



Controle Estrutural da Hidrografia do Pantanal, Brasil
Structural Control of the Pantanal Hydrography, Brazil

Antonio Conceição Paranhos Filho¹; Camila Leonardo Miotto¹; Rômulo Machado²; Fábio Veríssimo Gonçalves¹; Vinicius de Oliveira Ribeiro³; Alfredo Marcelo Grigio⁴ & Normandes Matos da Silva⁵

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais, Unidade 7A, Cidade Universitária, s/n, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Rua do Lago 562, Butantã, 5508-080, São Paulo, São Paulo, Brasil.

³ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Reitoria, Gerência de Unidade de Dourados, Cidade Universitária de Dourados, Jardim América, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências Econômicas, Departamento de Gestão Ambiental, BR 110 - Km 48, Avenida Professor Antônio Campos, Presidente Costa e Silva, 59078-970, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Mato Grosso, Laboratório de Geoprocessamento, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, 78735-901, Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: antonio.paranhos@pq.cnpq.br; ea.miotto@gmail.com; rmachado@usp.br; fabio.goncalves@ufms.br; viniciusoribeiro@yahoo.com.br; alfredogrigio1970@gmail.com; normandes32@gmail.com

Recebido em: 30/11/2016 Aprovado em: 30/01/2017

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2017_1_156_170

Resumo

O Pantanal é tectonicamente ativo, havendo várias evidências de atividades tectônicas recentes, como a ocorrência de sismos e a presença de lineamentos estruturais. Nota-se que essas atividades têm influenciado diretamente a evolução e a configuração da paisagem da região e, nesse sentido, visando contribuir para a discussão sobre a influência das atividades tectônicas na região do Pantanal, este trabalho tem como objetivo apresentar evidências de controle estrutural sobre a hidrografia da região. Para isso, foram analisados os dados de hidrografia disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), além de lineamentos estruturais. Como resultados observaram-se: a grande diferença entre o padrão de drenagem do Pantanal e o do seu entorno; a mudança do padrão de drenagem tributário (na região de planalto) para o padrão distributário (ao adentrar a planície); o padrão assimétrico de todas as bacias hidrográficas analisadas e, por fim, o condicionamento estrutural dos principais rios que formam o Pantanal. Conclui-se, que as atividades tectônicas tiveram papel preponderante no condicionamento dos principais rios do Pantanal e, com isso, em toda a sua bacia hidrográfica, já que todos os grandes rios apresentam controle estrutural.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; lineamentos estruturais; padrão de drenagem assimétrico

Abstract

The Pantanal is a tectonically active basin, with several evidences of recent tectonic activity, as the occurrence of earthquakes and the presence of active structural lineaments. It is noted that these activities have directly influenced the evolution and landscape configuration of the region and, in this sense, to contribute to the discussion on the influence of tectonic activities in the Pantanal region, this study aimed to present evidence of structural control on the hydrography of the region. For this, the hydrography data provided by the National Water Agency were analyzed (ANA), as well as the structural lineaments. As observed results were the big difference between the Pantanal drainage pattern and its surroundings with the change of the tributary drainage pattern on the plateau region for the distributary one when entering the plain. And also the asymmetrical drainage pattern of all the watersheds and, finally, the structural conditioning of the main rivers that form the Pantanal. We conclude that the tectonic activity has a predominant role in conditioning the main rivers of the Pantanal and, therefore, throughout the Pantanal basin, since all major rivers have structural control.

Keywords: Remote sensing; structural lineaments; asymmetrical drainage pattern

1 Introdução

O Pantanal é tectonicamente ativo, com atividades tectônicas recentes, as quais têm atuado no desenvolvimento e na modificação da paisagem, por meio das alterações de níveis de base de erosão e gradientes topográficos (Assine, 2003, 2010; Assine & Soares, 2004; Hasui, 1990 e 2010; Assumpção *et al.*, 1988, 2009a e 2009b; Facincani *et al.*, 2011; Zani & Assine, 2011; Paranhos Filho *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2015).

Branner (1912), desde o início do século XX já considerava o Pantanal como uma das importantes zonas sísmicas do Brasil. Entre o período de 1876 e 2009 foram registrados 26 sismos na planície pantaneira e proximidades, sendo o maior número deles, no caso, 8, registrados na década de 1990. Dentre as ocorrências registradas, mais de 50% estão localizadas no megaleque do Taquari (Almeida *et al.*, 2015). Em 2015, foram registrados 4 sismos na região de Miranda, variando entre 2,2 a 4,0 de magnitude na Escala Richter (IAG, 2016).

A presença de lineamentos estruturais sugere a existência de atividades tectônicas no Pantanal. O termo lineamento foi proposto originalmente por Hobbs (1904) para se referir a linhas visualizadas na paisagem, causadas por juntas/fraturas e falhas, indicando a estrutura do substrato. A definição mais empregada é a de O'Leary *et al.* (1976), que definem o termo como quaisquer feições lineares na superfície terrestre, podendo ser retilíneas ou curvilíneas cuja presença reflete fenômenos ocorridos em subsuperfície que podem estar relacionados com falhas ou fraturas.

Para a Bacia do Pantanal e seu entorno, Paranhos Filho *et al.* (2013) identificaram três principais conjuntos de direções de lineamentos: NE/NW, ao redor de N-S e aproximadamente E-W e relacionaram a presença destas estruturas com a atividade tectônica recente da região (neotectônica) já que essa bacia foi preenchida com sedimentos recentes, ainda inconsolidados, que podem ser facilmente erodidos pelos sistemas fluviais atuais, mascarando assim tais lineamentos.

Nesse contexto, os cursos d'água são também indicadores e importantes ferramentas para estudos de neotectônica, visto que eles se ajustam

rapidamente a quaisquer movimentos tectônicos recentes incluindo aqueles de pequena escala (Summerfield, 1991; Etchebehere *et al.*, 2006).

Vários trabalhos demonstram o papel da rede de drenagem como indicadora de movimentos tectônicos, a exemplo de Hiruma & Ponçano (1994), Etchebehere *et al.* (2004), Souza & Rossetti (2011) e Moura *et al.* (2013). Alguns trabalhos citados já mencionam que algumas drenagens do Pantanal são influenciadas por lineamentos tectônicos, como o de Assine (2003), que sugere este tipo de controle para o curso do rio Paraguai.

O estudo da dinâmica de grandes rios é de grande interesse para a geomorfologia e para a hidráulica fluvial, além de dar suporte para vários problemas relacionados às ciências ambientais que envolvem o gerenciamento e o manejo dos recursos hídricos (Macedo *et al.*, 2014). A escassez de informação a respeito das características do rio justifica a realização de estudos voltados para o conhecimento da região e ao diagnóstico de problemas que futuramente servirão de base para o desenvolvimento sustentável (Silva *et al.*, 2008).

Assim, visando contribuir para a discussão sobre a influência das atividades tectônicas na região do Pantanal, este trabalho objetiva apresentar evidências do controle estrutural sobre a hidrografia da região. Para isso serão utilizadas as geotecnologias, com base na interpretação de imagens de satélite, modelos digitais de superfície e dados vetoriais em ambiente SIG (sistema de informações geográficas).

2 Material e Métodos

O Pantanal, localizado na Bacia do Alto Paraguai, é uma bacia sedimentar quaternária, composta por um sistema de leques aluviais. Neste trabalho, o limite do Pantanal adotado é o proposto por Mioto *et al.* (2012) (Figura 1), correspondendo a uma área de 140.640 km², distribuídos entre os territórios do Brasil, Paraguai e Bolívia. Os autores dividem o Pantanal e em 18 diferentes sub-regiões. Seu sistema de drenagem é composto por inúmeros rios, vazantes, corixos e baías e em sua área encontram-se 11 sub-bacias hidrográficas.

Foram observados os principais rios que compõem o Pantanal, sendo eles: Paraguai, Corixo

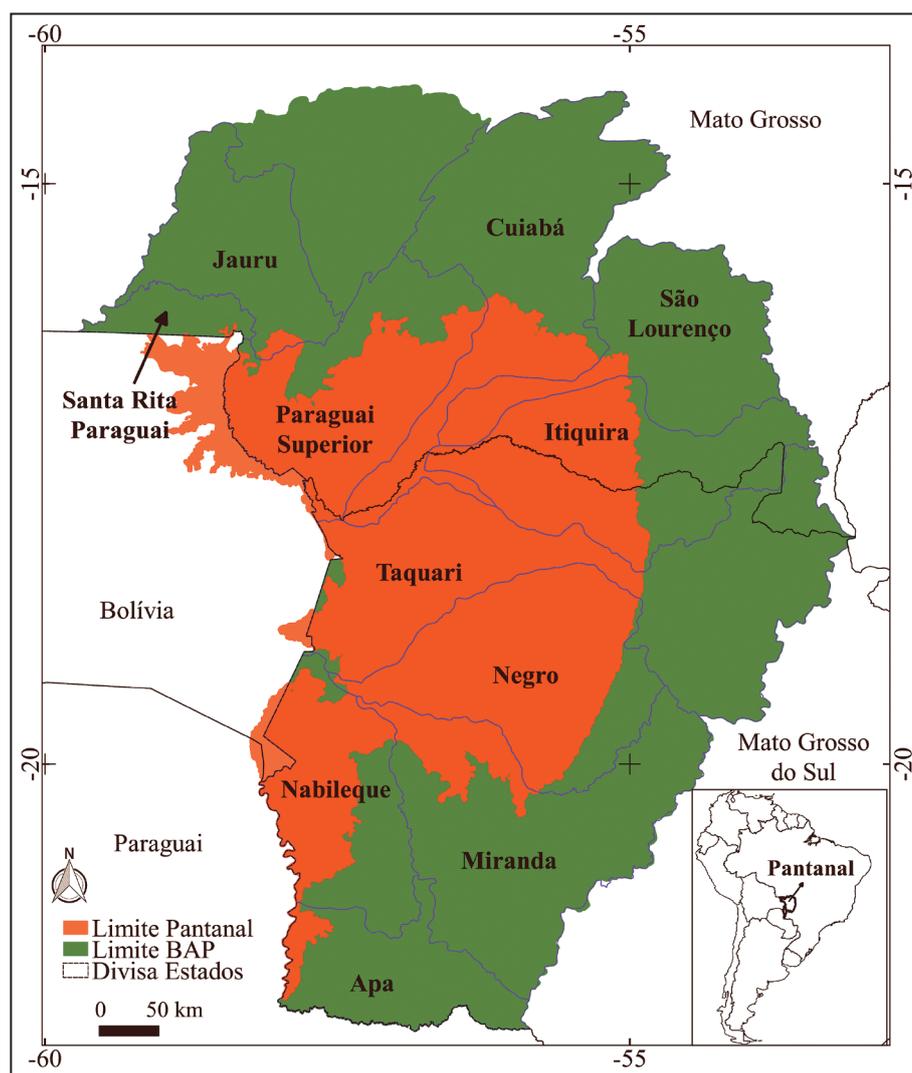


Figura 1 Localização do Pantanal e das bacias hidrográficas que o compõem. Adentram o Pantanal o total de 11 bacias hidrográficas.

Grande, Cuiabá, São Lourenço, Piquiri, Itiquira, Correntes, Taquari, Miranda, Aquidauana, Negro e Nabileque, os quais constituem a drenagem principal de 8 sub-bacias, que formam parte da planície pantaneira.

Neste trabalho foram interpretados os dados de cursos d'água disponibilizados de forma gratuita pelo Portal de Metadados da Agência Nacional de Águas – ANA (ANA, 2012). Para verificar a consistência desses dados, realizou-se a comparação dos mesmos com imagens do satélite Landsat 8, banda pancromática de 15 metros, em ambiente SIG.

Os lineamentos estruturais, que foram comparados com os principais rios da planície, são os propostos por Paranhos Filho *et al.* (2013), obtidos por meio de fotointerpretação de imagens de satélite (Figura 2).

Todo o processo de interpretação dos dados da ANA (2012), assim como a criação dos *layouts* foi realizado no *software* QGIS, versão 2.12 – Lyon (QGIS Development Team, 2015).

3 Resultados e Discussão

O primeiro aspecto a ser considerado sobre a rede de drenagem do Pantanal é sua heterogeneidade quando comparada ao seu entorno. Numa visualização, mais abrangente da área de estudo, tomando-se por base o centro da América do Sul, percebe-se o quanto a drenagem do Pantanal contrasta intensamente com a de seu entorno (Figura 3). Enquanto os cursos d'água estão na região do planalto, limitados pela Bacia do Alto Paraguai, os mesmos apresentam padrão tributário e, ao adentrarem na planície, tornam-se distributários.

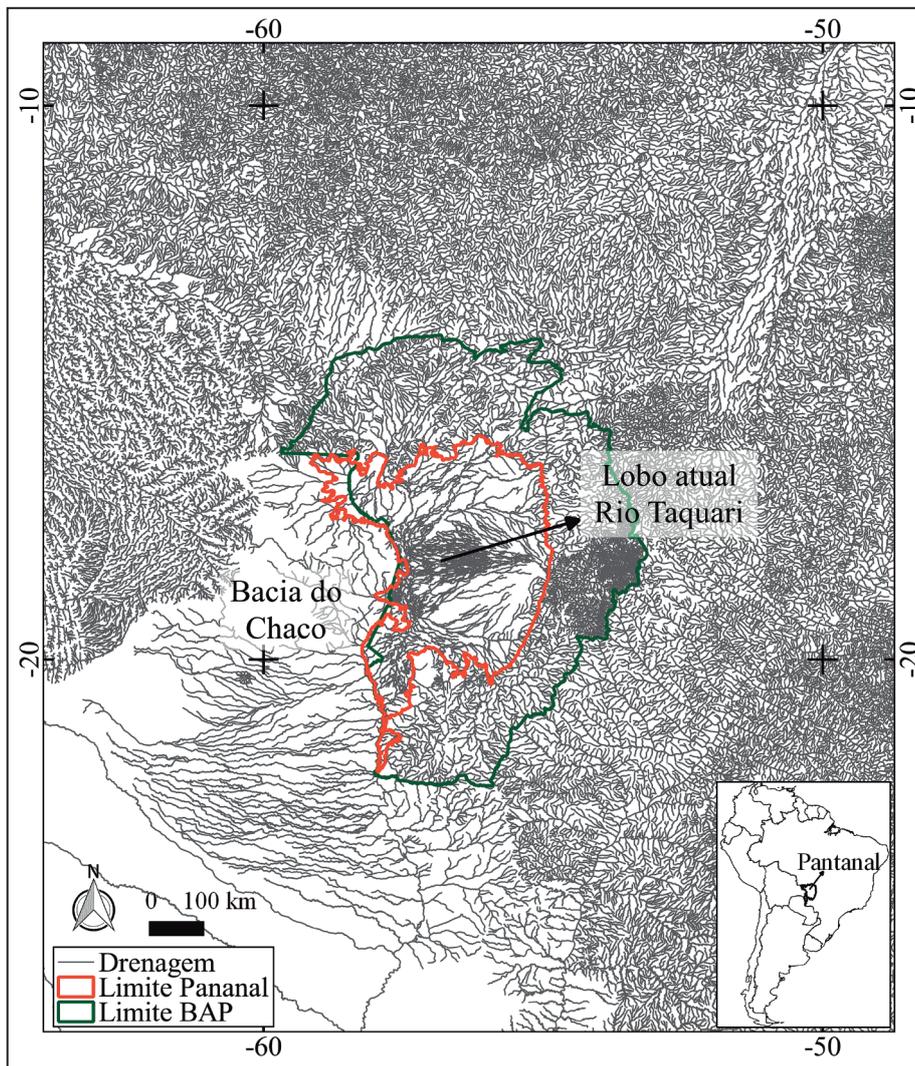


Figura 3 A rede hidrográfica do Pantanal quando comparada à malha hidrográfica do entorno destoa-se intensamente. As baixas declividades somadas à baixa precipitação e alta permeabilidade do substrato conferem um padrão único ao Pantanal e completamente diferente do planalto circundante.

A ocorrência do marcante padrão distributário na bacia pantaneira está relacionada à redução do gradiente topográfico, da velocidade da corrente e da profundidade da água. Isso leva à diminuição na capacidade de transporte sedimentar, ocorrendo assim a sedimentação da carga transportada pelo rio e assoreamento do canal. O leito torna-se instável e ocorrem frequentemente modificações no seu traçado, principalmente quando acontecem grandes cheias (Assine, 2003).

A análise da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai mostra que a principal diferença entre as drenagens refere-se ao padrão tributário na região do planalto, o qual pode estar relacionado ao tipo de substrato da região (Figura 4).

Também é possível verificar que, na região de planalto, a drenagem apresenta-se simétrica, evi-

denciando afluentes da margem direita proporcionais aos da margem esquerda. Porém, ela à medida que a drenagem adentra o Pantanal se torna assimétrica, com padrões de drenagem diferenciados, tornando-se distributários. De forma geral, não existe grande diferença nos comprimentos nas duas margens, porém ela existe na forma de distribuição dos afluentes.

A ocorrência de assimetria de bacias reflete o deslocamento lateral do seu rio principal, sendo essa migração provocada por processos fluviais internos e/ou forças tectônicas (Cox, 1994; Salamuni, 2004), podendo assim ser outro indicativo de tectonismo atuando na região.

O rio Paraguai é o principal rio que compõe a Bacia do Alto Paraguai (BAP) e do Pantanal, sendo o coletor de toda água que adentra a região. Flui de

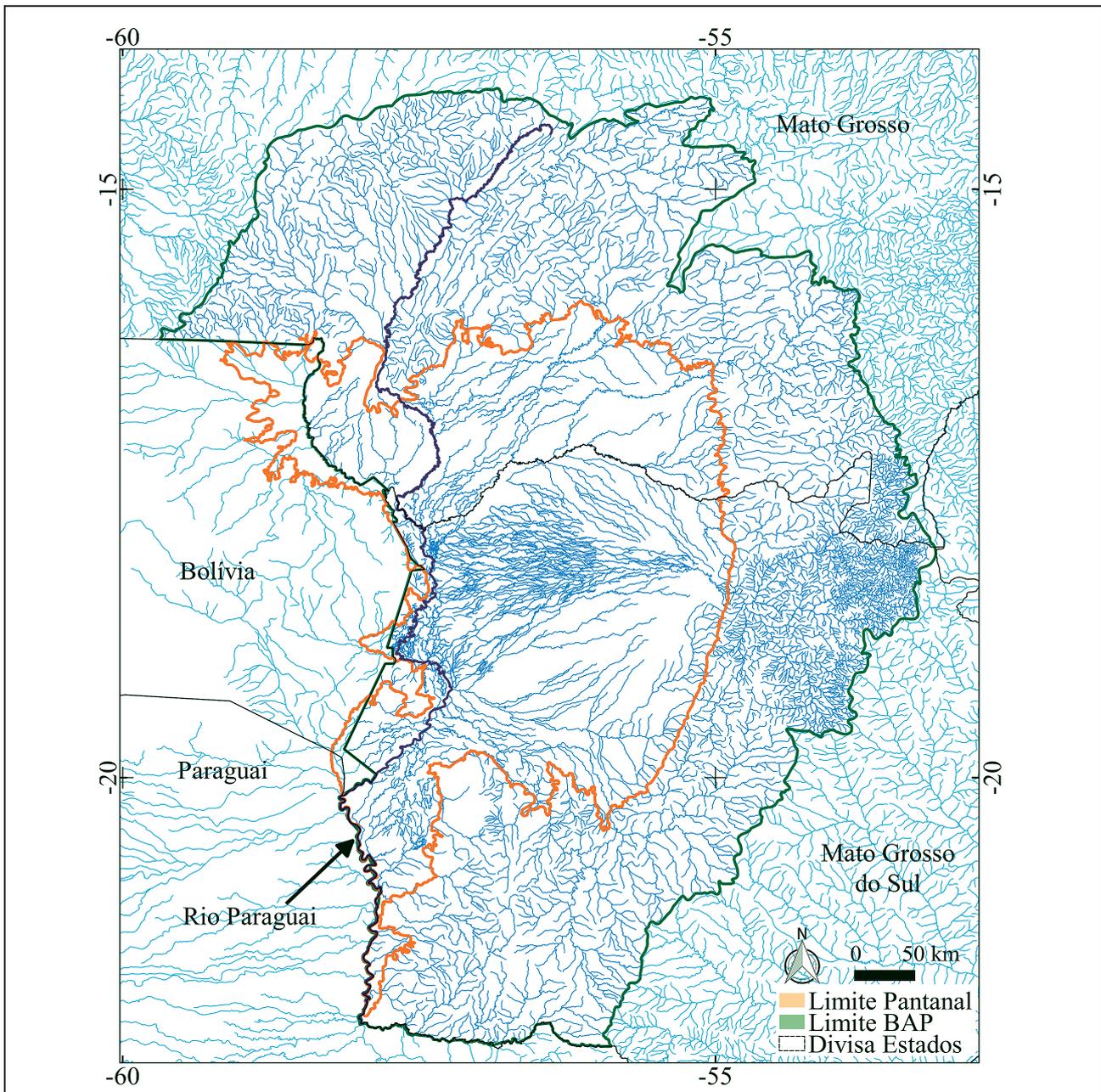


Figura 4 Na região de planalto, o padrão da drenagem da BAP (limite em verde) diferencia-se consideravelmente da drenagem da planície pantaneira (em laranja), onde a mesma se apresenta de forma distributária. Nota-se forte assimetria da bacia, pois os afluentes da margem esquerda do Rio Paraguai distribuem-se de maneira diferenciada quando comparados aos da margem direita.

norte para sul, em sua maior parte no território brasileiro, até sua confluência com o rio Paraná, na Argentina (Assine, 2003). A comparação entre o curso do rio e os lineamentos estruturais propostos por Paranhos Filho *et al.* (2013) permite verificar o quanto este rio é controlado estruturalmente (Figura 5).

Alguns trabalhos mencionam trechos em que o rio Paraguai corre estruturado, como os de Kuerten & Assine (2011) e Assine & Soares (2004).

Na Figura 5, o ponto 4 indica o local onde o rio Paraguai sofre barramento na região de Corumbá. Os pontos 5 e 6 indicam a situação descrita por Kuerten & Assine (2011), segundo a qual o rio Paraguai fluía inicialmente na direção NS, em vale inciso. Após o processo de avulsão do curso do rio, ele passou a fluir para NE, onde anteriormente corria o rio Nabileque, que hoje flui no ponto 7. Além disso, o fato dele apresentar-se assimétrico é também indicativo de tectonismo.

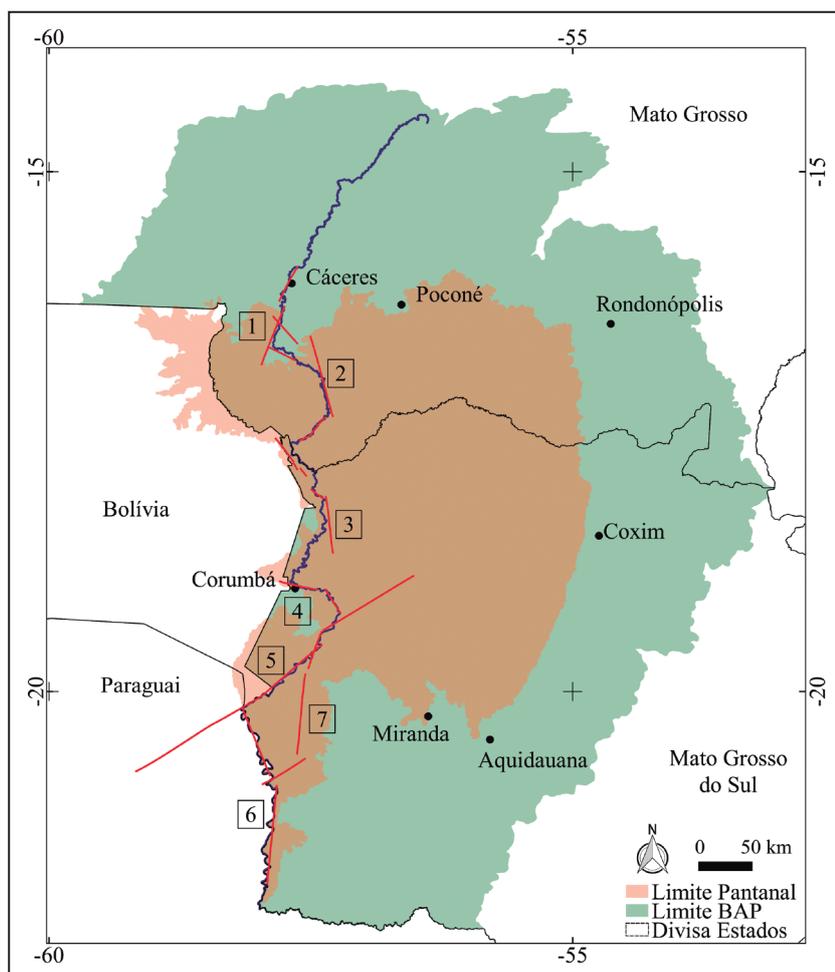


Figura 5 Lineamentos estruturais coincidentes com o rio Paraguai. As mudanças de direção que ocorrem no rio Paraguai estão diretamente relacionadas à presença de estruturas lineares, conforme indicado na figura. Ab'Saber (1988) já havia mencionado que a mudança desse rio foi induzida por tectônica. O ponto 7 refere-se ao atual curso do rio Nabileque, descrito por Kuerten & Assine (2011) como paleocanal do rio Paraguai.

O segundo elemento mais representativo da planície pantaneira é o rio Taquari, um dos principais formadores da região. Fluindo de leste para oeste, tem sua bacia de drenagem nos planaltos de Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira (ASSINE, 2003), com uma área delimitada de 54.000 km² (ANA, 2006).

Também apresenta diferença no padrão de drenagem quando comparados o planalto e a planície, principalmente por conta do lobo atual do rio Taquari, formado por inúmeros canais distributários (Figura 6). É possível verificar que essa bacia, em sua totalidade, possui também padrão de drenagem assimétrico, conforme sugere a forma de distribuição dos canais de drenagem em ambos os lados (direito e esquerdo).

Em relação ao ajuste de drenagem, têm-se alguns pontos onde o rio corre encaixado. Conforme Assine (2003), na região de planalto o rio Taquari

está ajustado a falhas de direções NNE e NW. Ao adentrar a planície, corre encaixado num cinturão de meandros por cerca de 100 km até o ponto em que dá origem ao lobo distributário atual (Figura 7).

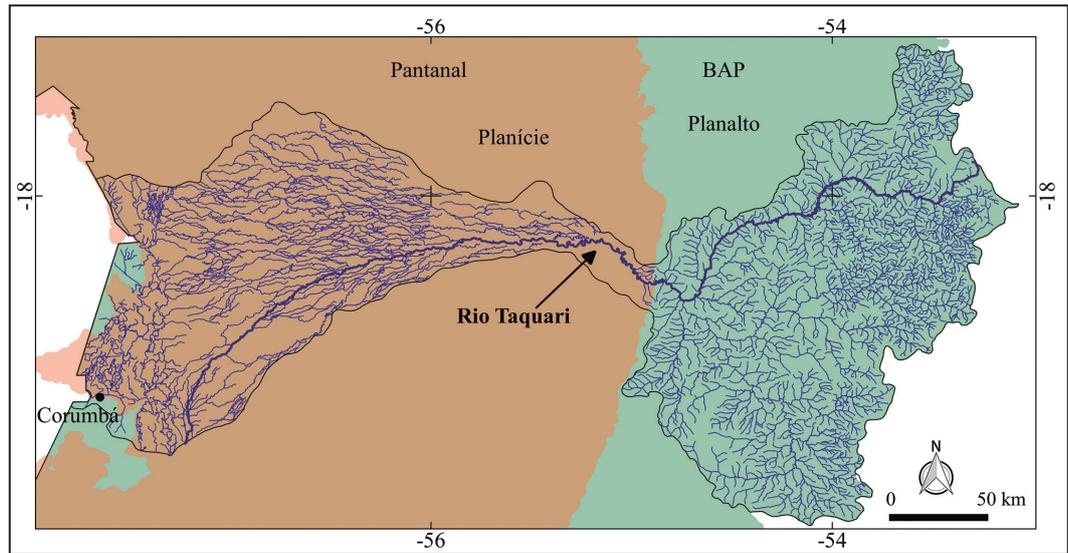
O sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Negro também se mostra distributário na região da planície, com padrão de drenagem radial e apresenta também assimetria (Figura 8A), assim como a BAP e do Pantanal. Grande parte da sua drenagem corresponde ao leque do rio Taquari. É nessa região que está localizada a Nhecolândia, área caracterizada pela presença de inúmeras lagoas, sendo identificado por Oliveira (2014) o total de 17.631 lagoas, que podem ser divididas em baías (17.050) e salinas (577), as quais se encontram alinhadas.

Em relação ao Rio Negro, ele apresenta ora padrão anastomosado, ora coalesce e cursos retílineos e meandros, o que mostra a influência de estruturas tectônicas no controle do seu curso

Controle Estrutural Sobre a Hidrografia do Pantanal, Brasil

Antonio Conceição Paranhos Filho; Camila Leonardo Mioto; Rômulo Machado;
Fábio Veríssimo Gonçalves; Vinicius de Oliveira Ribeiro; Alfredo Marcelo Grigio & Normandes Matos da Silva

Figura 6 Bacia Hidrográfica do rio Taquari (visualizado em azul escuro). Na região do planalto sua drenagem é tributária. Ao adentrar a planície, corre encaixado num cinturão de meandros até o local onde dá origem ao lobo atual. Nota-se também o padrão assimétrico, com diferença na forma de distribuição dos cursos d'água no planalto e na planície



(Souza *et al.*, 2009). Grande parte deste rio corre na direção Leste-Oeste, condicionado pelo Lineamento Rio Negro, descrito por Mendes (2008) (Figura 8B). Esta estrutura controla o desenvolvimento de lagoas da Nhecolândia, limitando os Pantanaís da Nhecolândia e do rio Negro.

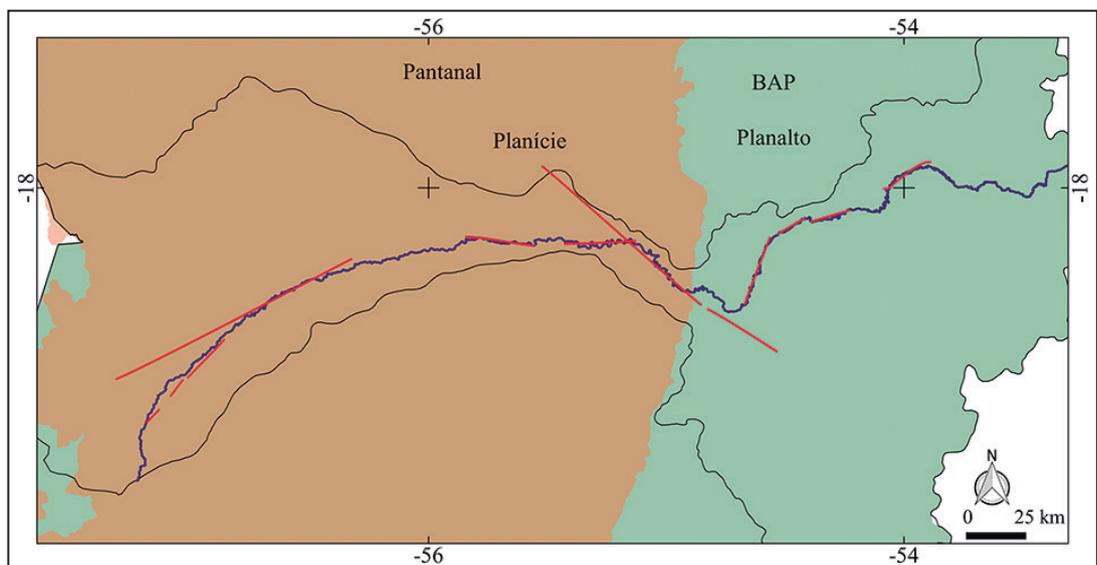
A Bacia Hidrográfica do rio Miranda é formada pelos rios Miranda e, seu principal afluente, o Aquidauana. A maior parte dessa bacia encontra-se na região de planalto (aproximadamente 86% da área). Os dados de drenagem mostram o quanto os canais se modificam ao adentrar a planície pantaneira, deixando para trás os padrões subparalelo e assimétrico da região do planalto (Figura 9A).

Próximo a sua entrada no Pantanal, ainda no planalto, o rio Aquidauana é um rio erosivo em

leito rochoso, com muitas corredeiras. Ao adentrar a planície, passa a meandrar embutido em um vale entrincheirado em sedimentos mais antigos do leque do Aquidauana (Facincani *et al.*, 2006) (Figura 9B).

A Bacia Hidrográfica do rio Nabileque encontra-se na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, área localizada entre as bacias sedimentares do Pantanal e do Chaco e que apresenta topografia plana com altitudes variáveis entre 70 a 90 m (Kuertten & Assine, 2011). Assim como nas demais bacias que cortam o Pantanal, o padrão de drenagem modifica-se à medida que os rios adentram a planície pantaneira, apresentando também padrão assimétrico (Figura 10).

Figura 7 Lineamentos estruturais e o rio Taquari. O ponto 1 indica o trecho em que o rio corre encaixado num cinturão de meandros. Já o ponto 2 indica o ápice do lobo distributário de acordo com Assine (2003).



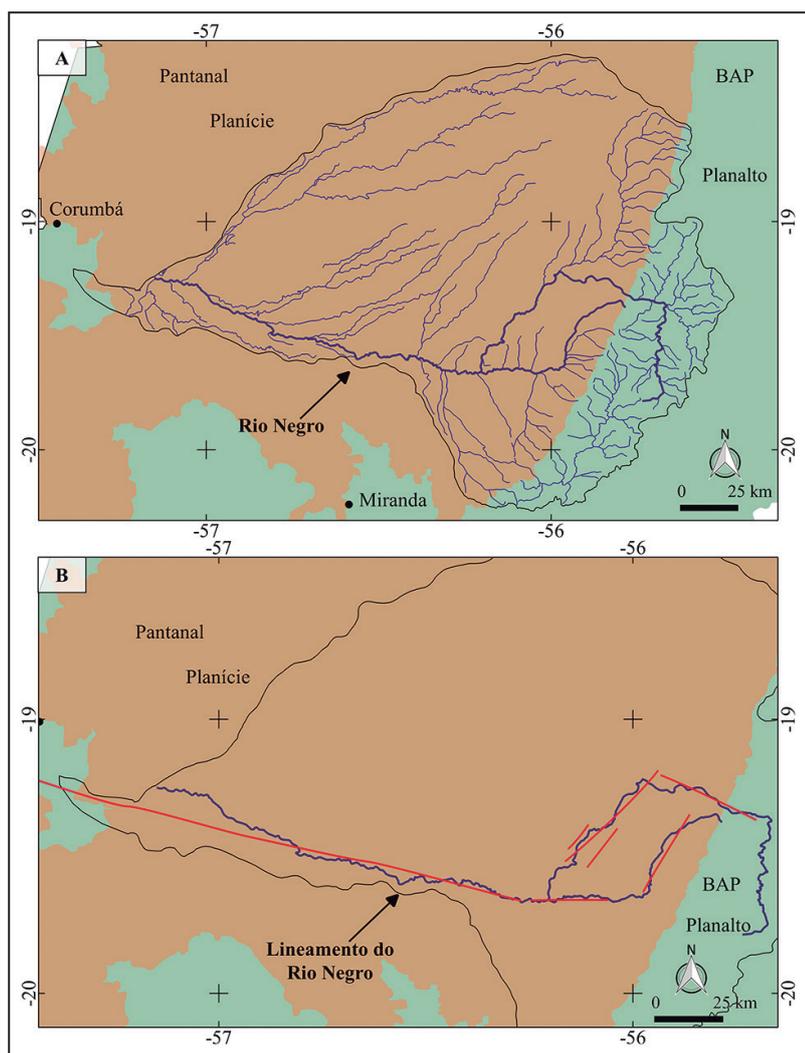


Figura 8 A. A maior parte da Bacia do rio Negro encontra-se dentro do Pantanal, caracterizada por padrão radial (região do leque do rio Taquari). Também é uma bacia assimétrica, pois apresenta diferenças quando analisada no planalto e na planície. B. Lineamentos estruturais que condicionam o rio Negro. O ponto 1 indica o Lineamento do rio Negro descrito por Mendes (2008), o qual condiciona o rio e é também o limite da área com a presença das lagoas da região da Nhecolândia.

A região onde a drenagem apresenta padrão distributário é relacionada ao megaleque do Nabileque, caracterizado por Kuerten & Assine (2011), o qual é constituído pelo rio Paraguai e que apresenta características hidrológicas e morfológicas bastante distintas do restante do Pantanal, principalmente por ser a região por onde passa toda a água drenada da BAP e por apresentar defasagem de até quatro meses, quando comparada com o período de cheia do rio Paraguai na região norte da bacia (Kuerten, 2010).

O principal rio que compõe a bacia nasce num paleovale inciso nas proximidades da margem direita do rio Paraguai, fluindo de norte para sul, cortando ou se ajustando a paleocanais, ou ainda interposto entre feições meandranter reliquiárias (Kuerten *et al.*, 2009; Kuerten & Assine, 2011) (Figura 11). Conforme mencionado anteriormente, o rio Nabileque corre onde fluía anteriormente o rio Paraguai.

A Bacia Hidrográfica do rio Piquiri é formada pelo rio que lhe dá o nome e por seu principal afluente, o rio Itiquira. Seu perfil tributário na região do planalto modifica-se à medida que adentra o Pantanal, tornando-se distributário na região norte do leque do rio Taquari (Figura 12A). Além disso, apresenta padrão de drenagem fortemente assimétrico. O rio Itiquira possui grande sinuosidade e atravessa a Serra de São Jerônimo em profundo cânion. Na região do planalto é condicionado por estruturas na direção Leste-Oeste e na planície pantaneira, por estruturas na direção NE-SW.

Já o rio Correntes atravessa uma região rochosa de calcários, em alguns trechos segue direção Leste-Oeste e em outros, a direção NE. O rio Piquiri apresenta inúmeros corixos e vazantes (Carvalho, 1986). Os dois rios encontram-se quase inteiramente condicionados a estruturas, tanto fora como no interior do Pantanal (Figura 12B).

Controle Estrutural Sobre a Hidrografia do Pantanal, Brasil

Antonio Conceição Paranhos Filho; Camila Leonardo Mioto; Rômulo Machado;
Fábio Veríssimo Gonçalves; Vinicius de Oliveira Ribeiro; Alfredo Marcelo Grigio & Normandes Matos da Silva

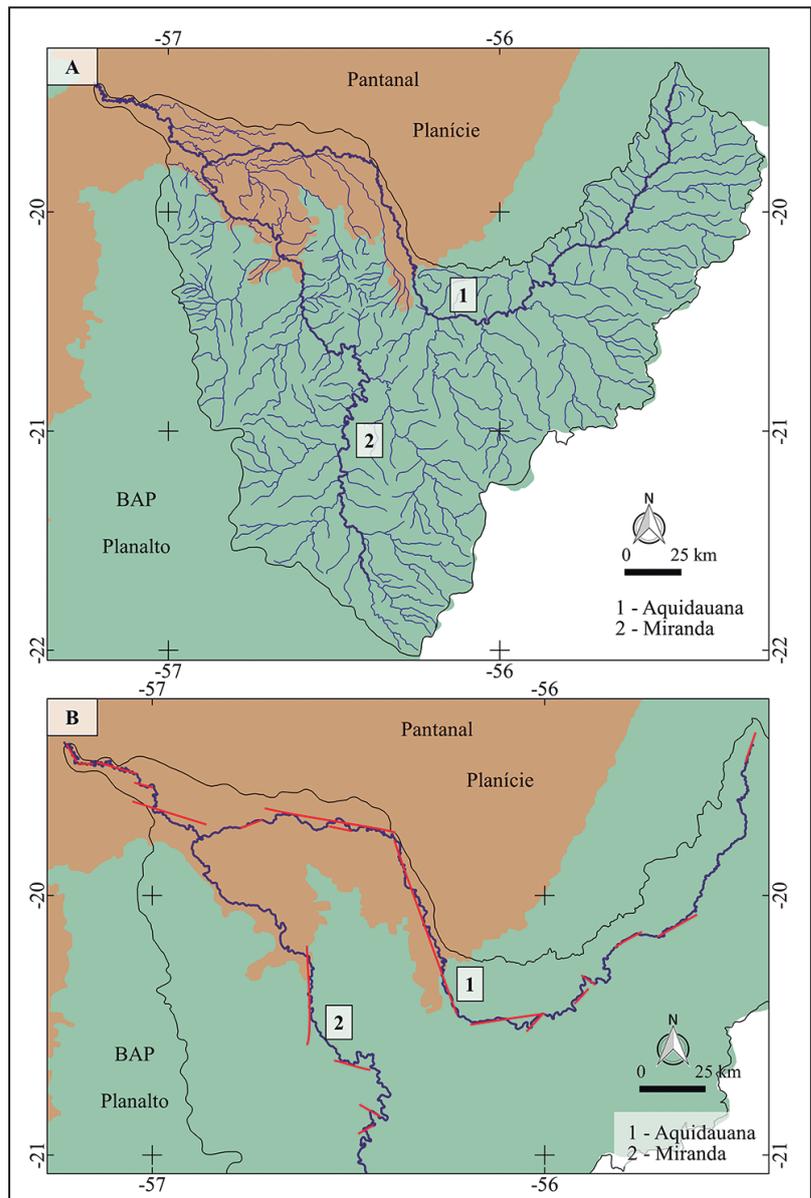


Figura 9 A. Drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Miranda. Sua área no planalto é de aproximadamente 86%, onde apresenta padrão tributário e assimétrico na porção norte. No ponto 1 tem-se o rio Aquidauana e no ponto 2 o rio Miranda. A assimetria mostra-se presente no trecho do planalto do rio Aquidauana. B. O rio Aquidauana (ponto 1) é quase inteiramente condicionado por estruturas, principalmente no trecho em que corre dentro do Pantanal, além de apresentar padrão assimétrico.

O rio São Lourenço tem seus principais formadores nascendo nas serras dos Coroados, do Roncador e das Parnaíbas (Carvalho, 1986). Apresenta ligeira assimetria em seu padrão de drenagem (Figura 13A).

Toda a água coletada pelo rio Vermelho deixa o planalto por meio de um vale estreito, com direção NW, situado a montante de sua confluência com o rio São Lourenço, que corre num vale alinhado na direção NS, paralelo a escarpa que limita o planalto. A rede de drenagem está condicionada por fraturas e falhas, que controlam o traçado dos canais (Corradi, 2011) (Figura 13B).

Dentro do Pantanal, a Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá possui apenas 11.749 km² dos 43.311 km² de sua área total (ANA, 2006). Assim como os demais rios, sua drenagem apresenta padrão tributário na região do planalto e ao adentrar o Pantanal, devido à variação de altimetria, passa a ter padrão distributário, com o aparecimento de diversos canais (Figura 14).

O principal rio da bacia, rio Cuiabá, nasce na Serra Azul e ao adentrar a planície passa a ser condicionado por estruturas até desembocar no rio Paraguai (Figura 15). Assim como na maioria das bacias aqui descritas, apresenta também assimetria.

Controle Estrutural Sobre a Hidrografia do Pantanal, Brasil

Antonio Conceição Paranhos Filho; Camila Leonardo Miotto; Rômulo Machado;
Fábio Veríssimo Gonçalves; Vinicius de Oliveira Ribeiro; Alfredo Marcelo Grigio & Normandes Matos da Silva

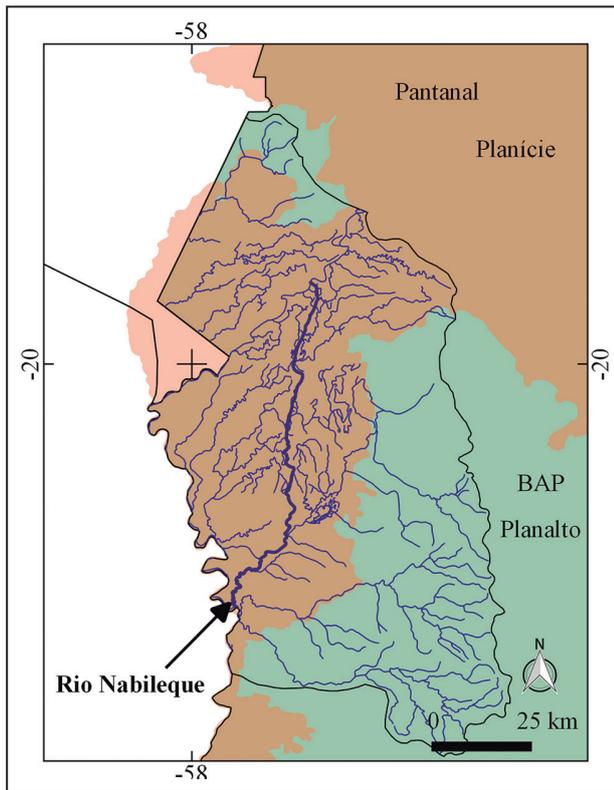


Figura 10 Bacia Hidrográfica do rio Nabileque. A maior parte da Bacia Hidrográfica do rio Nabileque situa-se na planície pantaneira. Nessa região, o padrão é distributário.

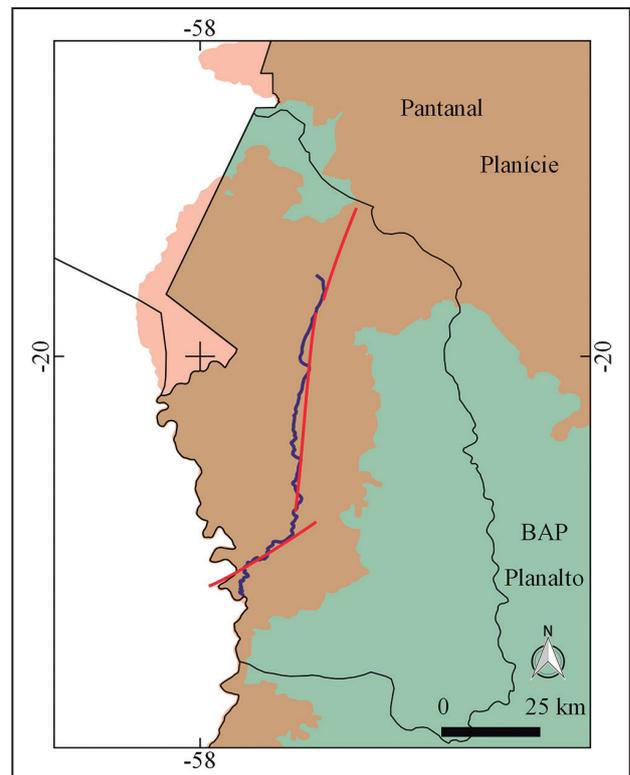


Figura 11 O rio Nabileque flui na direção NS, onde anteriormente corria o rio Paraguai. Também é condicionado por lineamentos estruturais e apresenta-se assimétrico.

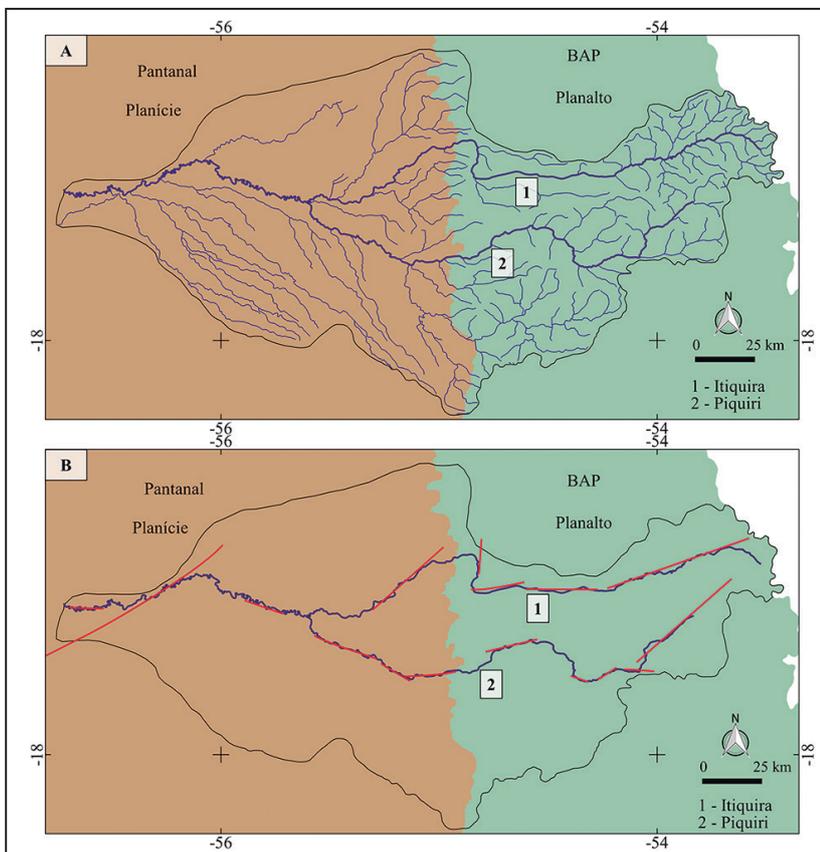


Figura 12 A. Drenagem que compõe a Bacia Hidrográfica do rio Itiquira. O ponto 1 indica o rio que dá o nome à bacia e o ponto 2 indica seu principal afluente, o rio Piquiri. Parte sul da bacia compreende o leque do rio Taquari. A assimetria também está presente nessa bacia. B. rio Itiquira (ponto 1) e rio Piquiri (ponto 2). Ambos encontram-se condicionados por lineamentos estruturais.

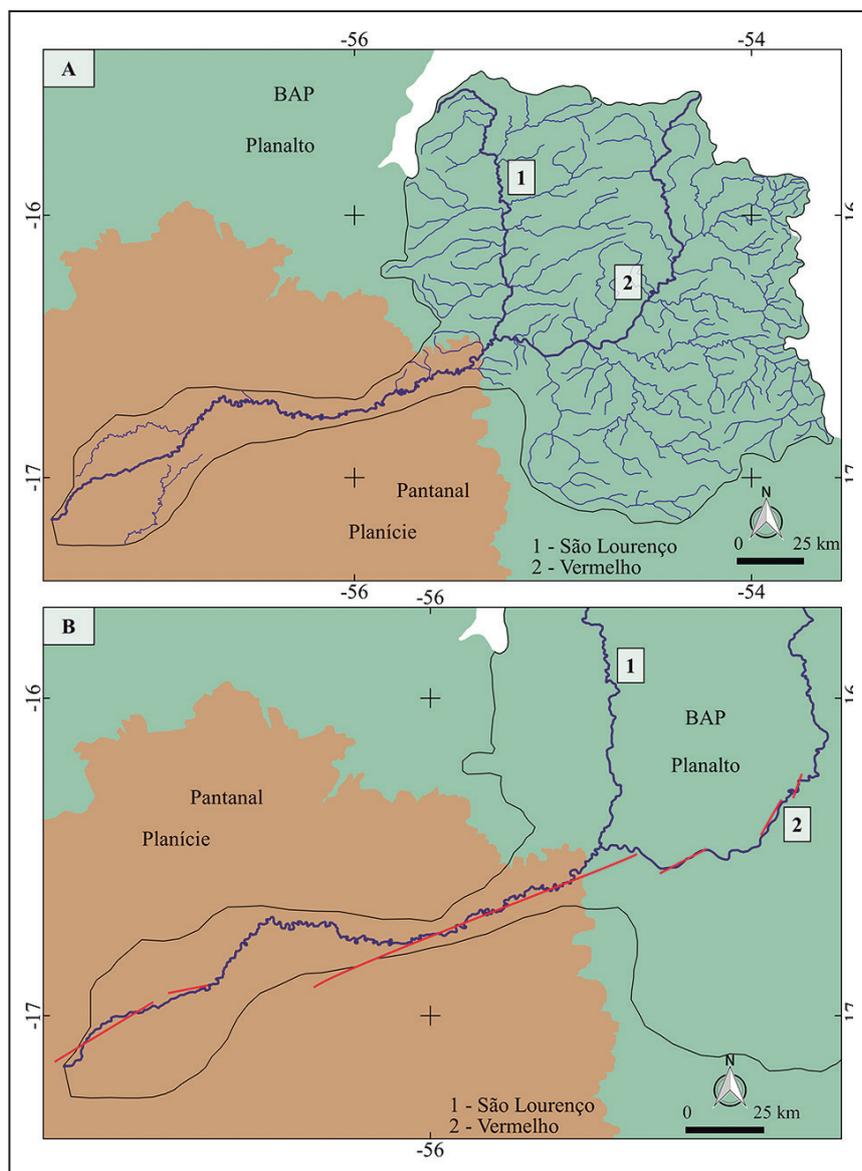


Figura 13 A. Bacia Hidrográfica do rio São Lourenço (ponto 1) e seu principal afluente, o rio Vermelho (ponto 2). Ao adentrar a planície, a bacia sofre um “estrangulamento” pelos planaltos (Corradini, 2011) e o rio São Lourenço passa a ser meandrante. B. O rio São Lourenço, a partir do momento que adentra a planície pantaneira, corre encaixado, com padrão meandrante.

A Bacia Hidrográfica do Paraguai Superior compreende a área de drenagem formada pelo trecho superior do rio Paraguai e também pelo rio Corixo Grande. Nessa bacia tem-se a presença do Leque do Corixo Grande, formado por canais distributários em padrão radial, na região de Cáceres, MT. A maior parte dessa bacia encontra-se no Pantanal, com 22.208 km² dos 31.591 km² totais (Figura 16A).

O padrão assimétrico é também uma característica dessa bacia. O condicionamento do rio Paraguai, em todo seu trajeto, é apresentado na Figura 4. O rio Corixo Grande é intensamente controlado por estruturas (Figura 16B).

4 Conclusões

A partir dos resultados apresentados neste trabalho é possível concluir que o sistema de drenagem do Pantanal configura-se de forma diferenciada quando comparado ao seu entorno. O sistema de drenagem de todas as bacias que adentram a planície pantaneira apresenta modificações, passando de tributário (no planalto) para distributário (na planície).

Nota-se que a neotectônica tem papel preponderante no condicionamento dos principais rios do Pantanal e, portanto, para toda a bacia hidrográfica pantaneira, já que todos os grandes

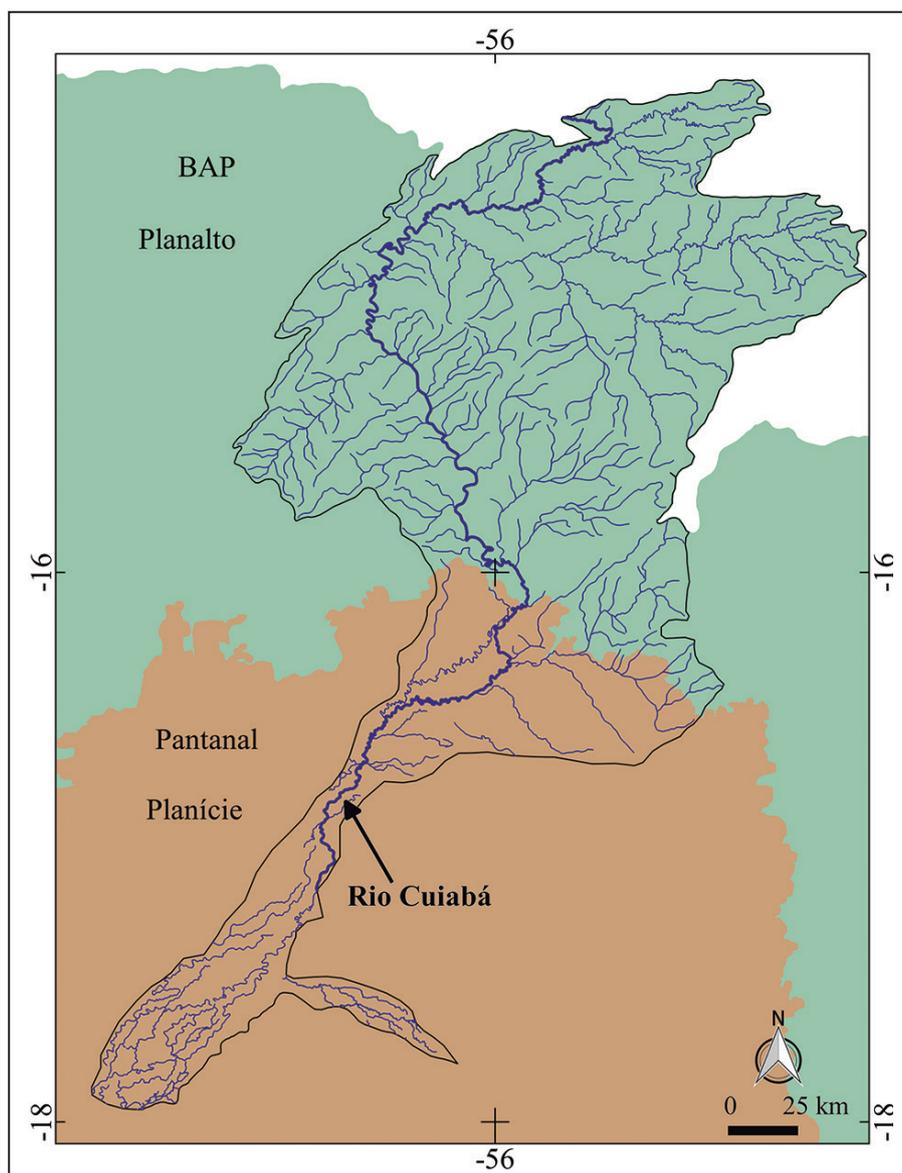


Figura 14 A Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá, assim como a do rio São Lourenço, sofre um "estrangulamento" ao adentrar o Pantanal, apresentando também assimetria.

rios possuem controle estrutural. A maioria dos rios dentro do Pantanal segue a direção leste-oeste, sendo que somente em suas bordas a direção é norte-sul, como no caso do rio Paraguai.

Outro fator que remete à presença da neotectônica na região é o fato das bacias apresentarem padrão de drenagem assimétrico. Todas as bacias hidrográficas analisadas nesta pesquisa, que adentram o Pantanal, apresentam tal característica.

Cabe destacar que alguns trabalhos citados já mencionam que algumas drenagens do Pantanal são influenciadas por lineamentos tectônicos, como o rio Paraguai, por exemplo. Porém, este trabalho aborda aspectos inéditos, pois analisa de maneira geral todos os grandes rios que adentram a planície pantaneira.

Destaca-se também que os dados aqui discutidos, foram obtidos por diferentes autores, e que, a rede de drenagem obtida de forma automática e os lineamentos estruturais de forma manual, por meio da fotointerpretação de imagens. Mesmo assim é possível identificar a relação entre eles.

5 Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de CLM e ao CNPq pelos recursos do projeto MCTI/CNPq/Universal 14-2014 (processo 446058/2014-9) e pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa (Proc. 300423/82-9, de R. Machado, e Proc. 304122/2015-7, de A.C. Paranhos F^o).

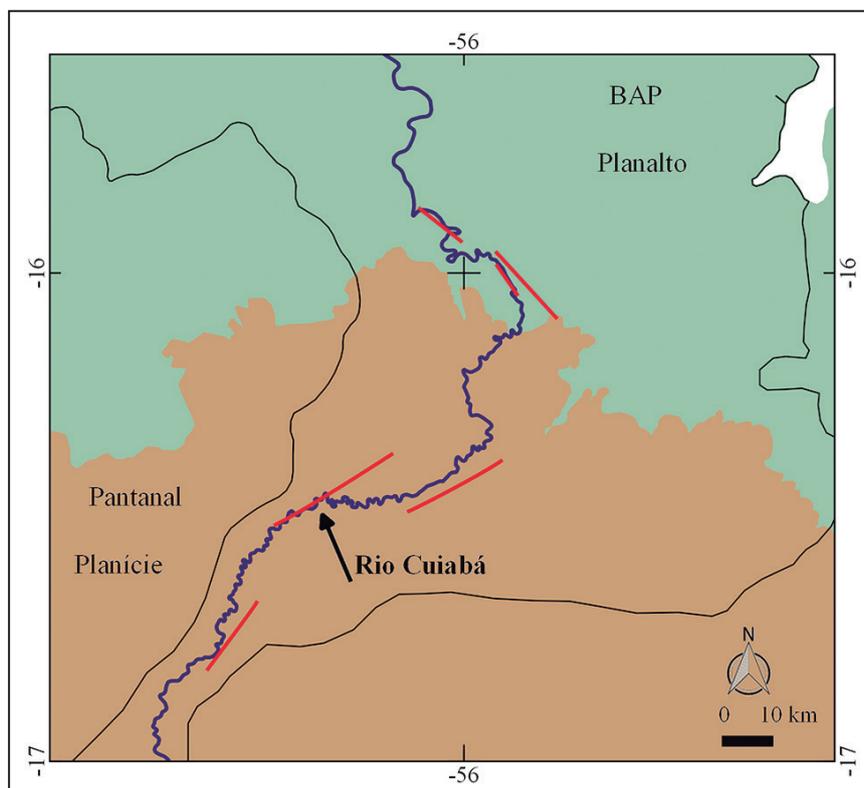


Figura 15 O rio Cuiabá, à medida que flui para o rio Paraguai, mostra-se confinado em estruturas, tornando-se meandrante na planície pantaneira.

6 Referências

- Ab'Saber, A.N. 1988. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. *Revista Brasileira de Geografia*, 50(2): 9-57.
- Almeida, B.S.; Machado, R.; Mioto, C.L.; Oliveira, J.R.S.; Saad, A.R.; Facincani, E.M. & Paranhos Filho, A.C. 2015. Geotecnologias e sismos no Pantanal. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 15, e INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECTONICS, 9, Vitória, 2015. *Anais*, p. 404-407.
- ANA. 2006. Agência Nacional de Águas. *Limites das bacias hidrográficas*. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>.
- ANA. 2012. Agência Nacional de Águas. *Cursos d'água*. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>.
- Assine, M.L. 2003. *Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil*. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Tese de Livre Docência, 106p.
- Assine, M.L. 2010. Pantanal Mato-Grossense: uma paisagem de exceção. In: MODENESI-GAUTTIERI, M.C.; BARTORELLI, A.; MANTESSO NETO, V. & CARNEIRO, C.D. R. (eds.). *A Obra de Aziz Nacib Ab'Saber*, SÃO PAULO: BECA, p. 464-489.
- Assine, M.L. & Soares, P.C. 2004. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. *Quaternary International*, 114(1): 23-34.
- Assumpção, M. & Suárez, G. 1988. Source mechanisms of moderate-size earthquakes and stress orientation in mid-plate South America. *Geophysical Journal International*, 92(2): 253-267.
- Assumpção, M.; Loper, A.E.V.; Zevallos, I.; Ferreira, J.M. & Nascimento, A. 2009a. Intraplate Stress Field in Brazil from Earthquake Focal Mechanisms. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL EN HOMENAJE A ALBERTO GIESECKE, Lima, 2009. *Anais*.
- Assumpção, M.; Fernandes, C.M. & Facincani, E.M. 2009b. O sismo do Pantanal de 15/06/2009 de magnitude 4,8. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOFÍSICA, 11, Salvador, 2009. *Anais*.
- Branner, J.C. 1912. Earthquakes in Brazil. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2(2): 105-117.
- Carvalho, N.O. 1986. Hidrologia da bacia do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 1, Corumbá, 1986. *Anais*, p. 43-49.
- Corradini, F. A. 2011. *Geomorfologia fluvial, mudanças ambientais e evolução do megaleque do Rio São Lourenço, Quaternário Pantanal Mato Grossense*. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Tese de Doutorado, 164p.
- Cox, R.T. 1994. Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. *Geological Society of America Bulletin*, 106(5): 571-581.
- Etchebehere, M.L.; Saad, A.R.; Fulfaro, V.J. & Perinotto, J.A.D.J. 2004. Aplicação do índice "relação declividade-extensão – RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, 4(2): 43-56.
- Etchebehere, M.L.; Saad, A.R.; Santoni, G.; Casado, F.C. & Fulfaro, V.J. 2006. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no Vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (relação

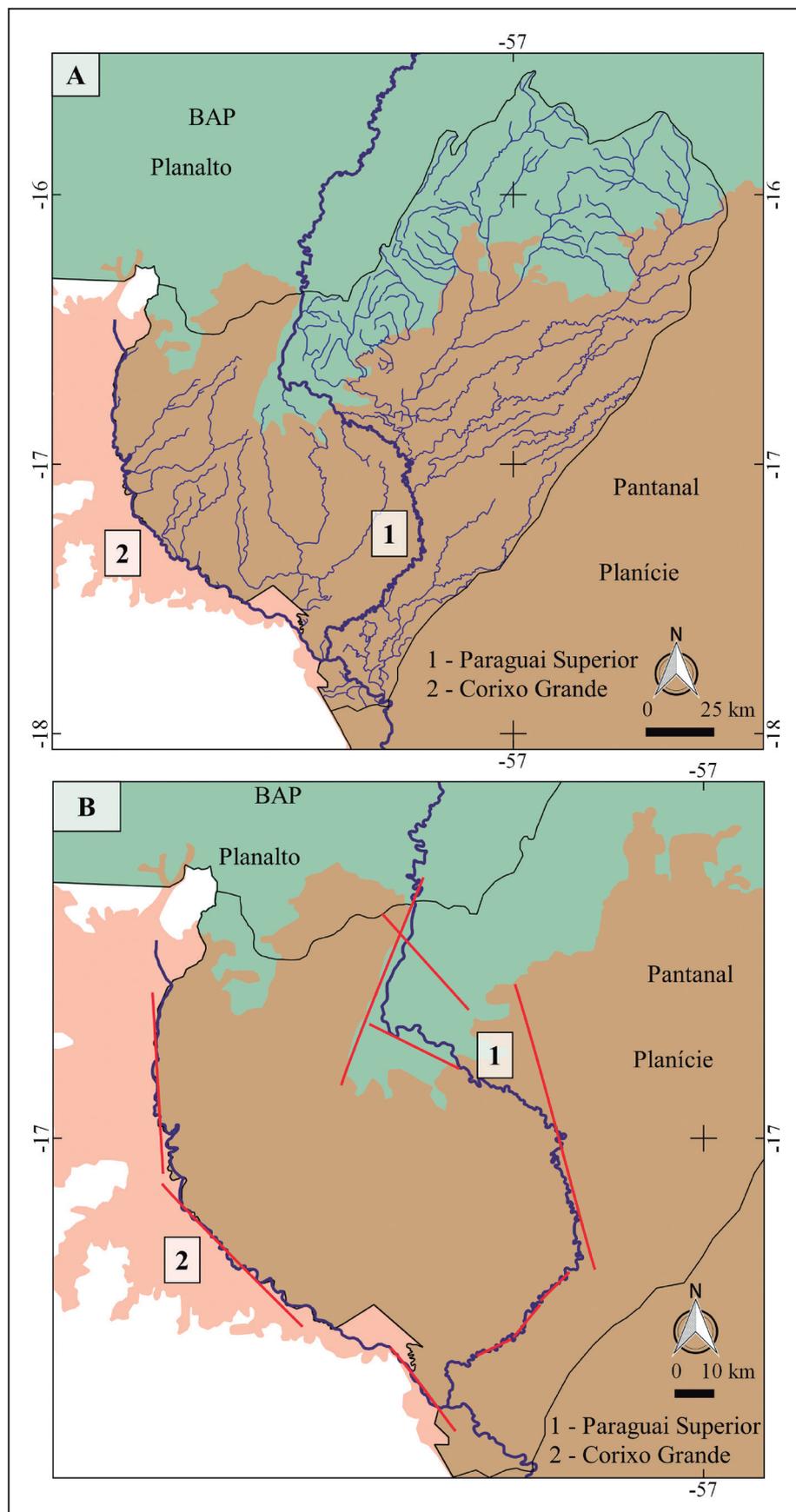


Figura 16 A. Bacia Hidrográfica do Paraguai Superior e seu padrão de drenagem assimétrico. O ponto 1 indica o trecho do rio Paraguai dentro da bacia e o ponto 2 indica o rio Corixo Grande. B. O rio Paraguai (ponto 1) é condicionado quase inteiramente por estruturas, assim como o rio Corixo Grande (ponto 2).

Controle Estrutural Sobre a Hidrografia do Pantanal, Brasil

Antonio Conceição Paranhos Filho; Camila Leonardo Mioto; Rômulo Machado;
Fábio Veríssimo Gonçalves; Vinicius de Oliveira Ribeiro; Alfredo Marcelo Grigio & Normandes Matos da Silva

- declividade-extensão) em segmentos de drenagem. *Revista de Geociências da UNESP*, 25(3): 271-287.
- Facincani, E.M.; Assine, M.L.; Silva, A.; Zani, H.; Araújo, B.C. & Miranda, G.M. 2006. Gemorfologia fluvial do leque do Rio Aquidauana, borda sudeste do Pantanal, MS. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 13, 2006. Anais, p. 175-181.
- Facincani, E.M.; Assumpção, M.S.; Assine, M.L. & França, G.L.S.A. 2011. Sismicidade da Bacia do Pantanal Mato-Grossense. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS (SNET)*, 13, Campinas, 2011. Anais.
- Hasui, Y. 1990. Neotectônica aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. *In: WORKSHOP SOBRE A TECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO*, 1, Belo Horizonte, 1990. *Anais*, p. 1-31.
- Hasui, Y. 2010. A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. *Geociências (São Paulo)*, 29(2): 141-169.
- Hiruma, S.T. & Ponçano, W. 1994. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG. *Revista do Instituto Geológico*, 15(1-2): 49-57.
- HOBBS, W.H. 1904. Lineaments of the Atlantic border region. *Geological Society of America Bulletin*, 15(1): 483-506.
- IAG. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. USP. <http://www.iag.usp.br/>
- Kuerten, S.; Assine, M.L.; Corradini, F.A.; Gradella, F.S.S. & Silva, A. 2009. Rio Nabileque: antigo curso do Rio Paraguai. *In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL – GEOPANTANAL*, 2, Corumbá, 2006. Anais, p.194-201.
- Kuerten, S. 2010. *Evolução geomorfológica e mudanças ambientais no Megaleque do Nabileque, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense*. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Tese de Doutorado, 96p.
- Kuerten, S. & Assine, M. L. 2011. O Rio Paraguai no Megaleque do Nabileque, sudoeste do Pantanal Mato-Grossense, MS. *Revista Brasileira de Geociências*, 41(4): 642-653.
- Macedo, H.deA.; Assine, M.L.; Silva, A.; Pupim, F.N.; Merino, E.R. & Stevaux, J.C. 2014. Mudanças paleo-hidrológicas na planície do Rio Paraguai, Quaternário do Pantanal. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(1): 75-85.
- Mendes, D. 2008. *Filtros passa-baixas ponderados e dados SRTM aplicados ao estudo do Pantanal da Baixa Nhecolândia, MS: aspectos tectônicos e de distribuição de lagoas hipersalinas*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado.
- Mioto, C.L.; Albrez, E.A.; Paranhos Filho, A.C. 2012. Contribuição à caracterização das sub-regiões do Pantanal. *Revista Entre-Lugar*, 8: 165-180.
- Moura, T.C; Marques Neto, R.; Oliveira, T.A. de & Reis, Á.V.P. 2013. Aplicação do índice “Relação Declividade x Extensão do Curso” (RDE) na Bacia Hidrográfica do Rio Lourenço Velho (MG) como subsídio à detecção de deformações neotectônicas. *Revista de Geografia*, 3(1): 1-8.
- O’Leary, D.W.; Friedman, J.D. & Pohn, H.A. 1976. Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. *Geological Society of America Bulletin*, 87(10): 1463-1469.
- Paranhos Filho, A.C.; Nummer, A.R.; Albrez, E.A.; Ribeiro, A.A. & Machado, R. 2013. A study of structural lineaments in Pantanal (Brazil) using remote sensing data. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85(3): 913-922.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. 2015. QGIS Geographic Information System.
- Salamuni, E.; Ebert, H.D. & Hasui, Y. 2004. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(4): 469-478.
- Silva, A.; Souza Filho, E.E. & Cunha, S.G. 2008. Padrões de canal do Rio Paraguai na região de Cáceres (MT). *Revista Brasileira de Geociências*, 38(1): 167-177.
- Souza, K.V. ; Souza, J.S.de; Facincani, E.M.; Almeida, T.I.R.; Mioto, C.L.; Souza, G.F. & Paranhos Filho, A.C. 2009. Aplicação de geotecnologias na avaliação das mudanças recentes no curso do Rio Negro, no Pantanal Sul-Matogrossense. *In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL*, 2, Corumbá, 2009. Anais, p. 304-313.
- Souza, L.S.B. & Rossetti, D.F. 2011. Caracterização da rede de drenagem na porção leste da Ilha do Marajó e implicações tectônicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12(1): 69-83.
- Summerfield, M.A. 1991. *Global geomorphology*. New York: Harlow, England and New York: Longman and Wiley.
- Zani, H. & Assine, M.L. 2011. Paleocanais no megaleque do rio Taquari: mapeamento e significado geomorfológico. *Revista Brasileira de Geociências*, 41(1): 37-43.