

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI

Donizeti Antonio Giusti⁽¹⁾, Leonardo Miranda⁽²⁾, Eduardo Ratton⁽³⁾

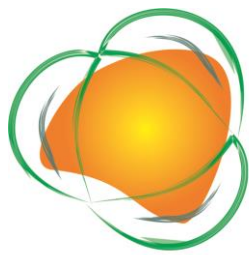
⁽¹⁾ Professor, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia (Universidade Federal do Paraná). Curitiba - PR donizeti@ufpr.br. ⁽²⁾ Graduando do curso de Geografia. (Universidade Federal do Paraná). Curitiba – PR. leomir92@hotmail.com ⁽³⁾ Professor, Setor de Tecnologia, Departamento de Transportes (Universidade Federal do Paraná). Curitiba – PR. ratton.eduardo@gmail.com.

EIXO TEMÁTICO: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos.

RESUMO – O objetivo do estudo foi realizar o mapeamento geológico da área de influência da hidrovía do Rio Paraguai em território brasileiro. A área de estudo foi previamente avaliada a partir de interpretações fotogeológicas e posteriormente foram realizadas as campanhas de trabalho de campo para diagnóstico e elaboração do mapa geológico estrutural de subsidência. Foi possível verificar que mudanças de curso devido a fenômeno de aggradação e avulsão fluvial são geologicamente frequentes nos rios da Bacia do Alto Paraguai, em função da complexa rede de paleocanais em megaleques, que vem se desenvolvendo desde o Pleistoceno tardio. Feições erosivas foram observadas principalmente nas porções próximas dos megaleques e estão associadas a quedas no nível de base do Pantanal, possivelmente relacionadas às mudanças climáticas ocorridas desde o Pleistoceno. A evolução dos processos erosivos e de assoreamento dos rios Taquari, São Lourenço, Cuiabá, Itiquira e Aquidauna está condicionada ao efeito de construção e abandono de terraços deposicionais, modelando continuamente a morfologia. A respeito da relação erosão/assoreamento, é possível concluir que, em função das condições geológicas, solos derivados de arenitos eólicos e flúvio-eólicos e solos residuais de basalto são os fornecedores da carga sedimentar que se deposita na planície pantaneira. Diante das características geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai recomenda-se que atividades de dragagem que visem a melhoria da navegabilidade da referida hidrovía, sejam acompanhadas de estudos de monitoramento geológico de neotectônica, sedimentologia e hidrogeomorfologia.

Palavras-chave: EVTEA. Dragagem. Erosão. Assoreamento.

ABSTRACT - The aim of the study was to conduct the geological mapping of the area of influence of the Paraguay River waterway in Brazil. The study area was previously evaluated from photointerpretation geological and were later carried out the fieldwork campaigns for diagnosis and development of the structural geological subsidence map. It was possible to verify that course changes due to aggradation and fluvial avulsion phenomenon are geologically frequent in the rivers of the Upper Paraguay River Basin, due to the complex paleo network in megafans, which has



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

been developing since the late Pleistocene. Erosional features were mainly observed in the proximal portions of megafans and are associated with falls in the base level of the Pantanal, possibly related to climate changes since the Pleistocene. The evolution of erosion and silting of Taquari, São Lourenço, Cuiabá, Itiquira Aquidauana and is subject to the effect of construction and abandonment of depositional terraces, continually shaping the morphology. Regarding the relative erosion / sedimentation, it can be concluded that, depending on geological conditions, derived from aeolian sandstones soil and tidal wind and residual basalt soils are the sediment load of the suppliers that is deposited in the Pantanal. On the geological characteristics of the river basin of the Paraguay River, it is recommended that dredging activities aimed at improving the navigability of that waterway, to be accompanied by geological monitoring studies of neotectonic, sedimentology and geomorphology hydric.

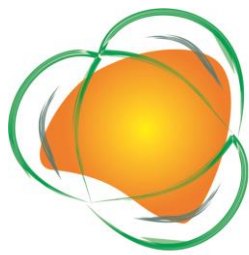
KEY WORDS: STEEV. Dredging. Erosion. Aggradation.

Introdução

A Hidrovia do Rio Paraguai compreende um dos mais extensos e importantes eixos continentais de integração política, social e econômica, totalizando 3.442 km de extensão. Essa hidrovia atravessa metade da América do Sul, desde a cidade de Cáceres, no Mato Grosso, até Nova Palmira, no Uruguai. O rio Paraguai perfaz um total aproximadamente de 2621 km, tendo sua nascente na Chapada dos Parecis, no Planalto Central Brasileiro e sua foz no encontro com o rio Paraná, próximo à cidade de Corrientes, na Argentina (UFPR/ITTI, 2015).

Devido às características técnicas e operacionais a Hidrovia do Rio Paraguai pode ser dividida em dois tramos no território brasileiro 1) “Tramo Norte” – entre as cidades de Cáceres/MT e Corumbá/MS (680 km); 2) “Tramo Sul” – entre Corumbá/MS e a foz do rio Apa (divisa entre o Brasil e o Paraguai) com 590 km de extensão (AHIPAR, 2015). Os dois trechos estão inseridos na planície do Pantanal, onde as baixas declividades e o fundo arenoso oferecem boas condições para a navegação. No entanto, a característica meandrosa do rio exige cautela na navegação em alguns trechos, especialmente por conta de raios de curvatura pequenos.

A dinâmica hidromorfológica do rio Paraguai caracteriza um cenário de intensa variação interanual do relevo de fundo, mais relevante no tramo norte. Isso requer dos órgãos envolvidos frequentes ações para manutenção da hidrovia, tais como intervenções de dragagem e atualizações da sinalização náutica. Neste contexto, através de um Termo de Cooperação celebrado entre o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR), o Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI/UFPR) realizou o Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da Hidrovia do Rio Paraguai, no qual está inserido o diagnóstico geológico ambiental, que teve como objetivo realizar o mapeamento geológico da área de influência da



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

hidrovia a partir do reconhecimento das condições das diversas formações geológicas e suas litologias, vulnerabilidade aos processos erosivos e a dinâmica ou o mecanismo de assoreamento dos principais rios da Bacia do Rio Paraguai.

Material e Métodos

Para realização do diagnóstico geológico previamente foram realizadas interpretações fotogeológicas da área de influência da Hidrovia do Rio Paraguai e determinação das áreas a serem mapeadas em campo, com base nos levantamentos e mapas de RADAMBRASIL (1982).

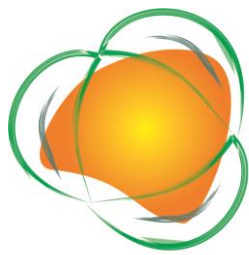
A caracterização geológica foi detalhada conforme a localização geográfica e abrangência das bacias hidrográficas, definidas anteriormente através de fotointerpretação geológica. Desta forma, a Geologia foi subdividida e está descrita como: a) Geologia dos rios Jauru e Alto Paraguai e Cuiabá; b) Geologia dos rios São Lourenço, Correntes, Itiquira e Taquari; e c) Geologia dos rios Apa e Perdido. As principais atividades foram: interpretação aerofotogeológica, perfis geológicos em rodovias, estradas e caminhos de acesso as Bacias, diagnóstico sobre processos erosivos, diagnóstico sobre processo de assoreamento e elaboração do mapa geológico estrutural de subsidência.

O mapeamento geológico teve início no dia 05/01/2015 no município de Campo Grande (MS), chegando a Coxim (MS), no dia 06/01/2015. Entre os dias 07 e 08 de janeiro de 2015 foi mapeada a região de Cáceres (MT), dias 09 e 10 de janeiro as regiões de Cuiabá e Rondonópolis, retornando para a região de Campo Grande dias 11 e 12. Os trabalhos de campo tiveram duração de 7 dias em janeiro de 2015, tendo como roteiro de análise: rios Itiquira, Correntes, Taquari, São Lourenço, Cuiabá, Paraguai e Jauru, perfazendo aproximadamente 3.500 km e 5 dias em abril de 2015, com roteiro de análise da bacia do rio Apa e seus afluentes até a foz no rio Paraguai, percorrendo aproximadamente 2.000 km. Na segunda fase, o cronograma foi entre 04 a 06 de abril em Bela Vista (MS) no rio Apa, entre os dias 07 e 08 de abril em Caracol e Porto Murtinho (MS), no rio Paraguai.

Resultados e Discussão

A caracterização geológica da região é bastante complexa sendo constituída por uma diversidade de formações geológicas. O mapeamento geológico da área de estudo foi dividido em:

a- Proterozóico Inferior a Médio: O Embasamento Cristalino é representado na região como Complexo Alto Guaporé, Grupo Alto Jauru e Complexo Serra do Baú tendo como litologias principais: granitos de anatexia, gnaisses, migmatitos, granodioritos, anfíbolitos, tonalitos, metabasitos, metatufos, granulitos, quartzitos e xistos. Estudos petrográficos, disposição estratigráfica e análises geocronológicas indicam para o embasamento idade pré-cambriana inferior. O pré-cambriano médio



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

apresenta como principais ocorrências tonalitos, granodioritos, e granitos, além de ardósias, metaconglomerados, metarenitos da Formação Fortuna e serpentinitos, peridotitos e dunitos do Complexo Rio Alegre.

b- Proterozóico Superior: As litologias pré-cambrianas superior são relacionadas a metamorfismo regional de médio a baixo grau representado por lamitos, diamictitos e folhelhos das Formações Puga, Diamantino e Bauxi, metarenios, metasiltitos, metarcósios da Formação Raizama, dolomitos, margas e metacalcários da Formação Araras, filitos e metarenitos do Grupo Cuiabá e maciço sienítico monzonítico Guapé.

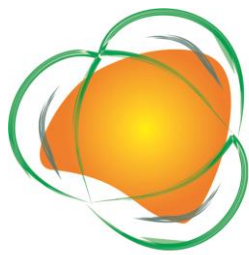
c-Cambriano: As rochas cambrianas referem-se a uma intrusão na forma de "stock" representada principalmente por granitos.

d-Ordoviciano-Carbonífero: As formações paleozóicas ordovicianas-silurianas são drenadas pelo rio Cuiabá, não ocorrendo no Alto Paraguai e Jauru. Essas formações estão associadas a bacia sedimentar do Paraná representadas por arenitos da Formação Furnas, folhelhos da Formação Ponta Grossa, diamictitos e folhelhos do Grupo Rio Ivaí, além de siltitos, arenitos, diamictitos da Formação Aquidauana e folhelhos e arenitos da Formação Palermo, de idade carbonífera. Também de idade carbonífera, foi mapeada a Formação Jauru, constituída por um pacote sedimentar de conglomerados, siltitos arenosos, diamictitos e folhelhos.

e-Jurássico: Processos de intrusão magmática através de "sill" e diques sendo representadas por litologias básicas como diabásio, gabro e diorito. É possível que algumas dessas intrusões estejam associadas ao magmatismo da Formação Serra Geral de idade cretácea.

f-Cretáceo: As rochas de idade cretáceas são pertencentes a Formação Utariti, constituída de arenitos, Formação Salto das Nuvens representada por conglomerados, além de arenitos da Formação Bauru. Também foi mapeado basaltos, peperitos, brechas, riolitos e dacitos relacionados ao Paredão Grande e Ponta do Morro, como uma sequencia do magmatismo da Formação Serra Geral.

g-Pleistoceno: As litologias de idade pleistocenicaz fazem parte da própria evolução da bacia pantaneira e do processo de subsidência central para a implantação da bacia sedimentar do Alto Paraguai. Trata-se de sedimentos cenozóicos erodidos, trabalhados e lixiviados ou assentados diretamente sobre as formações descritas anteriormente. Assim estabeleceram a base de aplainamento geomorfológico da bacia do rio Paraguai, com cotas de no máximo 200m e com coberturas assentadas nos planaltos adjacentes com cotas de até 400m. As principais formações geológicas referentes ao pleistoceno são: Formação Pantanal, já na base do rio Paraguai, alto, médio e baixo curso e Formação Guaporé; e



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

coberturas detrito-lateríticas que ocorrem nos planaltos no alto curso dos rios Paraguai, Jauru e Cuiabá.

As Coberturas Detrítico-lateríticas encontram-se nas áreas dos planaltos em ressaltos topográficos, esculpido por atividades erosionais, com a presença de camadas de material argilo-arenoso associado a crostas ferruginosas, que definem camadas e lentes concrecionárias de limonita e goethita.

h-Holoceno: As planícies aluvionares e de inundações contendo ou não matas e vegetações ciliares, são constituídas de depósitos de espessuras variáveis, descontínuos, de areias, siltes, argilas e cascalhos. São depósitos originados provavelmente por oscilações climáticas, movimentos eustáticos, às vezes de caráter tectônico, como reativação de estruturas antigas associadas a movimentos basculares localizados. Podem também, serem relacionados em fases de deposição nas bacias da rede de drenagem dos grandes rios e seus tributários, nesses casos, constituídos de areias, siltes, argilas e cascalhos, reconhecendo-se depósitos de canal, depósitos de barra em pontal, meandros abandonados e transbordamento.

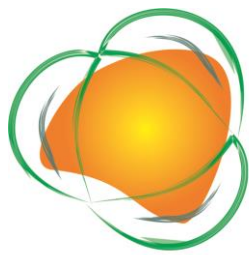
Conclusões

Mudanças de curso devido a fenômeno de agradiação e avulsão fluvial são geologicamente frequentes nos rios da Bacia do Alto Paraguai, em função da complexa rede de paleocanais em megaleques, que vem se desenvolvendo desde o Pleistoceno tardio. Modelos digitais de elevação podem auxiliar na interpretação e caracterizar a morfologia dos leques aluviais, evidenciando que os complexos de avulsão existentes nos lobos distributários atuais são feições topograficamente mais elevadas, e que os canais laterais atuais resultantes de processos de avulsão estão ocupando áreas mais baixas da planície, podendo mudar significativamente o curso ou braços dos rios (ASSINE et al., 1997; ASSINE & SOARES, 1998).

Feições erosivas foram observadas principalmente nas porções próximas dos megaleques e estão associadas a quedas recentes no nível base do Pantanal, possivelmente relacionadas às mudanças climáticas ocorridas desde o Pleistoceno. A evolução dos processos erosivos e de assoreamento dos rios Taquari, São Lourenço, Cuiabá, Itiquira e Aquidauna está condicionada ao efeito de construção e abandono de terraços deposicionais, modelando continuamente a morfologia.

A dinâmica atuante na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai e seus afluentes, mostra a necessidade de estudos geológicos de neotectônica, sedimentologia e hidrogeomorfologia.

Com mapeamento detalhado das áreas fontes onde afloram sedimentos paleozóicos e mesozóicos e as relações com os leques foi possível entender as condições aluvionares e a planície fluvial aplanada, periódica ou permanentemente alagada, que resulta em mudanças na morfologia do sistema de drenagem, e a relação erosão/assoreamento. O mapa de compartimentação geomorfológico-



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

geológica estrutural da subsidência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai elaborado no presente estudo é apresentado na Figura 1.

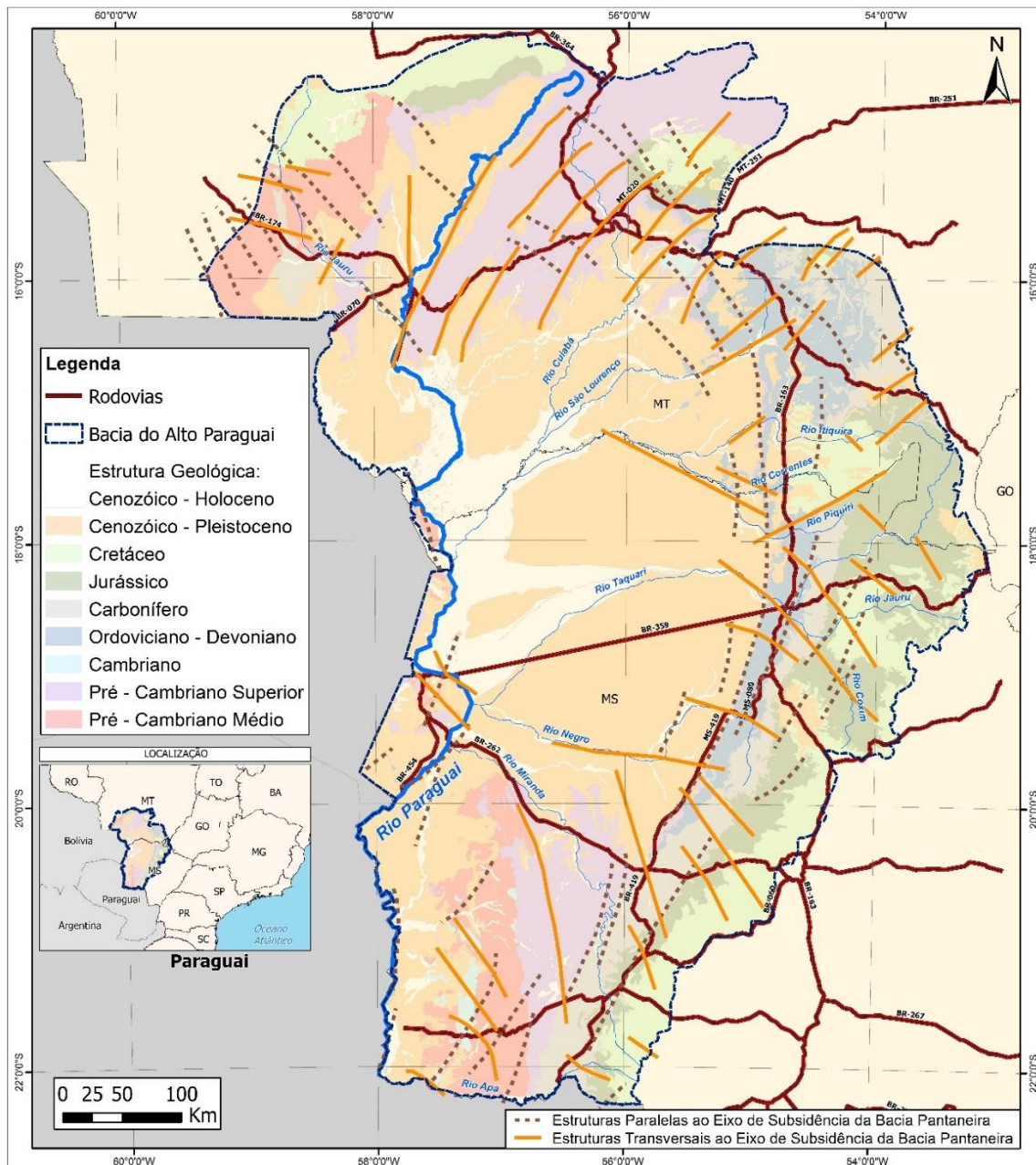
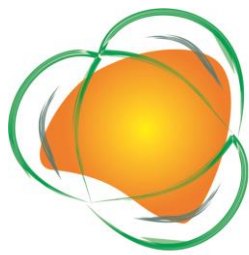


Figure 1 – Mapa de compartimentação geomorfológico-geológica estrutural da subsidência da Bacia Hidrográfica do rio Paraguai produzido durante elaboração do EVTEA da Hidrovia do rio Paraguai.

Fonte: UFPR/ITTI, 2015.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A respeito da relação erosão/assoreamento é possível concluir que em função das condições geológicas, solos derivados de arenitos eólicos e flúvio-eólicos e solos residuais de basalto, sem dúvida são os fornecedores da carga sedimentar que se deposita na planície pantaneira. A condição geomorfológica de boa declividade nas áreas de nascentes promove a erosão intensa e deposição na região de baixo gradiente nas planícies de inundação, como consequência aumentando o processo de assoreamento intenso dos rios da Bacia Hidrográfica do Paraguai.

Diante das características geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai recomenda-se que atividades de dragagem visando a melhoria da navegabilidade da referida hidrovia, sejam acompanhados de estudos de monitoramento geológico de neotectônica, sedimentologia e hidrogeomorfologia.

Agradecimentos

Ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela oportunidade de desenvolvimento do projeto de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da Hidrovia do Rio Paraguai que proporcionou a participação de professores, alunos de graduação e pós-graduação da UFPR e a disseminação de conhecimento adquirido para a comunidade em geral a partir da publicação dos dados obtidos durante o estudo.

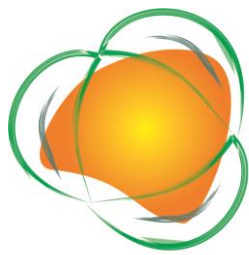
Referências Bibliográficas

AHIPAR - ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARAGUAI. A Hidrovia Paraguai-Paraná. Disponível em:< <http://www.ahipar.gov.br/?s=hidrovia> >. Acesso em: 12 jan. 2015.

ASSINE, M. L. & SOARES, P. C. 1998. Megaleques aluviais: uma discussão tendo como exemplo o leque do Taquari, Pantanal Mato-Grossense. In: 40º Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, Anais, p. 433.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; ANGULO, R. J. 1997. Construção e abandono de lobos na evolução do leque do rio Taquari, Pantanal Mato-grossense. In: Abequa, 6º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Curitiba, Resumos Expandidos, p. 431-433.

MATO GROSSO DO SUL - Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. - SEPLAN/MS. Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul. Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado-FIPLAN-MS. Campo Grande-MS, 1989. SEPLAN (2008).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

MINISTÉRIOS DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. Folha SD. 20 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME/SG/Projeto Radambrasil, 452 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

RADAMBRASIL. (1982). Ministérios das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. Folha SD. 20 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME/SG/Projeto Radambrasil, 452 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Hidrovia do Rio Paraguai: Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental: Diagnóstico Ambiental / Instituto Tecnológico de Transporte e Infraestrutura. – Curitiba: UFPR/ITTI, 2015. (4. v.).678f. : il.; tabs.

Ussami, N.; Shiraiwa, S.; Dominguez, J. M. L. 1999. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: The Pantanal wetland, SW Brazil. *Tectonics*, 18: 25-39.