processo foi mais ativo na parte superior e as partes média e inferior do segmento devem continuar a ter sua largura diminuída.

segmento	Distância (km)	Comprimento (km)		Sinuosidade		Área de água (km <sup>2</sup> )		Largura média (m)	
		2004	2006	2004	2006	2004	2006	2004	2006
AB	39,6	87,5	90,0	2,21	2,27	6,67	6,47	76,2	71,9
BC	49,8	116,5	119,5	2,34	2,40	8,94	8,73	76,7	73,0
CD	38,6	79,0	81,5	2,05	2,11	8,33	8,29	105,4	101,7
AD	128	283	291,0	2,21	2,27	23,94	23,49	84,6	80,7

Quadro 1 – Dados de distância em linha reta, comprimento do canal, sinuosidade, área de água e largura média do alto rio Paraguai em junho de 2004 e julho de 2006

As taxas anuais de estreitamento do canal foram de 2,15 m na parte superior (AB) e de 1,85 m na parte média (BC) e na parte inferior (CD). Em todo o segmento estudado o estreitamento foi de 1,95 m/ano

A superposição das imagens de 2004 e 2006 permitiu verificar que não ocorreu nenhum tipo de avulsão no período e tornou possível avaliar a área depositada e erodida em cada intervalo, assim como verificar o valor das taxas médias anuais de deposição e de erosão (Quadro 2).

	Segmento fluvial			
	AB	BC	CD	AD
Área depositada (ha)	202,9	269,2	276,8	748,9
Área erodida (ha)	183,0	248,2	273,3	704,5
Área diminuída (ha)	19,9	21,0	3,5	44,4
Taxa de deposição média (m/ano)	12,5	12,5	17,0	13,0
Taxa de erosão média (m/ano)	10,0	10,5	16,8	12,0

Quadro 2 – Área depositada, área erodida, taxa de deposição unitária e taxa de erosão unitária nos segmentos do alto rio Paraguai, entre 2004 e 2006

Os valores obtidos demonstram alto dinamismo do canal, uma vez que os valores de área (e provavelmente volume) são elevados. As taxas de erosão e de deposição unitárias são elevadas, mas é necessário alertar para o fato da erosão ocorrer nas margens côncavas dos meandros enquanto a deposição é feita nas margens convexas. As taxas são mais elevadas ainda quando considerados apenas os locais em que os referidos processos ocorrem, conforme Quadro 3.

	Segmento fluvial			
	AB	BC	CD	AD
Área depositada (ha)	202,9	269,2	276,8	748,9
Comprimento do canal sob deposição (km)	25,0	33,9	26,4	85,3
Taxa de deposição unitária (m/ano)	40,6	39,7	52,4	87,8
Área erodida (ha)	183,0	248,2	273,3	704,5
Comprimento do canal sob erosão (km)	24,4	33,2	26,2	83,8
Taxa de erosão unitária (m/ano)	37,5	37,4	52,2	42,0

Quadro 3 – Área depositada, extensão do canal sob deposição, taxa de deposição unitária, área erodida, extensão do canal sob erosão, taxa de erosão unitária nos segmentos do alto rio Paraguai

Os locais em que o canal permaneceu estável, os sítios deposicionais e os sítios erosivos do período entre 2004 e 2006 estão na Figura 2 (segmento superior, AB), 3 (segmento médio, BC) e 4 (segmento inferior, CD). Como pode ser observado, o canal possui maior dinâmica nos meandros, onde as partes erosivas e as deposicionais ocorrem em margens opostas. As porções estáveis estão situadas em trechos de baixa sinuosidade, entre meandros.

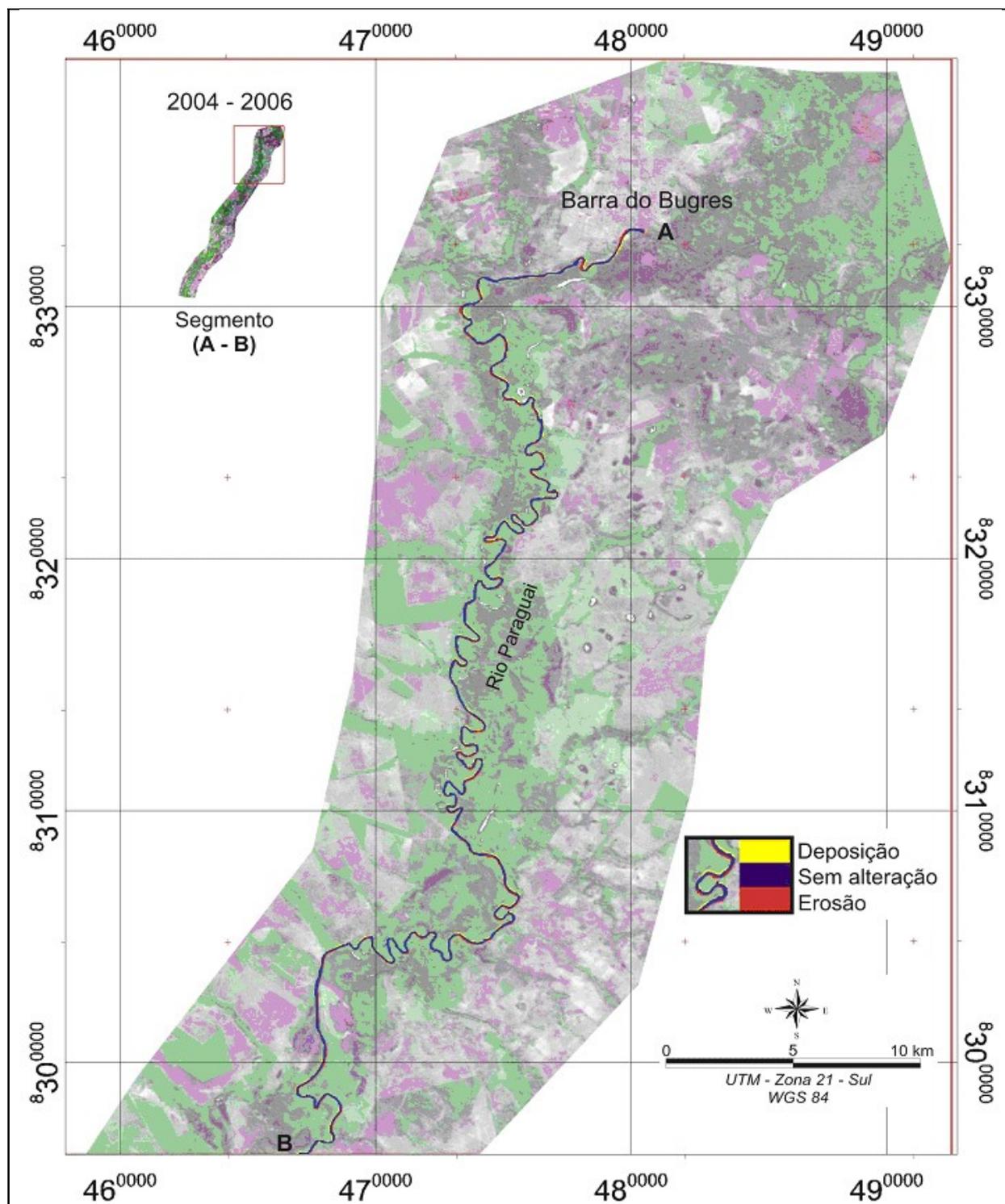


Figura 2 – Resultado da superposição das imagens de junho de 2004 e julho de 2006 do segmento fluvial superior (AB). CBERS2B/CCD órbita 167, ponto 117, composição colorida R (3), G (4), B (2)

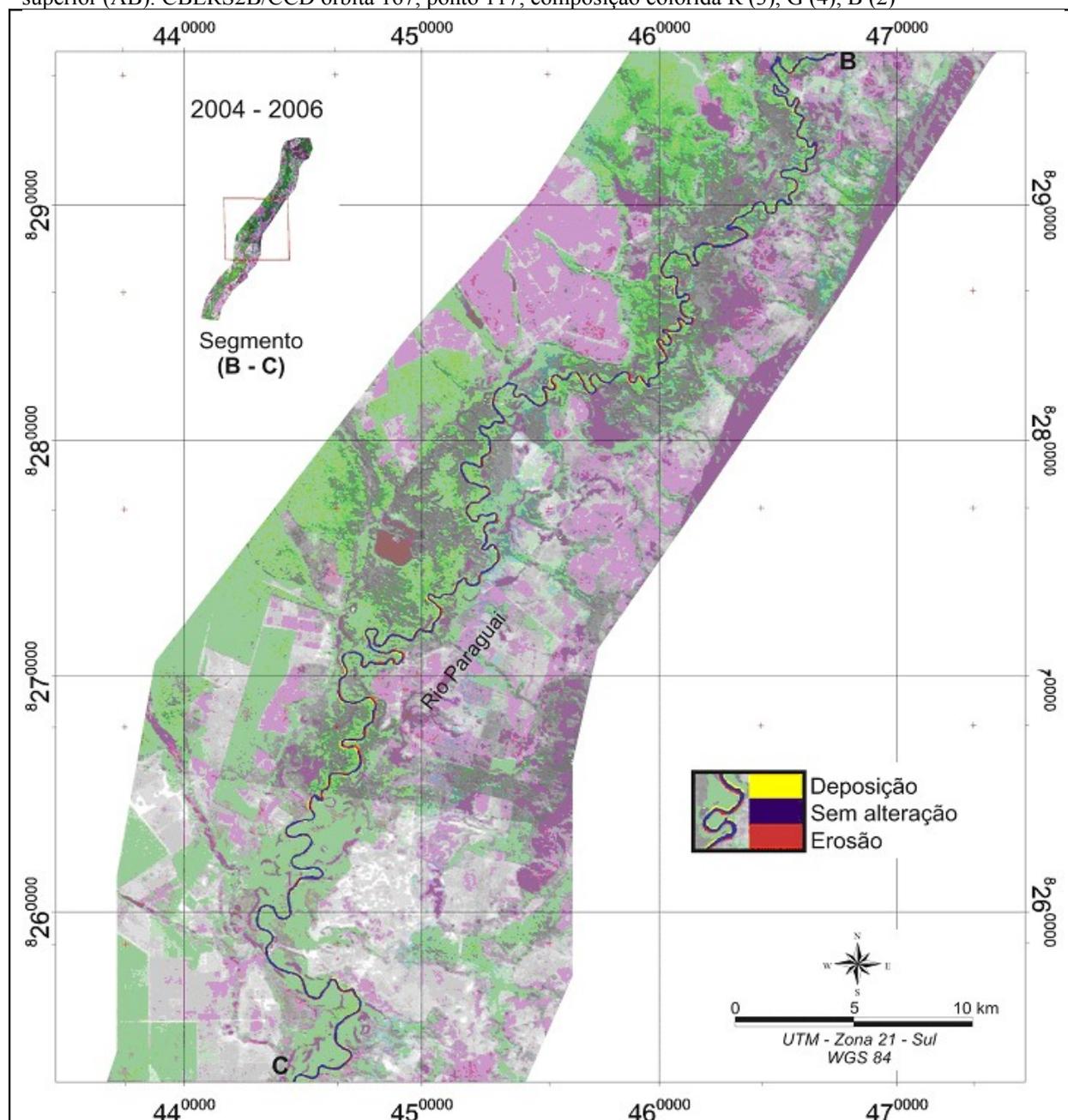


Figura 3 - Resultado da superposição das imagens de junho de 2004 e julho de 2006 do segmento fluvial médio (BC). CBERS 2B/CCD órbita 167, pontos 117 e 118, composição colorida R (3), G (4), B (2)

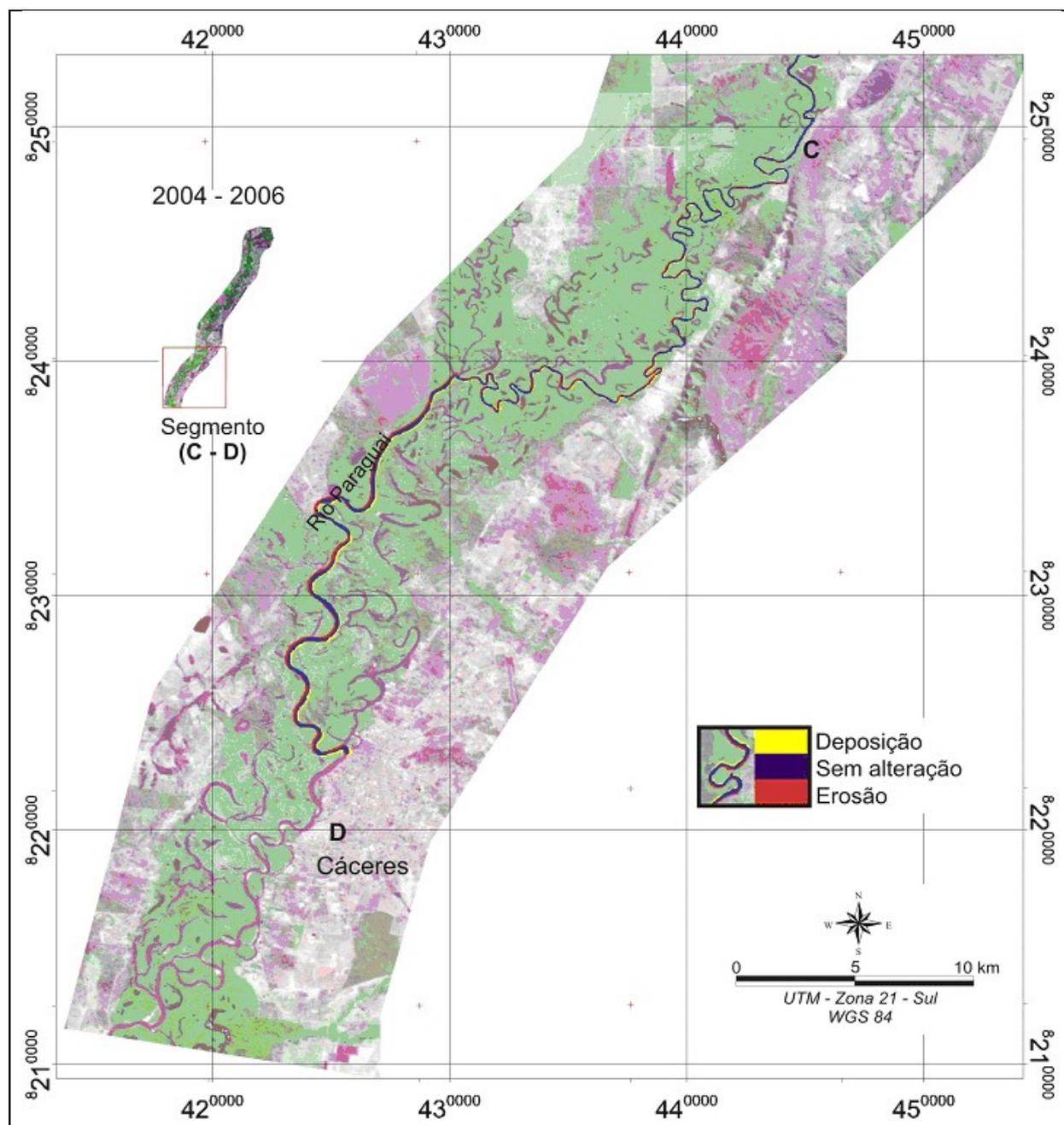


Figura 4 - Resultado da superposição das imagens de junho de 2004 e julho de 2006 do segmento fluvial inferior (CD). CBERS 2B/CCD órbita 167, ponto 118, composição colorida R (3), G (4), B (2)

#### 4. Conclusões

A forma adotada para o cálculo dos parâmetros geométricos do canal do rio Paraguai no segmento situado entre Barra do Bugres e Cáceres minimiza os erros provenientes da resolução das imagens CBERS2B/CCD pois em termos de medida do comprimento do canal a margem de erro é desprezível. Em termos de medidas de área de água os valores podem estar subestimados pois é bastante provável que os pixels que representam os locais com água e vegetação não tenham sido incluídos graças a reflectância da cobertura vegetal. Contudo, uma vez que o procedimento foi igual para ambas as passagens, as relações permanecem, embora os valores de largura média possam estar subestimados.

Os dados obtidos demonstram que o segmento fluvial possui feições e dinâmica próprias de canais meandantes, uma vez que a migração lateral é intensa, o índice de

sinuosidade é elevado e o rio desenvolve ativamente as barras em pontal. A inexistência de feições típicas de avulsões não é diagnóstica pois tais formas frequentemente ocorrem em cheias excepcionais tanto em rios anastomosados como em rios meandrantos, embora com características distintas.

Os dados que demonstram o estreitamento do canal são uma evidência de que a transição do padrão anastomosado para o meandrante já ocorreu e as modificações registradas podem estar relacionadas ao aprofundamento do leito. Aparentemente tal processo está mais avançado na parte superior e deve se propagar para jusante.

## 5. Referências Bibliográficas

GRIZIO, E. V. Regime de descarga do rio Paraguai Superior. 2008. 86 p. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2008.

GRIZIO, E. V.; SOUZA FILHO, E. E. . As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, p. 25-33, 2010.

PUERTA, L. L.; MOREIRA, D. S.; Souza Filho, E. E.; Saiki, K. Uso de Imagens Orbitais MSS e CCD / CBRS 2 nos Estudos de um Segmento do Canal Fluvial do Rio Paraná, para os anos de 2006 e 2007. In: VIII Encontro Nacional da ANPEGE, 2009, Curitiba. VIII Encontro Nacional da ANPEGE, 2009. Disponível em:  
<http://itarget.com.br/newclients/anpege2009.com.br/2009/>

PUERTA, L. L.; SOUZA FILHO, E. E.; GUERREIRO, RL . Tratamento e análise em imagens de satélites para cálculo de área de um segmento do canal fluvial do rio Paraná, através do software SPRING.. in: V Simpósio Paranaense de Pós-Graduação em Geografia SIMPGEO, 2010, Curitiba. SIMPGEO, 2010. Disponível em:  
<http://www.geografia.ufpr.br/eventos/vsimpgeo/>

RADAMBRASIL. **Levantamentos dos recursos naturais**. (1982) Cuiabá - Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21, 448p.

RICHARDS, K. **Rivers. Forms and processes in alluvial channels**. New York: Methuen e Co. 1982. 358p.

SILVA, A. *et al.*. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da erosão marginal do rio Paraguai: bairro São Miguel em Cáceres/MT-BRASIL. **Revista Geografia Acadêmica**, v.2, n.3, p.19-27, 2008.