

## Mudanças Hidrológicas no Pantanal Associadas a Processos Erosivos e Tectônicos na Bacia do Rio Taquari, MS



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

### **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

### **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

#### **Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Dietrich Gerhard Quast*

*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiral*

Membros

#### **Diretoria-Executiva**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*

Diretores-Executivos

#### **Embrapa Gado de Corte**

*Kepler Euclides Filho*

Chefe-Geral





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-3747

Novembro, 2004

## **Documentos** 145

# **Mudanças Hidrológicas no Pantanal Associadas a Processos Erosivos e Tectônicos na Bacia do Rio Taquari, MS**

Osni Corrêa de Souza<sup>†</sup>  
Maria Ribeiro Araújo  
Naomi Ussami  
Shimeles Fisseha  
Luciano Konzen

Campo Grande, MS  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Corte**

Rodovia BR 262 Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS  
Caixa Postal 154

Fone: (67) 368 2064

Fax: (67) 368 2180

<http://www.cnpqg.embrapa.br>

E-mail: [sac@cnpqg.embrapa.br](mailto:sac@cnpqg.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Ivo Martins Cezar*

Secretário-Executivo: *Mariana de Aragão Pereira*

Membros: *Antonio do Nascimento Rosa, Arnildo Pott, Cacilda Borges do Valle, Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima, Lúcia Gatto, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Mariana de Aragão Pereira, Rodiney de Arruda Mauro, Tênisson Waldow de Souza*

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Revisor de texto: *Lúcia Helena Paula do Canto*

Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*

Foto da capa: *Osni Corrêa de Souza*

Capa: *Paulo Roberto Duarte Paes*

Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

**1ª edição**

1ª impressão (2004): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Gado de Corte.

---

Mudanças hidrológicas no Pantanal associadas a processos erosivos e tectônicos na Bacia do Rio Taquari, MS / Osni Corrêa de Souza... [et al.]. -- Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2004.

26 p. ; 21 cm. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 145)

ISBN 85-297-0181-X

1. Geomorfologia. 2. Geologia. 3. Hidrologia. 4. Bacia hidrográfica. 5. Erosão. 6. Rio Taquari. 7. Pantanal. 8. Brasil. I. Souza, Osni Corrêa de. II. Araújo, Maria Ribeiro. III. Ussami, Naomi. IV. Fisseha, Shimeles. V. Konzen, Luciano. VI. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). VII. Título. VIII. Série.

CDD 551.41 (21. ed.)

---

© Embrapa 2004



# **Autores**

## **Osni Corrêa de Souza<sup>†</sup>**

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA Nº 2.053/D-SP,  
Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa  
Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio  
eletrônico: osni@cnpqc.embrapa.br

## **Maria Ribeiro Araújo**

Engenheira-Agrônoma, Ph.D., CREA Nº 431/D-RJ,  
Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa  
Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio  
eletrônico: mribeiro@cnpqc.embrapa.br

## **Naomi Ussami**

Geofísica, Ph.D., Universidade de São Paulo – USP,  
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências atmosféricas,  
Departamento de Geofísica, Rua do Matão 1.266,  
Butantã, 05508-900 São Paulo, SP. Correio eletrônico:  
naomi@iag.usp.br

## **Shimeles Fisseha**

Geofísico, Ph.D., Pós-doutorando no Instituto Nacional  
de Pesquisas Espaciais – Inpe, Caixa Postal 515,  
12227-900 São José dos Campos, SP. Correio eletrônico:  
shimeles@dge.inpe.br

**Luciano Konzen**

Geofísico, M.Sc., DK-Geo, Rua N. S. Aparecida, 235,  
18530-000 Tietê, SP. Correio eletrônico:  
lukonzen@uol.com.br



# Agradecimentos

Ao autor principal, nosso colega, amigo e companheiro Osni Corrêa de Souza que encaminhou este trabalho para publicação antes de nos deixar prematuramente. Seu legado científico servirá de inspiração para futuras pesquisas na região, que serão continuadas pela equipe que trabalhou sob sua liderança e teve o privilégio de conviver com um cientista sério e preocupado com as questões do Pantanal e do Taquari.

Os dados apresentados na Figura 9 resultaram do auxílio à pesquisa concedido pela Fapesp (Processo 1999/12690-2).





# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>9</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>Processos erosivos na alta Bacia do Taquari e conse- qüências ambientais .....</b>	<b>13</b>
<b>Mudanças hidrológicas do rio Taquari no Pantanal .....</b>	<b>17</b>
Influência da geomorfologia do leque aluvial do Taquari nas mudanças hidrológicas .....	17
Influência neotectônica nas mudanças hidrológicas do rio Taquari na planície pantaneira .....	19
<b>Implicações para a hidrologia do Pantanal .....</b>	<b>23</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>25</b>





# Mudanças Hidrológicas no Pantanal Associadas a Processos Erosivos e Tectônicos da Bacia do Rio Taquari, MS

*Osni Corrêa de Souza<sup>†</sup>*

*Maria Ribeiro Araújo*

*Naomi Ussami*

*Shimeles Fisseha*

*Luciano Konzen*

## Resumo

Nas últimas décadas, grandes áreas de Cerrados de Mato Grosso do Sul foram convertidas em sistemas produtivos agrícolas e pastoris, sem a devida observância do potencial de utilização das terras. Com o tempo, algumas regiões, como a Bacia do Rio Taquari, passaram a apresentar problemas ambientais de grandes proporções em resposta a processos erosivos, cuja evolução progressiva sugere ineficiência dos sistemas de manejo visando à conservação ambiental. Os processos erosivos, estabelecidos na região de planaltos da alta Bacia do Rio Taquari, manifestam-se em escalas temporal e espacial ainda não inteiramente compreendidas e consideradas. Há falta de estudos sobre a erosão fluvial, principalmente em cabeceiras de drenagem, que acumulam grandes quantidades de materiais nas calhas dos rios da alta Bacia, cujos depósitos passam a funcionar como fonte de materiais disponíveis para transporte para o Pantanal. Mudanças hidrológicas na região baixa do leque aluvial do Taquari, com inundações permanentes em grandes áreas, são uma resposta ambiental de larga escala, cuja causa está associada a processos de intensificação da erosão na região de planaltos da alta Bacia do Rio Taquari e aumento da taxa de transporte de materiais arenosos para a planície pantaneira. O transporte e a deposição de sedimentos no leito do rio Taquari, ou seja, os assoreamentos, forçam o ajuste morfológico da calha do rio incluindo a abertura de canais divergentes, os "arrombados", que permitem inundações permanentes em grandes áreas que eram de utilização pela pecuária pantaneira. Entretanto, estudos geofísicos e de sensoriamento remoto recentes indicam que essas mudanças hidrológicas,

verificadas no baixo curso do rio Taquari, apresentam um padrão espacial de ocorrência e podem estar associadas ao neotectonismo, ou seja, a movimentação do embasamento no segmento do rio onde se concentram os arrombamentos de margens. O presente trabalho tem como objetivo apresentar novos dados que sugerem que, além de processos antropogênicos, processos geológicos naturais contribuem para aumentar a instabilidade dos ecossistemas da região de Cerrados e Pantanal em Mato Grosso do Sul. Um melhor conhecimento da importância relativa desses processos é fundamental no planejamento do uso e manejo de solos na Bacia do Rio Taquari.

**Termos para indexação:** leque aluvial, erosão, geomorfologia, geologia, sensoriamento remoto, geofísica.



# Hydrological Changes in the Pantanal Associated to the Erosive and Tectonic Processes of the Taquari River Basin, MS

## Abstract

*In the last decades, large areas of the Brazilian Savannas in the State of Mato Grosso do Sul were deforested and converted into productive agriculture systems and pasturelands without considering the land use potential. As a result, some regions, as the Taquari basin, developed large-scale environmental problems in response to erosive processes whose evolution in time suggests lack of efficiency of the management efforts toward the ecosystem conservation. The erosive processes of the upper Taquari River watershed do occur in temporal and spatial scales not yet well understood and considered. There is not enough information about the fluvial erosion processes occurring mainly at first order streams. The fluvial erosion delivers a large amount of sediments downstream in the river valleys, transforming the upper Taquari River watershed in a regional source of materials available for transference to the Pantanal. The hydrological changes and permanent floodplain flooding of large lowland areas of the alluvial fan of Taquari are the major environmental response of the Pantanal to the causes apparently associated only with the anthropogenic disturbances of the upper Taquari River watershed. The intensification of erosion processes, allows for increasing rate of sediment transference to the Pantanal. The sediment deposition within Taquari River channel in the Pantanal determines a continuous morphologic adjustment of the river channel including the over bank flow through distributing channels which contribute to permanent flooding in large areas of the Pantanal. However, recent geophysical and remote sensing studies indicates that these hydrological changes in the lowlands of Pantanal*



*occur in a well defined spatial pattern suggesting that a neotectonic control, that is, to movement of the basement since the reach of the river more subjected to over bank flow and channel avulsion seems to be located over a subsidizing region of the Pantanal. Therefore, this document is intended to bring to light the processes both natural and anthropogenic which tend to increase the instability of ecosystems of as the Cerrado and the Pantanal in the State of Mato Grosso do Sul. In order to improve the use and occupation of Taquari River basin, it is crucial know the relative importance of this processes.*

**Index terms:** *alluvial fan, erosion, geomorphology, geology, remote sensing, geophysics.*

## Introdução

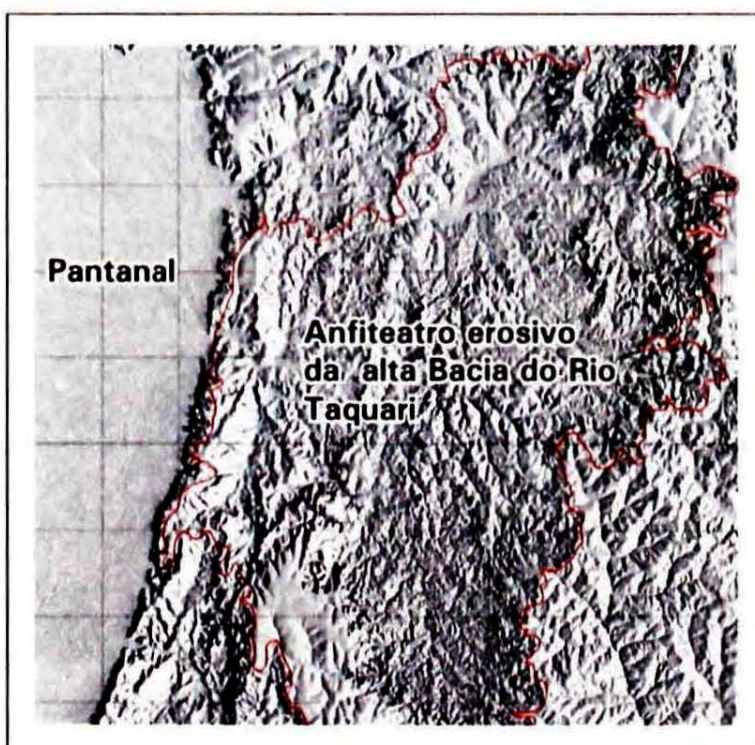
Mudanças no comportamento hidrológico das águas de inundação no Pantanal são geralmente associadas a uma resposta direta aos distúrbios externos provocados pela expansão da fronteira agrícola nas terras altas de Cerrados periféricas ao Pantanal. Estudos recentes no rio Taquari, entretanto, adicionam alguns fatores que contribuem, sobremaneira, para a compreensão da mudança no regime de inundações em áreas cada vez maiores da planície pantaneira. A intensificação de processos erosivos em bacias hidrográficas de rios, que formam o complexo de leques aluviais do Pantanal, iniciou-se há algumas décadas, com a utilização das terras de planaltos periféricos pela agropecuária. Na alta Bacia do Rio Taquari, a transferência de grandes quantidades de sedimentos para as calhas dos rios forma planícies de inundação que passam a funcionar como depósitos de materiais, os quais são lentamente transferidos para o Pantanal pelo trabalho do rio Taquari. No Pantanal, os materiais em transporte fluvial têm forte tendência de deposição em função da redução do desnível longitudinal da superfície da planície pantaneira. Os depósitos de areia na calha do rio funcionam como agentes de redução da capacidade hidráulica e provocam ajustes morfológicos constantes nos perfis transversal e longitudinal do rio. Esses ajustes incluem mudanças constantes na conformação dos meandros pela deposição progressiva em pontos convexos associados à erosão de margens do lado côncavo oposto, formação de ilhas de deposição e meandros abandonados, e extravasamento de água pelas margens formando planícies permanentemente inundadas. Estudos recentes, utilizando dados de sensoriamento remoto e geofísico, sugerem que esses ajustes morfológicos da calha do Taquari obedecem a um padrão evolutivo concordante com variações geomórficas da superfície



do leque aluvial sobre o qual o rio flui, as quais representam formas relictas da evolução temporal da deposição sedimentar seletiva associada à movimentação tectônica de subsuperfície (Ussami et al., 1999). Neste documento, portanto, procuramos avançar a discussão dos processos pelos quais grandes áreas da planície pantaneira do leque aluvial do rio Taquari estão sofrendo mudanças hidrológicas, tal como o aumento de áreas inundadas com efeitos marcantes na atividade pecuária pantaneira, que depende de pastagens naturais para o seu desenvolvimento.

## **Processos erosivos na alta Bacia do Taquari e conseqüências ambientais**

A alta Bacia do Rio Taquari, com área de aproximadamente 28.000 km<sup>2</sup> (Oliveira et al., 1998), apresenta alta predisposição erosiva, em função de algumas características geomórficas e geológicas. Considerando a geomorfologia de larga escala, a alta Bacia do Taquari pode ser representada por um anfiteatro erosivo (Fig. 1) de onde saíram os materiais que, transportados e depositados no Pantanal por esse rio, ao longo de milhares de anos, construíram o leque aluvial do Taquari. Em termos geológicos, essa Bacia apresenta predominância de embasamento rochoso sedimentar, tais como arenitos das formações Bauru, Aquidauana, Botucatu e Furnas (Brasil, 1982), com solos predominantemente arenosos.



**Fig. 1.** Imagem de relevo sombreado do anfiteatro erosivo da alta Bacia do Rio Taquari obtida por modelagem de dados topográficos Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM.  
Fonte: Rabus et al., 2003.



A menor resistência erosiva desses solos, associada a um regime climático estacional, é o principal fator responsável pela predisposição erosiva dessa região. A condição de maior predisposição erosiva da alta Bacia do Taquari (PCBAP, 1997) sugere sua inclusão como região crítica de Mato Grosso do Sul. Consideramos a condição de região crítica em função da vulnerabilidade das terras a processos de degradação ambiental, cujos efeitos são perceptíveis em escala local e regional. Em escala local, a utilização intensiva das terras, principalmente pela pecuária, reduz a capacidade produtiva dos solos e favorece o aparecimento de processos erosivos tanto nos sistemas produtivos das encostas como nas drenagens, com alteração da morfologia das calhas dos rios. Além disso, provocam a fragmentação da vegetação com efeitos negativos na manutenção da biodiversidade regional (Araújo & Souza, 2003). Em escala regional, os processos erosivos da alta Bacia acumulam grandes quantidades de sedimentos na forma de planícies de inundação nas calhas dos rios (Fig. 2).

Foto: Osni Corrêa de Souza



Fig. 2. Formação de planície de inundação com acúmulo de sedimentos arenosos em um trecho do córrego Mandioca, Camapuã, MS, na alta Bacia do Rio Taquari.



Esses depósitos são fonte não limitada de materiais disponíveis para o transporte fluvial desse ecossistema de Cerrados para outro ecossistema, o Pantanal.

Os sedimentos transportados para o Pantanal são depositados ao longo do rio Taquari provocando desajustes no equilíbrio morfológico do rio e mudanças hidrológicas em áreas significativas da planície pantaneira.

Ao longo de milhares de anos, a erosão nos Cerrados da alta Bacia do Rio Taquari e o transporte de sedimentos para o Pantanal foram agentes naturais da evolução geomórfica e geológica do Pantanal e da sua região periférica de influência. Entretanto, a partir da década de 1970, com a incorporação dessa Bacia ao processo produtivo agropecuário, sem a consideração de ajuste entre o uso atual e potencial das terras, houve intensificação dos processos erosivos e, conseqüentemente, aumento na taxa de transferência de sedimentos para o Pantanal. Esse fato tem sido evidenciado pelo desequilíbrio morfológico da calha do rio Taquari no Pantanal, causado por assoreamentos.

A erosão das terras da alta Bacia do Rio Taquari pode ser visualizada em escalas e processos diferentes. A maioria dos estudos dos problemas erosivos dessa e de outras regiões é referente à escala compatível com um sistema de produção, onde o escoamento superficial da água de chuva é o fator responsável pela erosão dos solos (D'Agostini, 1999; Mato Grosso do Sul, 1989). Estudos referentes ao potencial de perda de solos, dentro de princípios conservacionistas, apesar de servirem de base para a compreensão do estado de degradação de áreas com atividades agropecuárias, não servem para dimensionar processos erosivos que se manifestam em escalas temporais e espaciais maiores. A exemplo, a evolução geomórfica da alta Bacia do Taquari é dependente temporal de processos erosivos fluviais que alteram a morfologia dos canais de drenagem por processos de deposição ou erosão da calha dos rios e de processos de expansão encosta acima da drenagem de córregos de primeira ordem, formando voçorocas, as quais mobilizam grandes quantidades de subsolo, depositados a jusante dos rios, geralmente na forma de planícies de inundação.

Na região da alta Bacia do Rio Taquari, as erosões concentradas, tipo voçorocas, geralmente, se desenvolvem a partir de mudanças do ciclo hídrico subterrâneo em microbacias de primeira ordem. A concentração de fluxo subsuperficial, em pontos localizados nas partes mais baixas do relevo, inicia o processo de solapamento do subsolo que progride encosta acima, abrindo valas que podem



alcançar grandes dimensões (Avelar et al., 1992). Considerando a independência temporal, esse processo de erosão concentrada, tipo voçoroca, provoca a degradação ambiental. Essa situação é comum em várias regiões onde cabeceiras de drenagem têm sido desmatadas e utilizadas intensamente como pastagens cultivadas (Fig. 3). Entretanto, se se considerar a dependência temporal, na escala de centenas ou milhares de anos, esse processo passa a ser um agente de construção geomórfica regional, onde uma nova feição de relevo é gradativamente formada a partir do processo de aprofundamento do vale de drenagem de rios, em especial em locais próximos a nascentes. Em algumas condições, esse trabalho de construção geomórfica aparece de forma independente do uso da terra, conforme pode ser visto na Fig. 4.

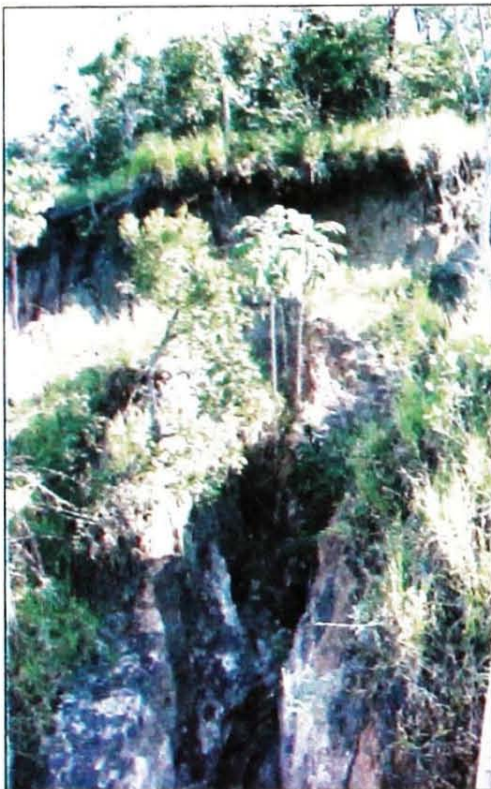


Foto: Osni Corrêa de Souza



**Fig. 3.** Exemplos de voçorocas em áreas de pastagens no município de Camapuã, MS, na alta Bacia do Rio Taquari.

Portanto, os processos erosivos da alta Bacia do Rio Taquari são, primariamente, vinculados à evolução geomórfica natural de expressão regional, cujo equilíbrio foi alterado pela ação antrópica. Desta forma, o aumento de materiais nas calhas dos rios, associado à capacidade de transporte fluvial, coloca a alta Bacia do Rio Taquari como fonte ilimitada de materiais sedimentares para o Pantanal.





Foto: Osni Corrêa de Souza



Fig. 4. Exemplos de voçorocas em área de Cerrados com cobertura vegetal original, no município de Camapuã, MS.

## Mudanças hidrológicas do rio Taquari no Pantanal

A percepção atual sobre os problemas do Pantanal é de que as mudanças hidrológicas, na forma de inundações de grandes áreas da planície de inundação do leque aluvial do Taquari, sejam a resposta ambiental mais evidente aos distúrbios antropogênicos modernos, desencadeados nessa bacia a partir da década de 1970. Entretanto, estudos recentes indicam que essas mudanças hidrológicas no baixo leque aluvial do Taquari, no Pantanal, podem representar a resposta combinada de efeitos antropogênicos e efeitos estruturais locais, ou seja, neotectônicos.

### Influência da geomorfologia do leque aluvial do Taquari nas mudanças hidrológicas

A entrada de sedimentos no Pantanal, via rio Taquari, desencadeia uma série de processos de deposição e retrabalhamento sedimentar, cuja intensidade é dependente da variação anual da descarga, impulsionada pela estacionalidade climática regional. A conformação geomórfica superficial do leque aluvial também imprime variação no comportamento hidrológico do rio Taquari.



Em seu primeiro trecho dentro do Pantanal, o rio Taquari assume um comportamento meandrante. Nesse trecho, o rio e sua planície de inundação permanecem encaixados em um vale que foi escavado na porção proximal mais elevada do leque aluvial do Taquari. Ao longo desse trecho, a deposição e retrabalhamento sedimentar resultam em várias feições fluviomórficas que são constantemente modificadas. São comuns as ilhas de deposição, as barras de deposição progressiva, os meandros abandonados e os canais de planície de inundação (Fig. 5). Nesse trecho, o rio não apresenta tendência de ruptura de margens, mantendo um regime hídrico variável de cheias e seca, de acordo com a estacionalidade climática regional.

Foto: Osni Corrêa de Souza

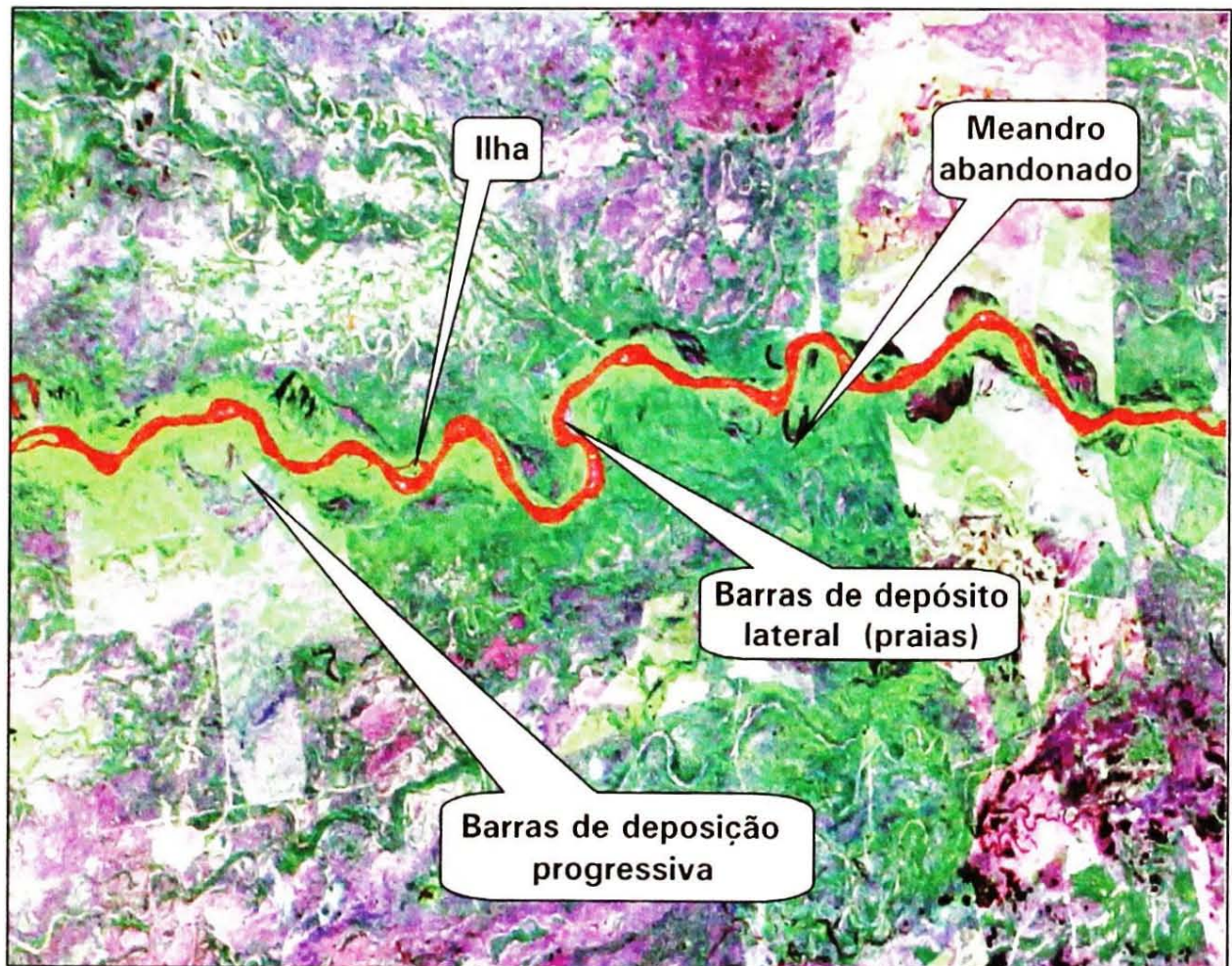


Fig. 5. Imagem Landsat 7 ETM, mostrando a seção meandrante do rio Taquari no Pantanal. Em evidência as formações morfológicas do rio e a planície de inundação.



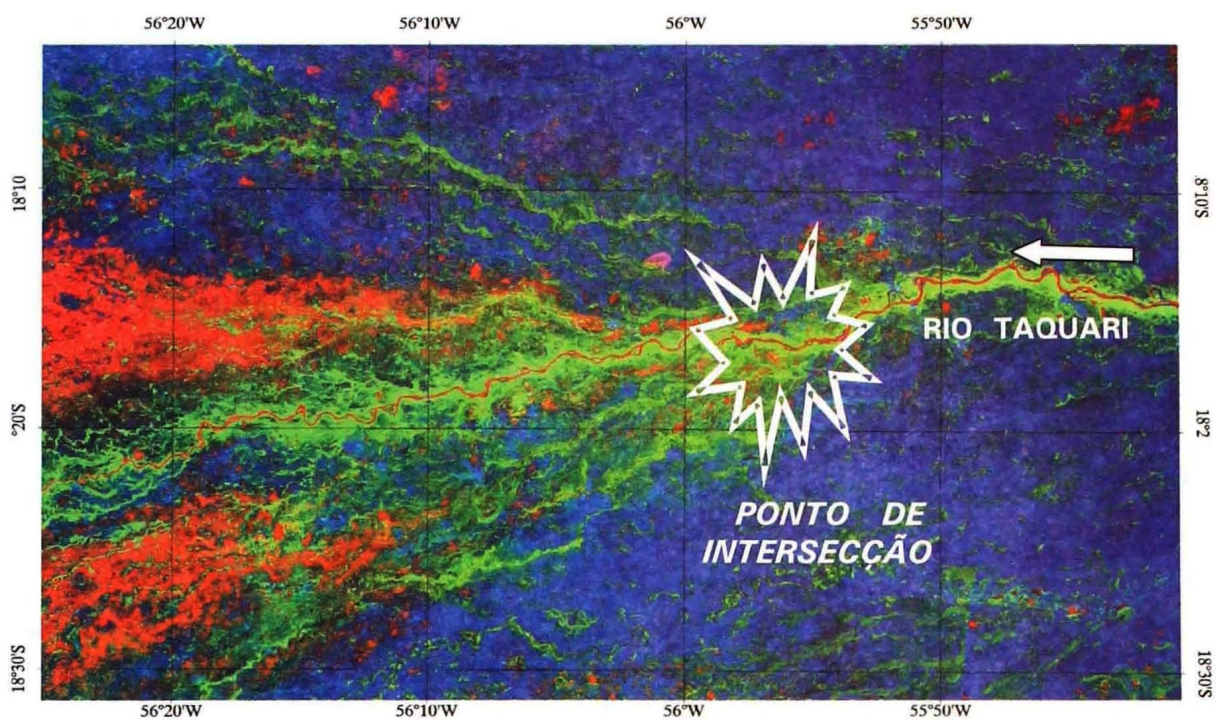
O maior problema de mudanças hidrológicas do rio Taquari aparece após um ponto chamado de ponto de intersecção, onde o nível de água do rio permanece acima do nível topográfico da planície de inundação (Souza et al., 2002). Nesse trecho, localizado na porção distal do leque aluvial, o rio assume um comportamento anastomosado onde é cada vez mais freqüente a abertura de canais laterais (os arrombados), por onde a água de extravasamento do rio pelas margens forma planícies de inundação, mantendo alagadas grandes áreas comumente utilizadas como pastagens naturais.

Na parte distal do leque aluvial, chamada de baixo Taquari, o baixo desnível topográfico permite a deposição do excesso da carga sedimentar em transporte pelo rio, ou seja, a carga sedimentar que ultrapassa a capacidade de transporte do rio em qualquer nível de descarga. Como a deposição é feita preferencialmente ao longo do leito, há uma redução da capacidade hidráulica, isto é, da capacidade de fluxo do canal, o que permite freqüentes escapes de água pelas margens, os quais, dependendo da energia do fluxo, podem evoluir para canais permanentes que dispersam a água para a planície de inundação.

## **Influência neotectônica nas mudanças hidrológicas do rio Taquari na planície pantaneira**

A evolução das mudanças hidrológicas do rio Taquari foi acompanhada durante os períodos de 1990, 1995 e 2001, usando imagens de satélite Landsat TM e ETM. A classificação das imagens de anos diferentes, usando análise de mistura espectral (Adams, 1989; Mertes et al., 1993), revelou que os arrombamentos de margens e a tendência de formação de canais divergentes, que drenam a água do rio Taquari para a planície de inundação, acontecem sempre próximo ao ponto de intersecção, conforme se pode ver nas imagens classificadas das Fig. 6, 7 e 8. Nessas figuras, o ponto de intersecção aparece em destaque, a área em vermelho é água suja do rio que adentra a planície de inundação, e forma corpos de água, os quais, na imagem de 2001, denotam inundação permanente.

Esse comportamento hidrológico verificado por dez anos indica que há uma perda brusca de direção preferencial de fluxo do rio Taquari em posição definida da superfície do leque aluvial, cujo padrão não parece estar associado unicamente ao transporte e deposição de sedimentos.



**Fig. 6.** Imagem resultante de classificação usando o método de mistura espectral. O vermelho representa a água com sedimentos do Taquari. O verde representa a vegetação com fotossíntese ativa. O azul representa pastagens secas e solo descoberto. Cores intermediárias representam proporções diferentes dos elementos água suja, vegetação ativa e solo + vegetação seca, no Pantanal. Imagem Landsat TM 5, de 2 de agosto de 1990.



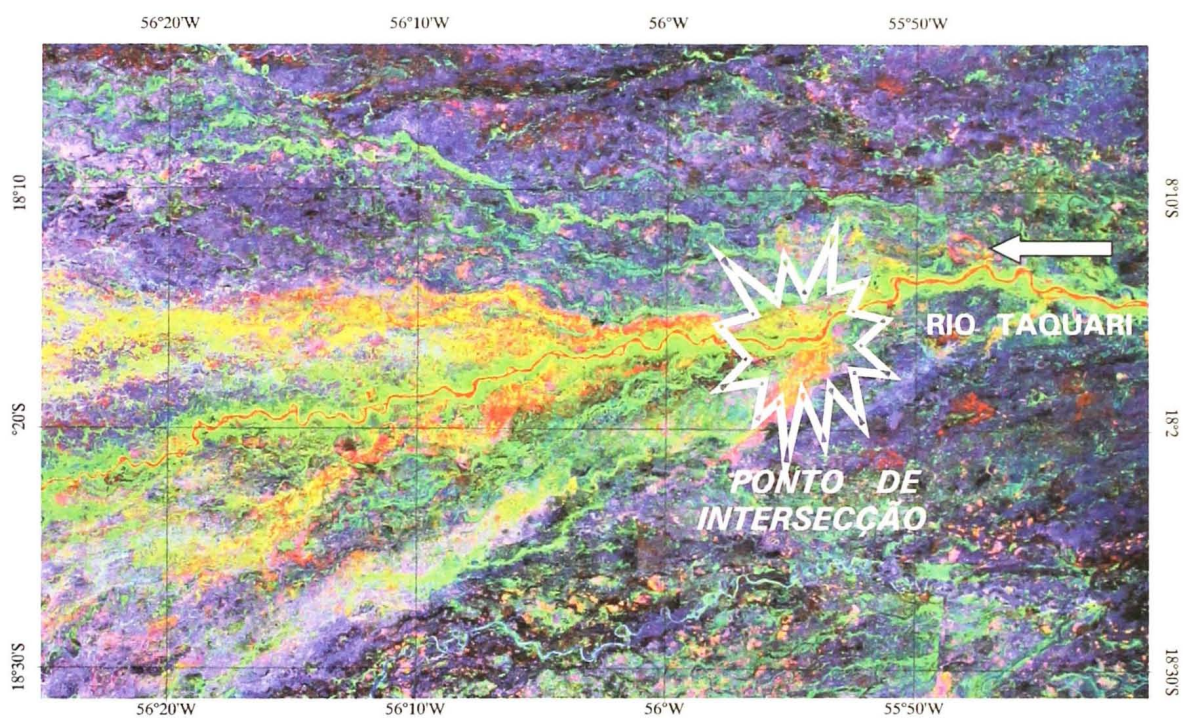


Fig. 7. Imagem resultante de classificação usando o método de mistura espectral. O vermelho representa a água com sedimentos do Taquari. O verde representa a vegetação com fotossíntese ativa. O azul representa pastagens secas e solo descoberto. Cores intermediárias representam proporções diferentes dos elementos água suja, vegetação ativa e solo + vegetação seca, no Pantanal. Imagem Landsat TM 5, de 26 de abril de 1995.

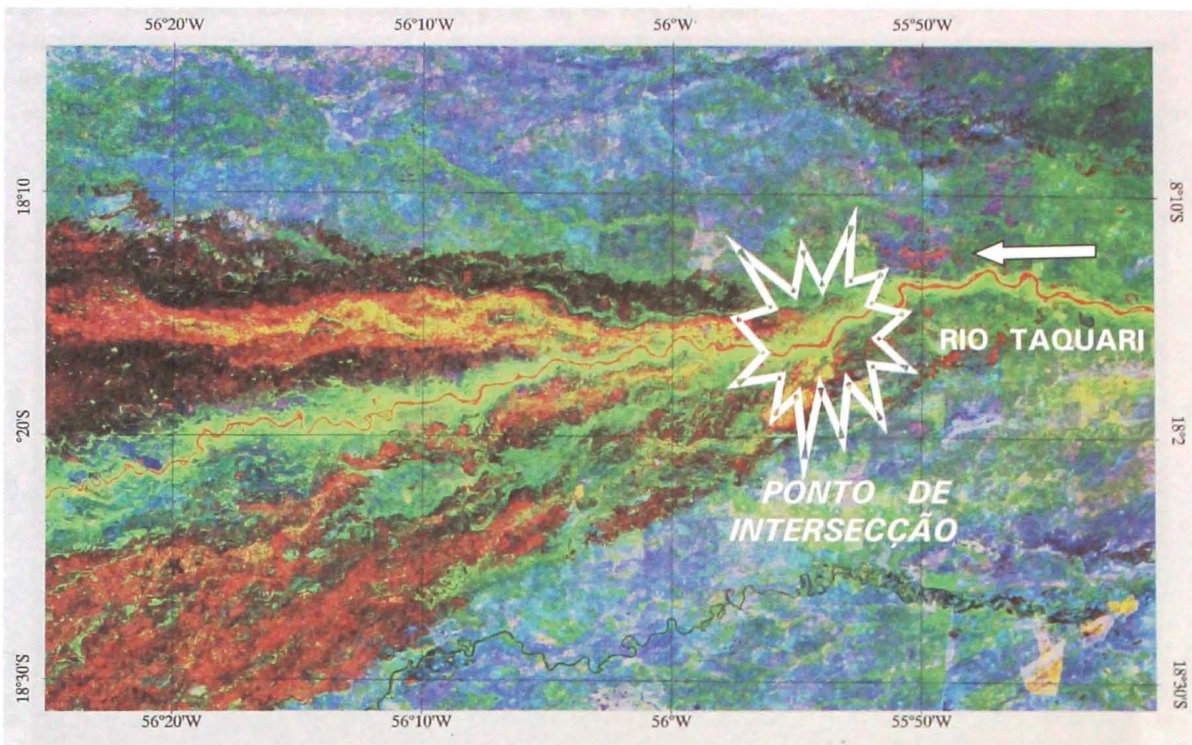


Fig. 8. Imagem resultante de classificação usando o método de mistura espectral. O vermelho representa a água com sedimentos do Taquari. O verde representa a vegetação com fotossíntese ativa. O azul representa pastagens secas e solo descoberto. Cores intermediárias representam proporções diferentes dos elementos água suja, vegetação ativa e solo + vegetação seca, no Pantanal. Imagem Landsat ETM 7, de 5 de junho de 2001.



Considerando-se que o leque aluvial do rio possui declividade muito baixa, principalmente após a sua região mediana (Souza et al., 2002), pode-se presumir que mínimas variações locais da topografia poderiam funcionar como condicionantes do processo de extravasamento de água pelas margens. Uma das possibilidades de compreensão desse processo é que essa região estaria sujeita a fatores geológicos estruturais, tais como o neotectonismo do embasamento pré-cambriano do arcabouço geológico que forma o Pantanal.

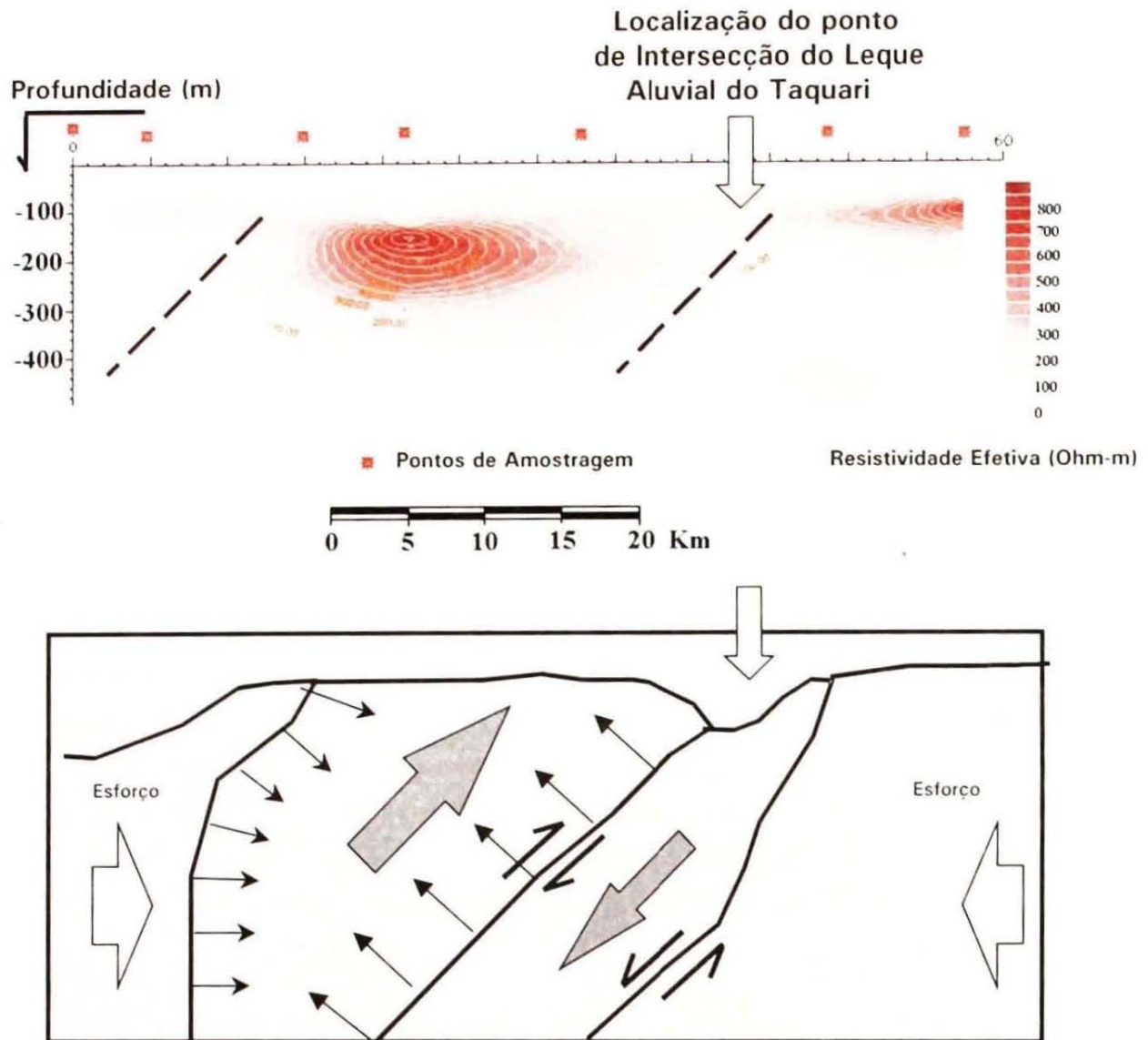
Análises de modelos gerados a partir de sondagens eletromagnéticas e estações gravimétricas instaladas na região mediana do leque aluvial do Taquari, incluindo a região do ponto de intersecção (Fisseha et al., 2002; Kozen, 2003), evidenciam diferenças litológicas no interior do embasamento pré-cambriano. Segundo essas informações, o embasamento geológico do Pantanal possui falhas sub-horizontais, com mergulho para Oeste. O esforço compressional na direção E-W, a que a região está submetida, provoca soerguimento e subsidência de diferentes blocos no interior do embasamento, conforme modelo apresentado na Fig. 9. O soerguimento de um grande bloco na região, onde os arrombamentos são evidentes, pode estar alterando sobremaneira a continuidade do declive do rio e provocando a perda de direção preferencial do fluxo do rio Taquari, o que favorece os arrombamentos de margens e, portanto, as mudanças hidrológicas do baixo Taquari.

## **Implicações para a hidrologia do Pantanal**

Os problemas ambientais de grande parte do Estado de MS, especialmente as regiões de pastagens nos planaltos que apresentam potencial de influência nas mudanças hidrológicas do Pantanal, como a região do Alto Taquari, estão associados a processos erosivos cuja escala temporal e espacial de ocorrência ainda não têm sido devidamente consideradas.

Processos erosivos fluviais, abrangendo sub-bacias hidrográficas, refletem o efeito combinado de causas naturais, ocorrendo há milhares de anos, e causas antropogênicas, ocorridas em três décadas de uso das terras. Portanto, consideramos de importância fundamental o desenvolvimento de estudos visando à aplicação de ações efetivas para reduzir a taxa de transporte fluvial de sedimentos da alta Bacia para o Pantanal.





**Fig. 9.** Acima: Perfil TDEM (Eletromagnético no Domínio do Tempo) ao longo da seção onde se concentram os arrombamentos do rio Taquari, mostrando uma discontinuidade na resistividade efetiva que denota discontinuidade no embasamento pré-cambriano que se prolonga pelo pacote de sedimentos da Formação Pantanal. O mergulho das falhas é para Oeste (Figura adaptada de Fisseha et al., 2002). Abaixo: Diagrama esquemático do cavalgamento entre blocos baseado em modelo gravimétrico direto do perfil Taquari. As setas maiores indicam deslocamento de blocos (Figura adaptada de Kozen, 2003). As setas brancas horizontais representam o esforço compressional E-W regional sobre a placa da América do Sul (Assumpção, 1992).

A indicação de que as mudanças hidrológicas, com inundações permanentes verificadas principalmente na região do baixo Taquari, sejam por efeito estrutural de neotectonismo associado a um excesso de carga sedimentar em transporte pelo rio Taquari pode significar uma alteração irreversível do equilíbrio dinâmico desse sistema fluvial, cuja magnitude de processos permite a intensificação da evolução geomórfica e hidrológica do ecossistema Pantanal.

## Referências bibliográficas

ADAMS, J. B.; SMITH, M. O.; GILLESPIE, A. R. Simple models for complex natural surfaces: a strategy for the hyperspectral era of remote sensing . Proc. IEEE, Int. Geosci. Remote Sensing Symp., p. 16-21. 1989.

ARAÚJO, M. R.; SOUZA, O. C. Fragmentação florestal e a degradação das terras. In: COSTA, R. B. (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. p. 113-138.

ASSUMPCÃO, M. S. The regional intraplate stress in South America. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 97, p. 11889-11903, 1992.

AVELAR, S. A.; COELHO NETO, A. L. Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas concavas no médio vale do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 222-227, 1992.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.21 Corumbá. Rio de Janeiro, 1982. (Levantamento dos Recursos Naturais, v. 27).

D'AGOSTINI, L. R. **Erosão, o problema mais que o processo**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1999, 131 p.

FISSEHA, S.; USSAMI, N.; PADILHA, A. L. Preliminary results of AMT soundings in the Pantanal wetland basin, SW Brazil. In: WORKSHOP ON ELETROMAGNETIC INDUCTION IN THE EARTH, 24., 2002, Santa Fe. **Book of abstracts**. San Diego: IAGA, 2002. v. 1, p. 10-13.



KOZEN, L. **Modelagens direta e inversa do embasamento sob o leque aluvial do rio Taquari, Pantanal Matogrossense, a partir de dados gravimétricos**. 2003. 88 p. Tese (Mestrado) - Departamento de Geofísica, Universidade de São Paulo, 2003.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Macrozoneamento geoambiental do Estado do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1989. 242 p.

MERTES, L. A. K.; SMITH, M. O.; ADAMS, J. B. Estimating suspended sediment concentrations in surface waters of the Amazon River wetlands from Landsat images. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 43, p. 281-301, 1993.

OLIVEIRA, H.; OLIVEIRA, F. D. A.; SANO, E.; ADAMOLI, J. **Caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Alto Taquari utilizando o sistema de informações geográficas SGI/INPE**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998, 28 p. (Embrapa-CPAO. Documentos, 19).

PCBAP - Upper Paraguai River Basin Conservation Plan, Pantanal Project. National Environmental Program. Brasilia, PNMA-Ministry of Environment, Water Resources and Legal Amazon, 1997. 49 p.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, v. 57, p. 241-262, 2003.

SOUZA, O. C. **Modern geomorphic processes along the Taquari River in the Pantanal: a model for development of a humid alluvial fan**. 1998. 134 p. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Califórnia, Santa Barbara, 1998.

SOUZA, O. C.; ARAÚJO, M. R.; MERTES, L. A. K.; MELACK, J. M. Forms and processes along the Taquari River alluvial fan, Pantanal, Brazil. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, N.F., Berlin, suppl.-bd. 129, p. 73-107, 2002.

USSAMI, N.; SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: the Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, Washington, v. 18, n. 1, p. 25-39, 1999.

**Embrapa**

---

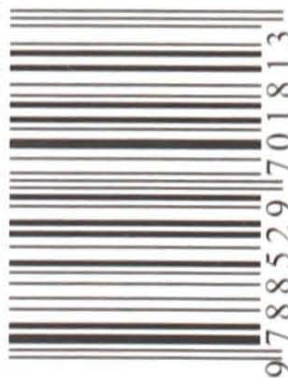
**Gado de Corte**

**Apoio:**



Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Ambiental

ISBN 85-297-0181-X



**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**

**Governo  
Federal**