



MOBILIDADE DO CANAL NO RIO PARAGUAI SUPERIOR

Edinéia Vilanova Grizio

Doutoranda na Universidade Estadual de Maringá (UEM) DGE/GEMA - Rua Mandaguari, 228 - Zona 07 - Maringá/PR
- CEP 87.020-230 - e-mail: edineia_grizio@hotmail.com

Edvard Elias de Souza-Filho

Universidade Estadual de Maringá DGE/UEM - Rua Joaquim Murtinho 90 - Zona 4 - Maringá/PR - CEP 87.014-210 -
e-mail: edvardmarilia@wnet.com.br

Mario Luis Assine

Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Departamento de Geologia Aplicada, Avenida 24-A, 1515, Rio Claro/SP -
e-mail: assine@rc.unesp.br

Resumo

Estudos de caráter hidrológicos e geomorfológicos de canais fluviais são necessários para a análise e a compreensão de um grande número de problemas como abastecimento, navegação, controle de cheias, recreação, além de permitir o entendimento de processos erosivos, de transporte, de evolução, entre outros. A bacia do Rio Paraguai Superior vem sendo alvo de ocupação intensa nos últimos anos e seu canal tem sofrido modificações em sua dinâmica. Por essas razões, este trabalho tem como objetivo a avaliação da mobilidade do canal do Rio Paraguai Superior, entre Barra do Bugres e Cáceres/MT, nos últimos 30 anos. A mobilidade do canal foi estimada por meio de análise multitemporal de imagens orbitais, utilizando-se de imagens MSS (LANDSAT 2 e 3) para o período entre 1977 e 1981, e de imagens CCD (CBERS 2) para o período entre 2004 e 2006. No período entre 1977 e 1981, graças ao aumento da descarga e ao aporte de sedimentos, a taxa de erosão lateral foi maior que a de deposição lateral, e a ocorrência de avulsões diminuiu o comprimento e a sinuosidade do rio, enquanto a mobilidade lateral foi alta, superando 8,5% de sua largura. O período entre 2004 e 2006 coincidiu com uma fase de descarga fluvial mais baixa, e com um longo período de baixo aporte de sedimentos. Por consequência, o canal aumentou sua mobilidade lateral para uma taxa de 15,6% de sua largura média. Essa mobilidade e a ausência de avulsões proporcionaram um aumento do comprimento e da sinuosidade do rio. A dinâmica fluvial apresentada pelo canal em ambos os intervalos de tempo demonstra que o padrão de canal tornou-se meandrante.

Palavras-chave: Mobilidade fluvial; Rio Paraguai.

Abstract

Hydrologics and geomorphologics studies of character of fluvial canals are necessary for the analysis and understanding of a great number of problems as supplying, navigation, control of full, recreation, besides allowing the agreement of erosive processes, transport, of evolution, among others. The basin of the river Paraguay Superior comes being white of intense occupation in the last years and its canal has suffered modifications in its dynamics. For these reasons, this work has as objective the evaluation of the mobility of the river Paraguay Superior, between Barra dos Bugres and Cáceres-TM, in last the thirty years. The mobility of the canal was esteem by means of analysis multi-weather of orbital images, using itself of images MSS (LANDSAT 2 and 3) for the period between 1977 and 1981, and of images CCD (CBERS 2) for the period between 2004 and 2006. In the period between 1977 and 1981, favours to the increase of the discharge and to arrive in port it of sediments, the tax of lateral erosion was greater that of lateral deposition, and the occurrence of accessions diminished the length and the sinuosity of the river, while lateral mobility was high, surpassing 8.5% of its width. The period between 2004 and 2006 coincided with a phase of fluvial discharge lower, and with a long period of low it

arrives in port of sediments. For consequence, the canal increased its lateral mobility for a tax of 15,6% of its average width. This mobility and the absence of accessions had provided an increase of the length and the sinuosity of the river. The fluvial dynamics presented by the canal in both the time intervals demonstrates that the canal standard became meandrante.

Keywords: Fluvial mobility; Paraguay river.

Introdução

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.

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. Tais feições por si demonstram que a atividade do canal é incompatível com a esperada para um rio anastomosado, uma vez que este é caracterizado por alta estabilidade das margens.

Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a mobilidade do canal do Rio Paraguai Superior, entre Barra do Bugres e Cáceres/MT, nos últimos 30 anos. E foi possível observar que a ocorrência das avulsões explica os valores significativos obtidos quando as áreas erodidas e colmatadas foram calculadas, uma vez que além da erosão marginal e da sedimentação lateral ocorreu a formação de novos canais e a colmatação dos meandros abandonados.

Área de estudo

O Rio Paraguai possui 2.612 quilômetros de extensão, nasce no Planalto Central, na Serra do Araporé (Serra das Pedras de Amolar) e deságua no Rio Paraná próximo a Corrientes, na Argentina. Sua bacia de drenagem totaliza 1.095.000km², compreende os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e parte dos territórios da Bolívia, do Paraguai e da Argentina, conforme ANA (2004).

O Paraguai Superior é o segmento compreendido entre as suas nascentes e a foz do Rio Jaurú e possui cerca de 497 quilômetros de extensão. A nascente do Rio Paraguai encontra-se a 435 metros de altitude e o canal é erosivo nos primeiros 140 quilômetros, intervalo em que o rio corta o relevo de cuestas da Serra do Amolar e chega quase até à confluência do Rio dos Bugres, na cidade de Barra do Bugres, a 140 metros de altitude, onde se torna um rio de planície.

O segmento fluvial situado entre Barra do Bugres e Cáceres possui 275km de extensão, com largura média de 122 metros e sinuosidade de 2,2, de acordo com RADAM-BRASIL (1982). A bacia de drenagem tem forma assimétrica e a planície fluvial é marcada por um conjunto de lagoas alongadas e canais ativos e subativos que permitem caracte-

rizar o segmento como multicanal, cujo aspecto em imagem orbital assemelha-se ao exibido por canais anastomosados, conforme Silva *et al.* (2007).

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).

Metodologia

A avaliação da mobilidade do canal foi realizada em dois períodos distintos. Para o período entre 1977 e 1981 foram utilizadas imagens MSS dos satélites LANDSAT 2 e 3 da cena 227-071 datadas de 09/07/1977 e de 13/05/1981, com resolução espacial de 80 metros. Para o período entre 2004 e 2006 foram utilizadas imagens CCD (CBERS 2) da cena 117/116 de 18/06/2004 e de 12/07/2006, com resolução de 20 metros.

As imagens foram registradas, o canal foi vetorizado em cada uma das imagens e sua posição foi superposta nos dois diferentes períodos, permitindo assim a verificação das áreas erodidas e depositadas entre 1977 e 1981, e entre 2004 e 2006. O tratamento de imagens foi realizado por meio da utilização do programa ENVI, e os dados obtidos foram trabalhados nos programas Global Mapper e Arc View.

A mobilidade do canal

O tratamento das imagens permitiu verificar as modificações ocorridas no canal do Rio Paraguai nos períodos de 09/07/1977 a 13/05/1981 e de 18/06/2004 a 12/07/2006. O primeiro período abrange um intervalo de tempo em que a descarga fluvial estava alta, tendo como média 633 m³/s, mínima de 261 m³/s e máxima de 2026 m³/s.

O período entre junho de 2004 e julho de 2006 foi um intervalo em que a vazão estava mais baixa, dentro do ciclo de aumento e diminuição da descarga. Nesse período, a vazão média em Cáceres foi de 472m³/s, e os valores mínimos e máximos foram de 195m³/s e 1.716m³/s.

A superposição das imagens de 1977 e 1981 está exibida nas figuras 2, 3 e 4. A análise dos dados de área que serão apresentados deve levar em conta que a resolução espacial das imagens MSS é de 80 metros, o que insere uma considerável margem de erro nos cálculos de área e de largura do canal. Contudo, as comparações são válidas uma vez que estão sendo feitas por meio de dados coletados pelo mesmo instrumento.

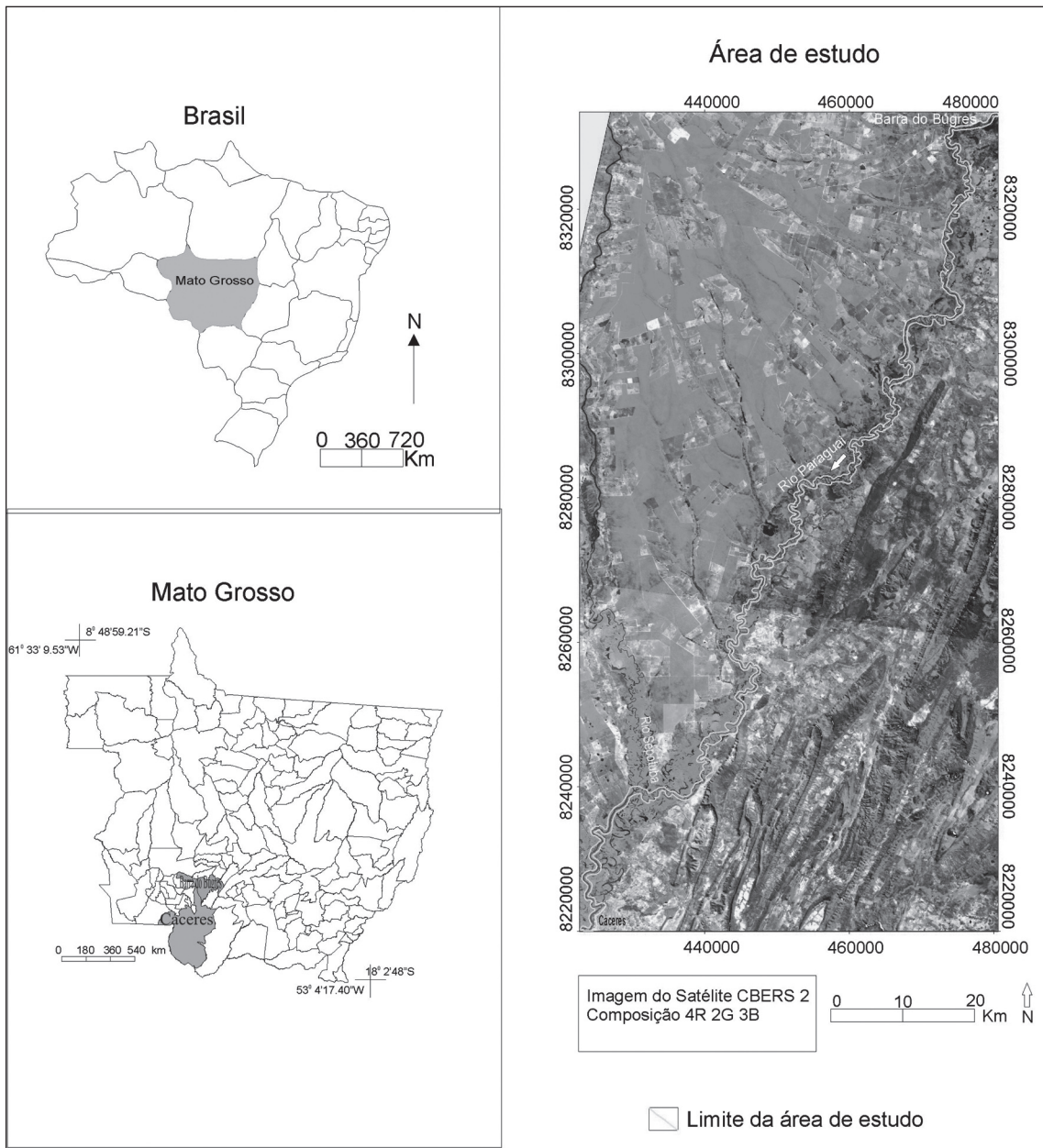


Figura 1 - Localização da área de estudo

O canal na parte superior do segmento estudado (segmento A-B, figura 2) apresentava uma área de 11,8km² em 1977, e passou a ter 11,9km² em 1981. No mesmo período, o perímetro do canal variou de 174km para 168km. Dessa forma, a largura média do segmento aumentou de 135,6 metros para 141,6 metros. O aumento da área do canal e de sua largura média indica que nesse intervalo de quatro anos houve domínio de erosão sobre a deposição.

Na parte média do segmento estudado (segmento B-C, figura 3), o canal possuía uma área de 17,4km² em 1977 e passou a ter 17km², em 1981, indicando, à primeira vista, o

domínio de deposição. Contudo, no mesmo período, o perímetro do segmento diminuiu de 235km para 227km, indicando que a largura média aumentou de 148,1 para 149,8 metros. Nesse caso, também houve domínio da erosão marginal, e a redução da área do canal é explicada pela diminuição de seu comprimento.

Na parte baixa do segmento estudado (segmento C-D, figura 04), a área do canal diminuiu de 13,8km² para 13,3km², enquanto o perímetro diminuiu de 160 para 149km. Dessa forma, a largura média aumentou de 172,5 para 178,5 metros, em 1981, demonstrando mais uma vez, o domínio dos processos erosivos nesse período de tempo.

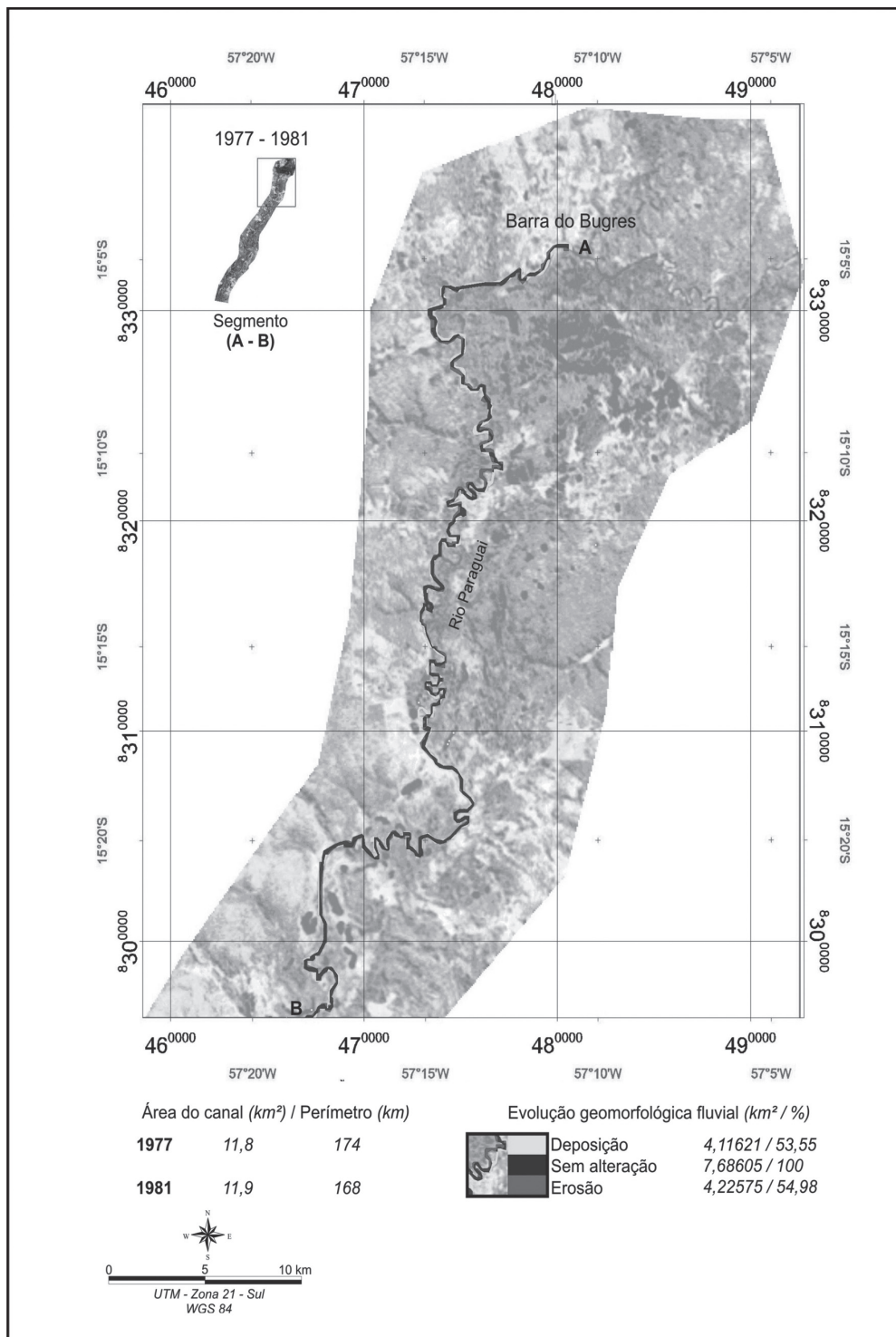


Figura 2 - Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 09/07/1977
 Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 13/05/1981
 Composição colorida (R banda 7, G banda 6 e B banda 5)

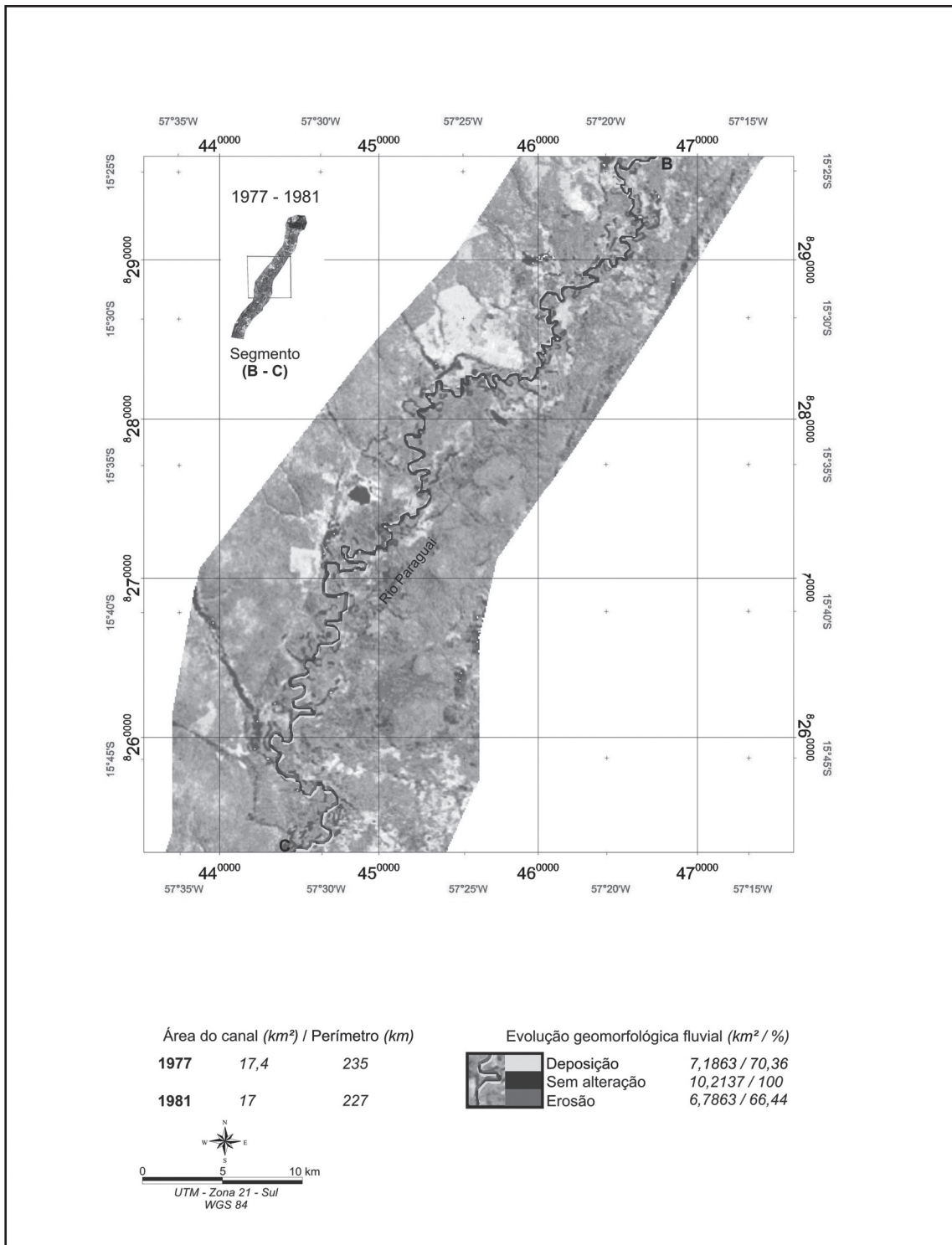


Figura 3 - Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 09/07/1977

Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 13/05/1981

Composição colorida (R banda 7, G banda 6 e B banda 5)

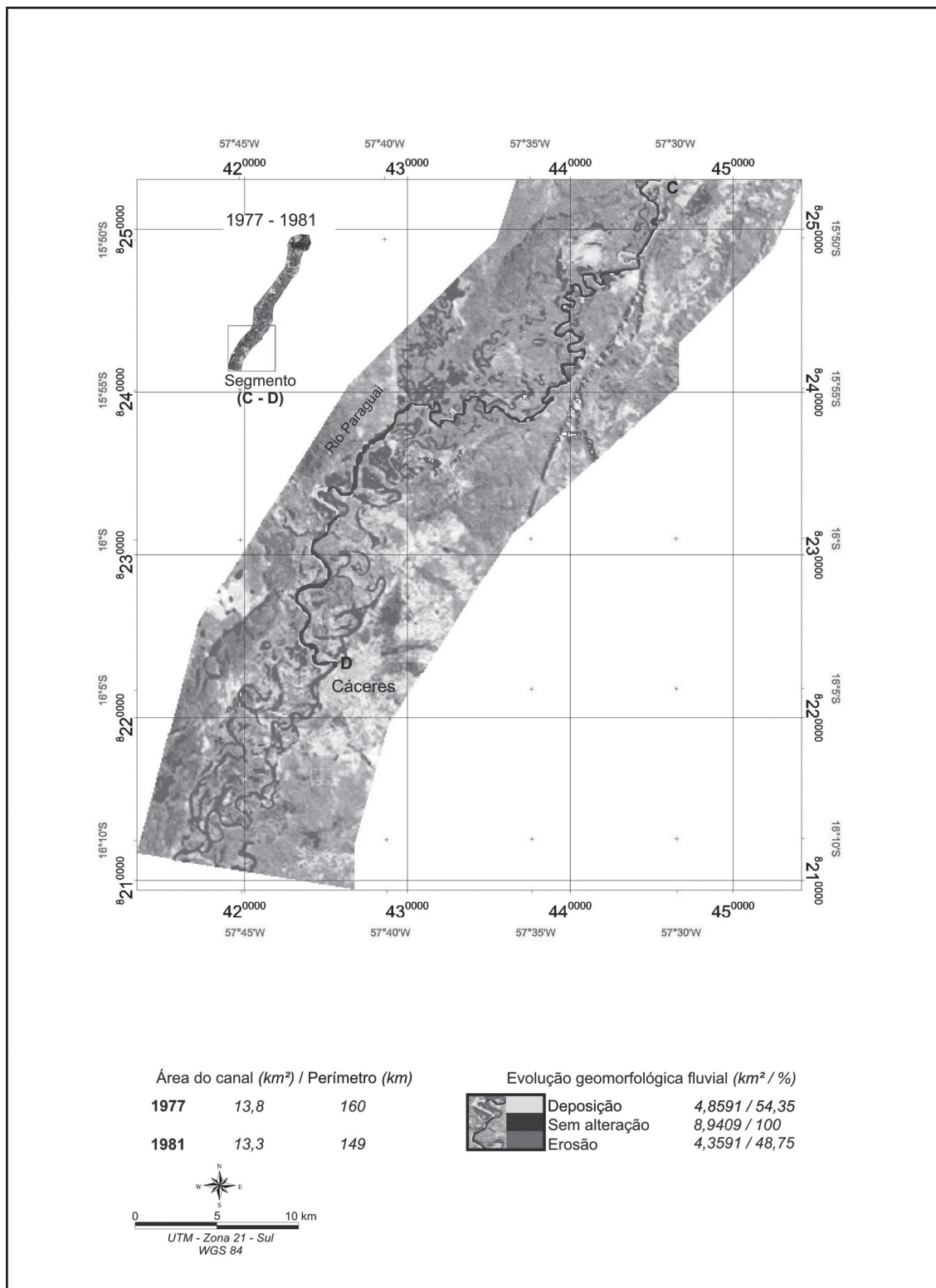


Figura 4 - Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 09/07/1977

Imagem LANSAT 2, sensor MSS órbita 240, pontos 70 e 71 de 13/05/1981

Composição colorida (R banda 7, G banda 6 e B banda 5)

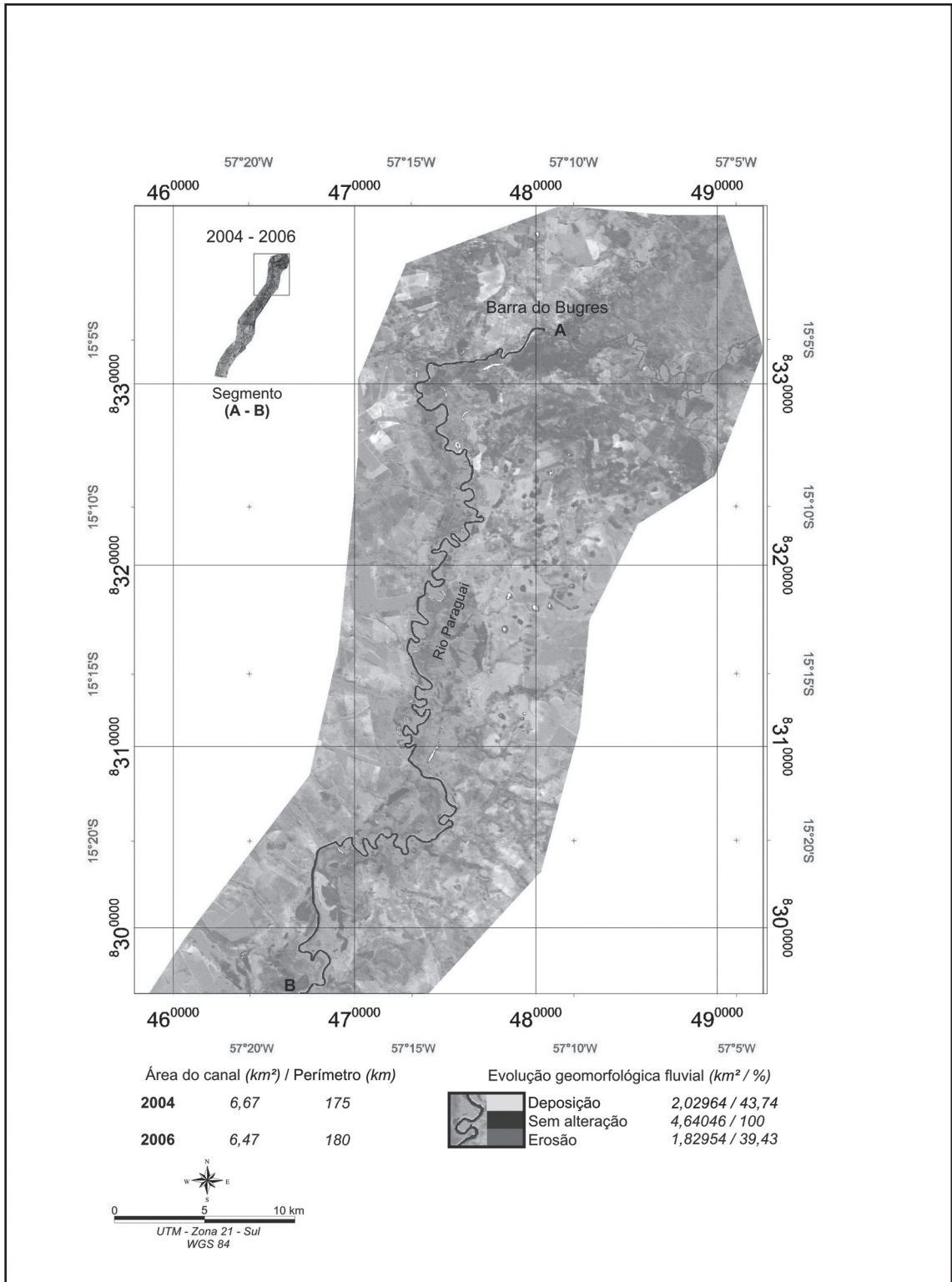


Figura 5 - Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 18/06/2004

Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 12/07/2006

Composição colorida (R banda 3, G banda 4 e B banda 2)

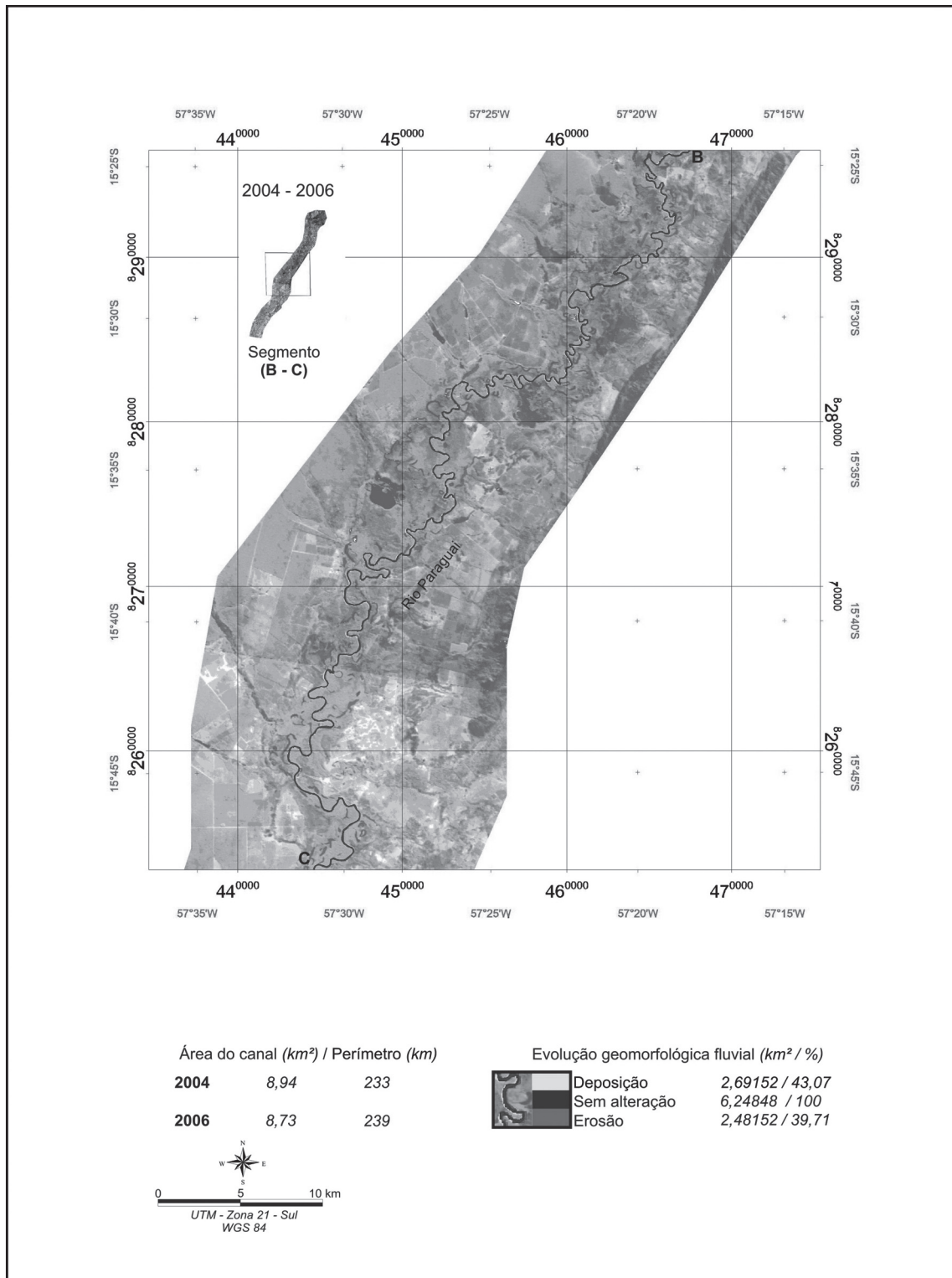


Figura 6 - Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 18/06/2004

Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 12/07/2006

Composição colorida (R banda 3, G banda 4 e B banda 2)

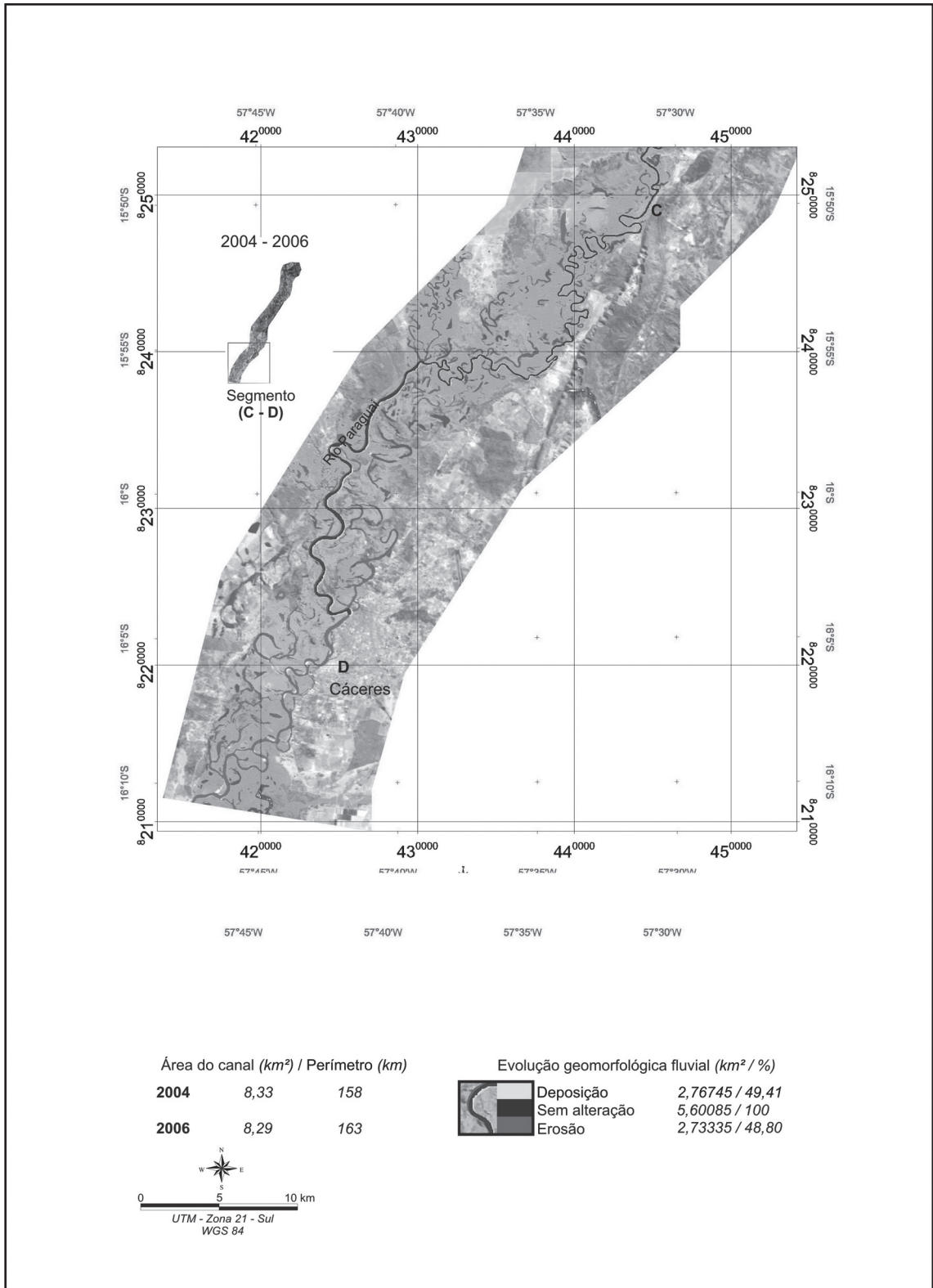


Figura 7 - Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 18/06/2004
 Imagem CBERS, sensor CCD-2-1XS órbita 116, pontos 117 de 12/07/2006
 Composição colorida (R banda 3, G banda 4 e B banda 2)

O segmento como um todo mostrou uma diminuição de área do canal de 43km² para 42,2km², enquanto o comprimento dele (metade do perímetro) diminuiu de 284,5km para 272km. Dessa forma, a largura média de todo o segmento aumentou de 151,5 para 155,1 metros. Uma vez que a distância em linha reta entre a estação de Barra dos Bugres e a de Cáceres (início e final do segmento AD) é de 128,2km, o índice de sinuosidade do canal diminuiu de 2,22 para 2,12.

A redução do comprimento do canal e de sua sinuosidade é explicada por meio da ocorrência de avulsões, ou seja, a criação de um novo canal por meio do corte dos meandros mais desenvolvidos. No período entre 1977 e 1981 tais processos foram comuns ao longo de todo o segmento estudado.

Os valores obtidos, a ocorrência das avulsões e da migração lateral mostram que o canal teve uma considerável mobilidade no período, apresentando processos típicos de rios meandrantes e não de rios anastomosados.

A superposição dos dados obtidos por meio das imagens CCD/CBERS 2 de 2004 e de 2006 mostrou um quadro distinto do apresentado pelo canal fluvial no período anterior, uma vez que não foram observadas áreas com avulsão e a tendência ao alargamento do canal cessou. Nesse caso, o cálculo das áreas e da largura do canal é mais confiável, uma vez que a resolução espacial do sensor é de 20 metros.

Na parte superior do segmento estudado (segmento A-B, Figura 5), o canal possuía uma área de 6,67km² e um perímetro de 175km, em 2004, e passou a ter 6,47km² de área e 180km de perímetro, em 2006. Portanto, sua largura média diminuiu de 76,2 metros para 71,9 metros entre as duas datas, ou seja, o canal reduziu sua largura a uma taxa de 2,15 metros por ano.

Na parte média do segmento estudado (segmento B-C, Figura 6), a área do canal diminuiu de 8,94km² para 8,73km² enquanto o perímetro aumentou de 233km para 239km no período entre 2004 e 2006. Nesse caso, a largura média diminuiu de 76,7 metros para 73 metros, ou seja, o canal sofreu um estreitamento médio de 1,85 metros por ano.

Em sua porção inferior (segmento C-D, Figura 7), no mesmo período, a área do canal diminuiu de 8,33km² para 8,29km², e o perímetro aumentou de 158km para 163km. Dessa forma, a largura média diminuiu de 105,4 para 101,7 metros, a uma taxa de redução média anual de 1,85 metros, tal como o segmento fluvial situado à montante.

O segmento estudado passou por um período de domínio de deposição no intervalo entre 2004 e 2006, uma vez que a área do canal reduziu de 23,94km² para 23,49km², ao mesmo tempo em que o comprimento do canal aumentou de 283 para 291 quilômetros, indicando uma redução da largura média de 84,6 para 80,7 metros (figuras 5, 6 e 7), a uma taxa de 1,95 metros por ano. Ao mesmo tempo, o índice de sinuosidade aumentou de 2,20 para 2,27, indicando que os meandros se expandiram. A comparação entre o período de 1977 e de 1981 e o período de 2004 e 2006 demonstra que, no primeiro período, houve um aumento da área do canal e de sua largura média, isso indica que nesse intervalo de quatro anos houve domínio de erosão sobre a deposição. Já no segundo período (2004-2006), o segmento estudado passou por um período de domínio de deposição, uma vez que houve redução na área do canal.

Conclusão

A abordagem realizada nesse trabalho procurou avaliar as consequências sobre a mobilidade do canal.

No período entre 1977 e 1981 o canal estava sob altos valores de descarga, e um significativo aporte de sedimentos. Nesse intervalo teve seu comprimento diminuído por avulsões, aumentou sua largura, e deslocou-se lateralmente a uma taxa de 8,5% de sua largura média. Tais condições podem ter sido facilitadas pelo assoreamento do canal.

No período de 2004 a 2006, o rio estava sob descargas mais baixas do que no período anterior e sujeito a baixo aporte de sedimentos. Nesse intervalo, o canal aumentou seu comprimento graças a uma mobilidade equivalente a 15,4% de sua largura. Apesar de sua mobilidade, o canal teve sua largura média diminuída, indicando que provavelmente aprofundou seu talvegue e redistribuiu os sedimentos do leito.

A dinâmica do canal em ambos é típica de rios meandrantes e indica uma considerável diferença em relação às feições existentes em sua planície, que são típicas de canais anastomosados.

Referências bibliográficas

- ANA – Agência Nacional de Águas. **Rede hidrometeorológica básica**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 14 de maio de 2004.
- CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- CHOW, V. T. **Handbook of applied hydrology**. New York: McGraw-Hill Company, 1964.
- D'AGOSTINI, L. R. **Erosão o problema mais que o processo**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 131p.
- DNOS **Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai**. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (Relatório Técnico), 1974, 284 p.
- 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 em Geociências)-Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Naturais, Rio Claro, São Paulo, 1990.
- GRIZIO, E. V. et al. **Caracterização da erosão marginal do rio Paraguai entre a cidade de Barra do Bugres a foz do rio Sepotuba**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia tropical e subtropical: processos, métodos e técnicas, 2006, Goiânia/GO, 2006. v. 1, IAG:UGB, 2006, p. 45.
- HOOKE, J. M. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. **Journal of hydrology**, v. 42, 38-72p, 1979.
- RADAMBRASIL. **Levantamentos dos recursos naturais**. Cuiabá - Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21, 1982, 448p.
- RICHARDS, K. Rivers. **Forms and processes in alluvial channels**. New York: Methuen and Co. (Ed.), 1982, 358p.
- SILVA, A. **Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres/MT**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- SILVA, A. et al. **Compartimentação geomorfológica do Rio Paraguai na borda norte do Pantanal Mato-grossense, região de Cáceres/MT**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia, v. 59, n. 59/1, 73-81p, 2007.