



www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 3 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i3.813>



FORMAS E PROCESSOS FLUVIAIS ASSOCIADOS AO PADRÃO DE CANAL MEANDRANTE: O BAIXO RIO DO PEIXE, SP

FLUVIAL FORMS AND PROCESSES ASSOCIATED TO MEANDERING CHANNEL PATTERN: THE LOWER PEIXE RIVER, SP

Eduardo Souza de Moraes

*Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista
Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, São Paulo, CEP: 19060-900, Brasil
Email: msedu.ge@gmail.com*

Paulo Cesar Rocha

*Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista
Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, São Paulo, CEP: 19060-900, Brasil
Email: pcrocha@fct.unesp.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
11/08/2015
Aceito (Accepted):
09/03/2016

Palavras-chave:

Rio Meandrante; Unidade Geomórfica; Terraço; Planície de Inundação; Áreas Úmidas; Rio do Peixe.

Keywords:

Meandering River; Geomorphic Unit; Terrace; Floodplain; Wetland; Peixe River.

Resumo:

Este estudo teve como objetivo identificar e caracterizar as formas e os processos fluviais dominantes associados ao padrão de canal meandrante no vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe, estado de São Paulo. As interpretações geomorfológicas foram baseadas em imagens orbitais, fotografias de sobrevoo, dados hidrológicos e levantamentos em campo. No vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe foram caracterizadas unidades de terraços, planície de inundação e canais, ordenados como 1º táxon. Nessas unidades encontram-se sub-unidades denominadas de unidades geomórficas, como por exemplo, na planície de inundação ocorrem paleocanais, lagos em ferradura e bacias de inundação, estas últimas, portanto ordenadas como 2º táxon. Também foram descritos como de 2º táxon a faixa de meandros, leque de espraiamento e leque aluvial. Na unidade do canal destacam-se as barras fluviais, principalmente, as barras em pontal, características dos rios meandrantos, além de barras centrais e laterais. Essas informações integradas em uma perspectiva hierárquica permitiram associar algumas morfologias como indicadoras de estágios evolutivos desse sistema fluvial. A dinâmica fluvial do padrão meandrante do rio do Peixe construiu formas, resultando em um mosaico de áreas úmidas de distinta morfogênese. O estudo demonstra que tanto fatores naturais como antrópicos exercem influência nas morfologias do vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe.

Abstract:

The aim of this study is to identify and characterize forms and processes associated to the meandering channel pattern in the alluvial valley of the Lower Peixe River, São Paulo State, Brazil. Geomorphological interpretations were based on orbital images, overflight photos, hydrological data and field works. In the alluvial valley

of the Lower Peixe River were characterized units of terraces, floodplain and channels. In these units are found forms described as geomorphic units, for example, in floodplain are present, mainly paleochannels, oxbow-lakes and backswamps. Others geomorphic units are crevasse splay, alluvial fan and meandering belt. In the channel unit we documented fluvial bars, such as, point, central and lateral bars. These integrated information on morphology, and in a hierarchical perspective, allowed us to understand evolution aspects of this fluvial system. The dynamic of meandering pattern in the Lower Peixe River constructed forms and processes associated, mainly, with channel changes, that resulted in a mosaic of wetlands of distinct morphogenesis. The study shows that both natural as anthropogenic factors influence the morphology in the alluvial valley of the Lower Peixe River.

1. Introdução

Rios meandrantés, especialmente aqueles que fluem em planícies de inundação amplas, podem ser bastante dinâmicos e capazes de construir uma variedade de formas em função das mudanças do canal fluvial. De acordo com a evolução do sistema fluvial, essas transformações na paisagem podem abranger uma diversificada escala temporal e espacial (DeBoer, 1992). Desse modo, o estudo das formas construídas a partir das mudanças do canal contribui para o reconhecimento e o entendimento dos processos e comportamentos fluviais pretéritos (Lane e Richards, 1997; MacMillan e Shary, 2009).

Os terraços, quando presentes, são as morfologias mais antigas do ambiente fluvial. Embora estas morfologias sejam reconhecidas, principalmente pela ausência de retrabalhamento com os fluxos de cheia, a agradação pode ocorrer com eventos catastróficos (Charlton, 2008; Moody e Meade, 2008). Além disso, o alagamento de áreas isoladas nos terraços pode ocorrer durante as cheias, motivado pela saturação do solo, que pode ter o nível do lençol freático elevado ou pelo extravasamento de lagos.

Já as planícies de inundação, principalmente em rios meandrantés, são unidades que podem alcançar grandes extensões, pois a migração do canal retrabalha lateralmente os depósitos (Nanson e Croke, 1992). As atividades morfodinâmicas que atuam no retrabalhamento da planície durante os eventos de cheia foram sumarizados por Zwolinski (1992) em seis estágios: (1) ocorrência de vazões que superam o nível de margens plenas e o aumento do fluxo sub superficial, (2) a inundação na planície, (3) ocorrência de um ou mais picos de vazões máximas, (4) ajustamento da velocidade de fluxo com a propagação da cheia para as unidades geomórficas da planície, (5) diminuição do nível da água em toda a planície seguido de reajuste do fluxo em direção à diminuição com relação ao nível de margens plenas

e (6) processos de evaporação e infiltração de água na planície. Assim, quando tais processos são considerados no estudo de rios meandrantés é possível compreender a dinâmica pela qual o canal passa a modificar a paisagem e também é possível interpretar as morfologias presentes nas paisagens fluviais atuais.

Dentre as unidades geomórficas presentes na planície de inundação, destacam-se, por exemplo, a importância dos lagos em ferradura em processos de conectividade, manutenção de áreas úmidas e transferência de sedimentos. O corte de pedúnculo dos meandros, que origina este tipo de lago, reflete processos deposicionais que ocorrem na planície de inundação e que podem durar de anos até séculos (Gagliano e Howard, 1984). Essa variação da fase de abandono do meandro e, outros fatores como a altitude do lago na planície de inundação, por sua vez são importantes no controle da conectividade hidrológica na planície de inundação. Por outro lado a distância lateral destes lagos com o canal possui pouca influência (Phillips, 2011; Hudson *et al.* 2012). Tais indicações sobre o controle na conectividade destas unidades geomórficas possibilitam compreender a variação de energia do fluxo durante as cheias, o que implica no tipo de depósitos de cada unidade geomórfica.

No canal fluvial, as barras fluviais são as principais formas observadas na superfície. A remobilização destas unidades geomórficas recebe influência, principalmente, das vazões máximas (Santos *et al.* 1992; Santos e Stevaux, 2000; Luchi *et al.* 2010; Souza Filho e Rigon, 2012). Em rios meandrantés, o modelo de fluxo helicoidal dos meandros tende a resultar no predomínio de barra em pontal (Charlton, 2008), podendo também estabelecer-se a barra lateral e a central, de acordo com o grau de sinuosidade e a energia do canal (Hooke, 1986; Brierley e Hickin 1991; Santos *et al.* 1992; Luchi *et al.* 2010).

As morfologias do ambiente fluvial podem simi-

larmente fornecer importantes indicadores sobre influências no sistema fluvial como mudanças ambientais e até mesmo as atividades antrópicas. Em diferentes rios as características morfológicas das formas fluviais permitiram, por exemplo, identificar paleocanais na planície de inundação maiores que o canal atual. Este tipo de constatação, por exemplo, tornou-se base para evidenciar distintos regimes paleohidrológicos associados à mudanças climáticas (Cândido, 1971; Justus, 1985; Merino *et al.* 2013).

Do mesmo modo, movimentos tectônicos são associados às características das formas fluviais (Souza Filho, 1993; Fortes *et al.* 2005; Santos *et al.* 2008). O modelo de abandono de meandros com direção preferencial são características associadas ao possível controle tectônico (Leeder e Alexander, 1987). A mudança abrupta da direção geral do canal, formando ângulos retos e meandros encaixados, também suporta a mesma interpretação (Santos *et al.* 2008). A variação longitudinal dessas formas pode indicar o retrabalhamento do canal para atender controles tectônicos específicos (Zanconpé *et al.* 2009). Além disso, a disposição e assimetria de formas fluviais, como terraços e leques aluviais, podem ser indicadores determinantes de influências neotectônicas (Fortes *et al.* 2005).

Até mesmo impactos antrópicos podem ser associados às mudanças das características na morfologia fluvial, como a reativação de canais (Perez Filho e Quaresma, 2011). Há também a morfogênese de formas fluviais que são interpretadas como decorrentes de períodos de intensas mudanças no uso do solo, como a formação de extensos deltas (Maselli e Trincardi, 2013) e o aumento da superfície de lagos em ferradura (Delhomme *et al.* 2013).

O rio do Peixe, tributário da margem esquerda do rio Paraná, no oeste do estado de São Paulo, possui morfologias formadas por distintas influências. Em segmentos do seu alto e médio curso, a formação de terraços é associada ao controle de atividades neotectônicas (Etchebehere, 2000; Etchebehere *et al.* 2004; 2005; 2006). Por outro lado, intensas mudanças no uso do solo nessa bacia hidrográfica resultaram na formação de leques aluviais (Brannstrom e Oliveira, 2000; Etchebehere, 2000). No baixo curso desse rio, o canal torna-se sinuoso, com a planície de inundação desconfina e preliminares observações indicaram uma intensa dinâmica de retrabalhamento fluvial do canal meandrante (Morais e Rocha, 2012).

Nesta perspectiva, este estudo possui os objetivos de identificar e caracterizar as formas e processos que compõem o vale aluvial do rio do Peixe e avaliar o significado dos aspectos morfológicos para a compreensão da paisagem fluvial. Sumariamente entende-se que com a descrição das características de formas e processos do rio do Peixe possa se avançar no detalhamento e ordenamento hierárquico das morfologias que compõem o vale aluvial de um rio meandrante. Também se pretende contribuir com técnicas e procedimentos que podem auxiliar na identificação e caracterização de formas e processos da paisagem fluvial deste tipo de padrão de canal. Além disso, a avaliação da paisagem fluvial também pode revelar aspectos geomorfológicos de áreas úmidas que sustentam a biodiversidade do Parque Estadual do rio do Peixe.

2. Área em Estudo

O rio do Peixe flui por aproximadamente 380 km, desde suas nascentes na região de Marília, estado de São Paulo, até a sua foz com o rio Paraná, onde a confluência foi inundada pelo reservatório de Porto Primavera a partir do ano de 1998. O baixo curso deste rio, de aproximadamente 70 km de extensão, área em estudo deste trabalho (Figura 1), é marcado pela presença de uma faixa marginal de até 3 km de largura de depósitos fluviais (Perrota *et al.* 2005) que, conseqüentemente, preserva proeminentes morfologias que registram a evolução do sistema fluvial.

Além dos sedimentos do período Quaternário que recobrem o vale aluvial do baixo curso, também há raros afloramentos de rochas ígneas da Formação Serra Geral de eventos vulcânicos ocorridos ao longo do Jurássico e o Cretáceo. Nas demais porções da bacia hidrográfica predominam o recobrimento de arenitos da bacia sedimentar do rio Paraná, depositados durante o período Cretáceo (Perrota *et al.* 2005). O clima na região é definido, de modo geral, por um período quente e úmido e outro com temperaturas mais amenas com diminuição da precipitação. A precipitação média anual é de 1.300 mm em Presidente Prudente, município distante 80 km do segmento estudado. A vazão média mensal do rio do Peixe é influenciada pelo regime da precipitação regional, com maior concentração de fluxo entre os meses de dezembro a fevereiro e a menor entre os meses de julho a setembro (Rocha e Tomasselli, 2012). O fluxo hidrológico da estação fluviométrica de

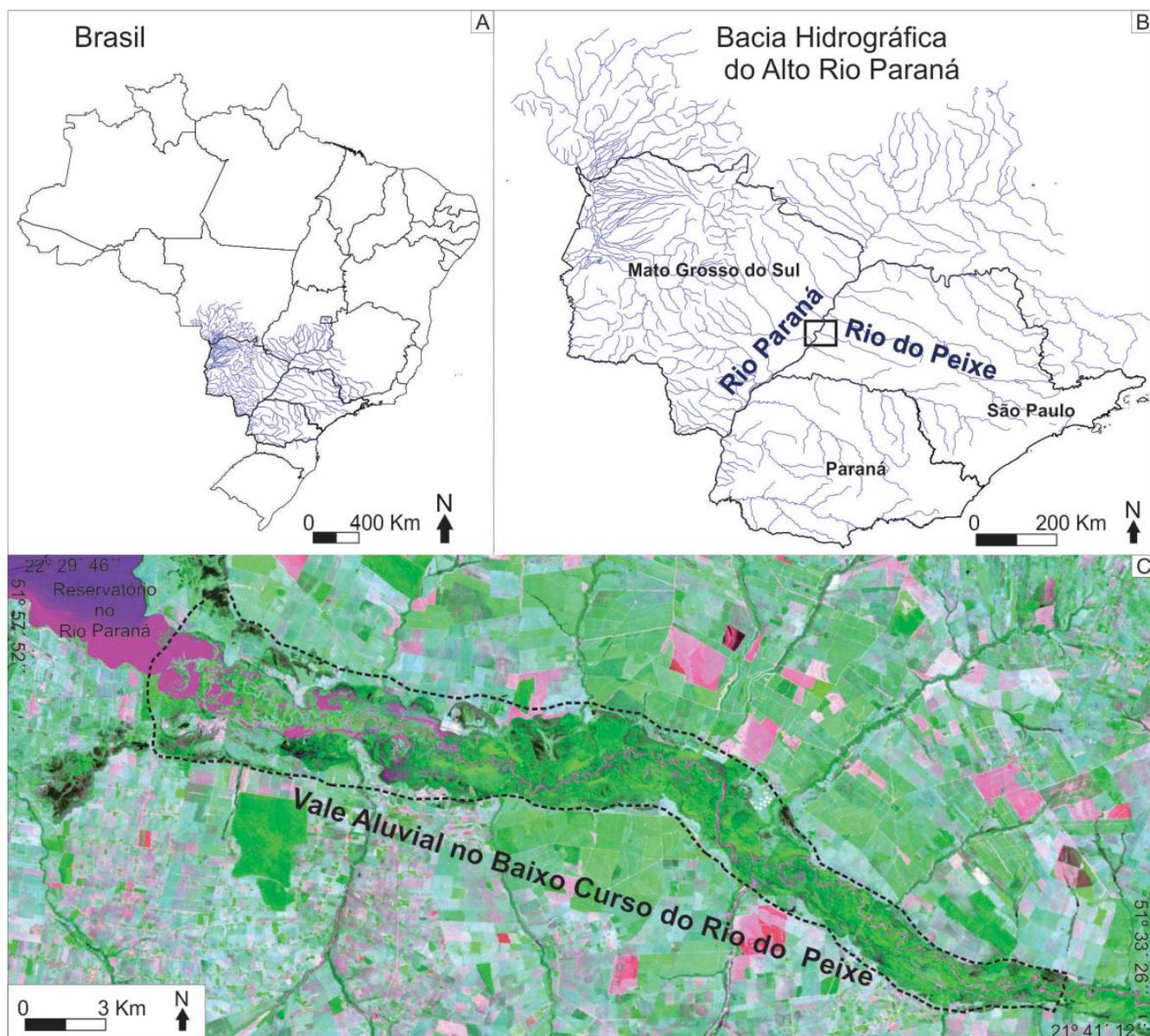


Figura 1 - (A) O rio do Peixe é um dos tributários da margem esquerda do rio Paraná e (B) localiza-se no oeste do estado de São Paulo. (C) No baixo curso do vale aluvial do rio do Peixe (área em estudo delimitada com linha pontilhada) o canal meandrante flui em ampla planície de inundação e é ladeado por terraços. A combinação de bandas (4R 3B 2G) do Landsat denota o contraste entre a carga de sedimentos em suspensão do rio do Peixe e o reservatório do rio Paraná que inundou à confluência a partir do ano de 1998.

Flórida Paulista entre os anos de 1976 e 2013 registra ampla variação da vazão diária, assim como pode ser observado na diferença entre os valores de $Q_{\min} = 9,20 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\max} = 816,50 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{\text{méd}} = 64,23 \text{ m}^3/\text{s}$. Nos limites dos municípios de Ouro Verde e Presidente Venceslau, 30 km a montante de sua foz, o rio possui, respectivamente, largura e profundidade médias, de 63 e 0,79 m.

A unidade de conservação do Parque Estadual do Rio do Peixe (São Paulo, 2002) está contida na área do

vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe. Essa unidade de conservação é de proteção integral e possui rica biodiversidade (SMAESP, 2010). As áreas úmidas, abordadas neste estudo, compõem os habitats de espécies com elevado risco de extinção, como o maior cervídeo da América do Sul (*Blastocerus dichotomus*) e a perda deste tipo de habitat têm sido atribuída como um dos principais riscos a biodiversidade local (Mauro *et al.* 1995; Pinder, 1996; SMAESP, 2010; Andriolo *et al.* 2013).

3. Procedimentos e Materiais

Neste estudo o vale aluvial foi considerado como o conjunto de unidades de terraços, planície de inundação e canal, sendo estes táxons de 1º ordem. Com relação aos canais acrescenta-se ainda a distinção entre canal principal, secundário e tributário. As feições de menor tamanho e que compõe estas unidades são denominadas de unidades geomórficas como, por exemplo, os paleocanais (unidade geomórfica) presentes nos terraços ou planície de inundação (unidade), os leques de espraiamento (unidade geomórfica) presentes na planície de inundação (unidade) e as barras centrais (unidade geomórfica) presentes no canal (unidade). Estas unidades geomórficas constituem-se em táxons de 2º ordem. Essa identificação e classificação geomorfológica é baseada nos estudos de Brierley e Fryirs (2005) e na adaptação de Coffman *et al.* (2011).

Para a identificação e interpretação das formas e processos foram analisados produtos de sensoriamento

remoto, bases cartográficas, fotografias aéreas e fotografias oblíquas (sobrevoos). Esses dados foram interpretados em associação com levantamentos de campo e análise de dados hidrológicos (Tabela 1). Os dados hidrológicos utilizados são referentes à estação fluviométrica de Flórida Paulista (CESP/código 63805000), localizada a 35 km a montante do vale aluvial. A série histórica abrange dados de vazão diária entre os anos de 1976 e 2013. Este conjunto de informações foi utilizado para avaliação do comportamento das morfologias durante a dinâmica de cheia e vazante no vale aluvial do rio do Peixe.

Para realçar a presença de corpos de água no vale aluvial, principalmente associados a unidades geomórficas de bacias de inundação, utilizou-se a aplicação do índice MNDWI (*Modified Normalized Difference Water Index*) em imagens do TM/Landsat-5 (Xu, 2006). Também se utilizou o realce da vegetação com a aplicação do índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (cf. Ponzoni e Shimabukuro, 2007) para identificação de morfologias do ambiente fluvial.

Tabela 1: Produtos cartográficos e suas características associadas com a vazão diária do rio do Peixe na estação fluviométrica de Flórida Paulista.

Produto Cartográfico	Escala	Data	Vazão (m³/s)	Fonte
HRC/CBERS 2	1:30.000	27/11/2007	43,87	www.dgi.inpe
HRC/CBERS 2	1:30.000	05/04/2008	53,56	www.dgi.inpe
HRC/CBERS 2	1:30.000	21/12/2008	43,08	www.dgi.inpe
Dados SRTM	1:50.000	11/02/2000	316,50	earthexplorer.usgs.gov
Fotografias Aéreas	1:25.000	1962	-----	SAA-SP
Fotografias Aéreas	1:20.000	18/12/1978	41,20	CESP
Fotografias Aéreas	1:35.000	1997	-----	Aerocarta S. A.
Quick Bird	1:5.000	30/10/2013	50,18	Google Earth
Quick Bird	1:5.000	17/06/2013	49,79	Google Earth
Lansat 5/TM	1:60.000	17/04/2011	85,72	www.dgi.inpe
Lansat 5/TM	1:60.000	16/06/2004	61,00	www.dgi.inpe
Lansat 5/TM	1:60.000	20/12/2008	33,67	www.dgi.inpe
Lansat 5/TM	1:60.000	25/06/2006	36,95	www.dgi.inpe
Foto Aérea Oblíqua	-----	29/01/2011	129,25	http://www.panoramio.com/photo/49211093
Foto Aérea Oblíqua	-----	29/01/2011	129,25	http://www.panoramio.com/photo/49211130
Foto Aérea Oblíqua	-----	29/11/2011	45,10	http://www.panoramio.com/photo/49209470

4. Resultados e Discussão

No vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe foram identificadas as unidades de Terraço Alto, Terraço Baixo, Planície de Inundação e Canal. Na planície de inundação do rio do Peixe ocorrem as unidades geomórficas de Bacia de Inundação, Lagos em Ferradura, Paleocanais, Diques Marginais, Leques de Espreadimento e Leques Aluviais. No Terraço Baixo também ocorrem paleocanais e leques aluviais enquanto que no Terraço Alto são raras as feições morfológicas de retalhamento fluvial, como paleocanais. Na Figura 2 é possível observar a rica diversidade de morfologias resultantes da dinâmica de mudanças do canal meandrante do rio do Peixe.

Nos dois níveis de **terraços fluviais** observa-se que a topografia é aplainada com suave imbricação em direção ao canal (Figuras 2 e 3). Ao longo do vale aluvial a posição topográfica do Terraço Alto varia entre as cotas de 260 m, próximo à foz, até a cota de 294 m na parte estudada a montante. Já no Terraço Baixo, a variação das cotas altimétricas é menor entre 264 e 276

m, pois próximo ao rio Paraná esta unidade foi inundada com a criação do reservatório de Porto Primavera. Estes terraços possuem contato abrupto com a cobertura pedológica e declive acentuado no contato com a planície de inundação (Figura 3). A interpretação dessas unidades, que possuem disposição escalonada, indica que o sistema fluvial esteve exposto ao menos dois ciclos de incisão do canal fluvial. Em cada um desses eventos, houve o abandono da planície de inundação que deu origem aos terraços.

A presença de dois ou até três unidades de terraços é amplamente reconhecida na bacia do alto rio Paraná e de seus tributários (p. ex. Souza Filho, 1993; Stevaux, 1994; Fortes *et al.* 2005; Sallun *et al.* 2007; Santos *et al.* 2008). No alto curso do rio do Peixe, estas unidades foram identificadas também em mais de um nível e discutidas com foco nos processos neotectônicos que motivaram a sua morfogênese (Etchebehere, 2000). Dentre os níveis de terraço encontrados no baixo curso do rio do Peixe, a posição topográfica do Terraço Alto sugere que esta morfologia possui os depósitos mais



Figura 2 - Fotografia aérea oblíqua do rio do Peixe (disponível em: <http://www.panoramio.com/user/5555326>) com a planície de inundação ativa durante ocorrência de cheia. Fluxo do rio do Peixe da esquerda para à direita, próximo à foz. Ao fundo é possível observar o rio Paraná. Nota-se paleocanais, lagos e bacias de inundação, que compõe à planície de inundação, conectados ao canal.

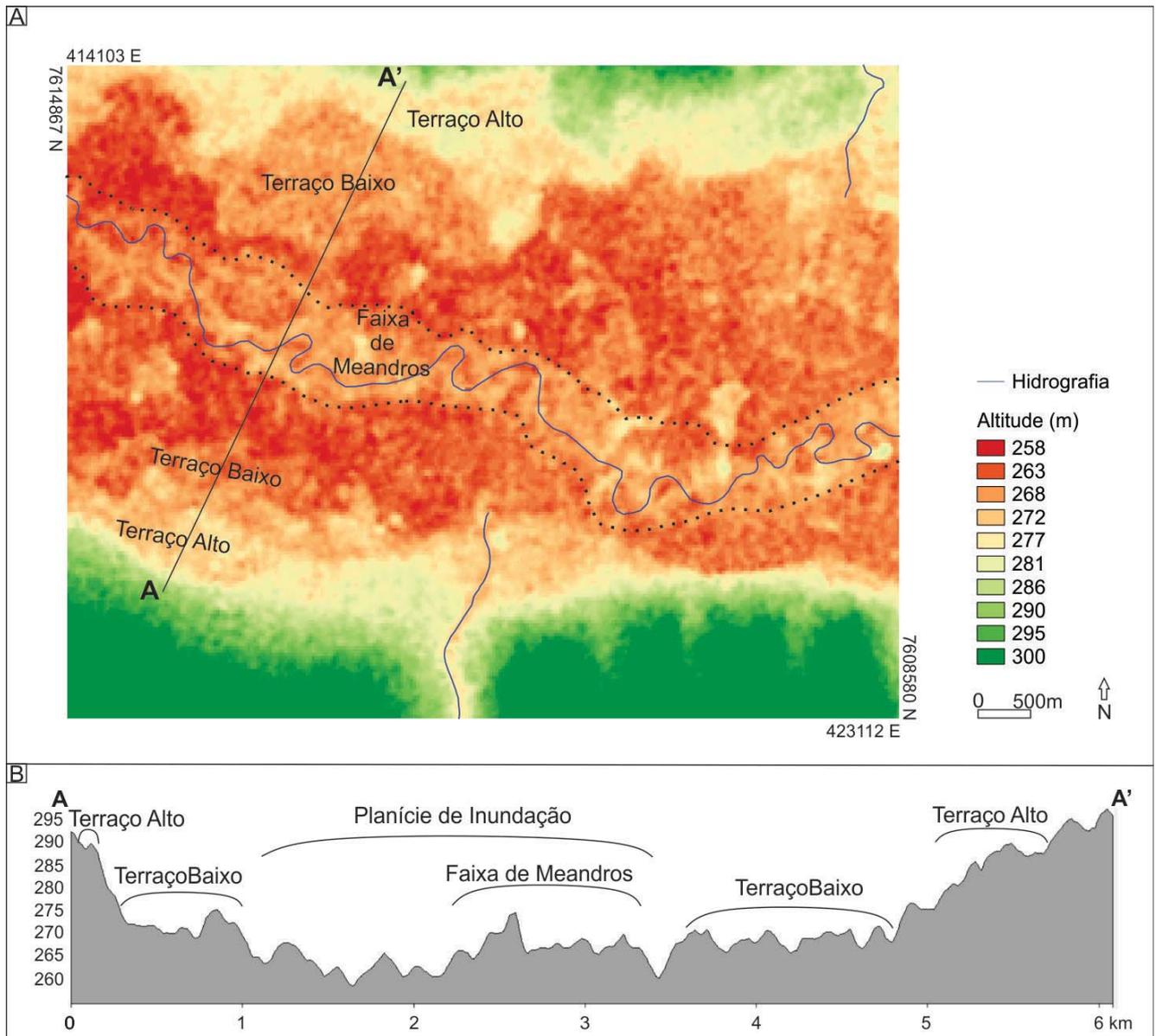


Figura 3 - (A) Trecho do vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe ilustrado com dados SRTM. (B) Principalmente a faixa de meandros é realçada com esses dados em decorrência do dossel florestal sob dique marginal corresponder à elevação da altimetria dos dados SRTM.

antigos. Além disso, nota-se que essa unidade preservou as maiores e mais extensas áreas comparando-se com o terraço adjacente.

Similar ao encontrado por Etchebehere (2000), notou-se junto ao contato com a Formação Vale do rio do Peixe, depressões oriundas de canais abandonados. Estas áreas em períodos de cheia do rio do Peixe possuem fácil reconhecimento por comportarem-se como áreas úmidas (Figura 2). Ambas as unidades de Terraço Alto e Baixo possuem limites em planta que denotam atual estágio erosivo. Esse estágio de erosão dos terraços pode ser confirmado com visitas a trechos em

que a margem convexa do canal do rio do Peixe erode até mesmo o Terraço Alto. Adicionalmente a dinâmica recente dos últimos 46 anos de mobilidade do canal (Morais *et al.* 2012) reforça a constatação de atuação erosiva com a progressiva destruição do Terraço Baixo, indicando que a fragmentação dessa unidade é fonte de sedimentos para a planície.

A **planície de inundação** ocupa a maior área do vale aluvial no rio do Peixe (Figura 2), sendo caracterizada por larguras entre 450 a 3.200 m e variação altimétrica entre 255 a 258 m. A planície de inundação do rio do Peixe é considerada como uma área úmida sazonal,

enquanto que os lagos em ferradura, como os que estão inseridos nesta planície, são classificados como área úmidas permanentes (Ramsar Convention Secretariat, 2013). Na Figura 2 nota-se que a inundação da planície

proporciona a conectividade por intermédio dos lagos, paleocanais e bacias de inundação com o canal. Deste modo, estas unidades geomórficas favorecem que as cheias tenham alcance amplo.

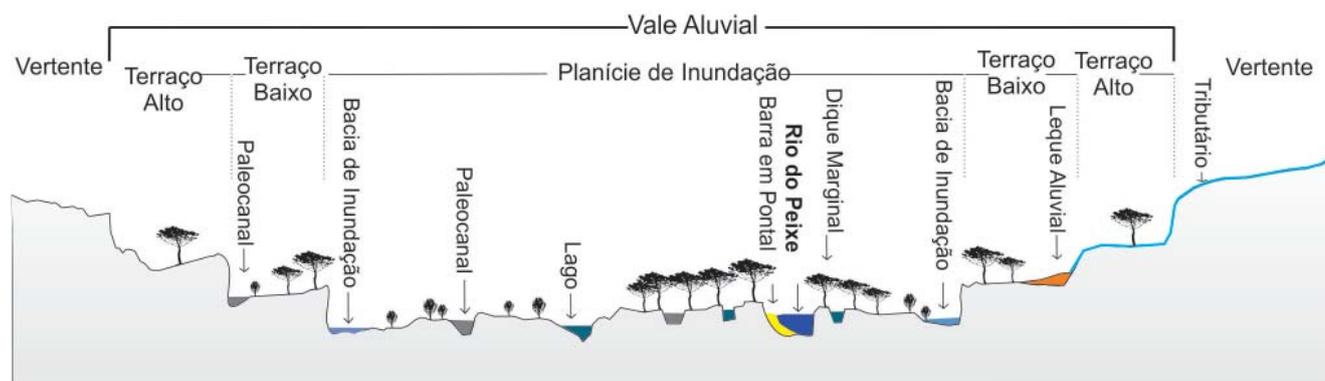


Figura 4 - Perfil esquemático baseado em dados SRTM, levantamentos de campo e imagens orbitais do vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe.

Conforme a proposta de Nanson e Croke (1992) a planície de inundação do rio do Peixe é classificada como do tipo B3c. As características dessa classe incluem extensas áreas de deposição em bacias de inundação adjacente às margens do canal, e a acreção decorrente do intenso processo de migração do canal. Tais características são condizentes com os aspectos identificados na planície de inundação do rio do Peixe.

Na planície de inundação nota-se, adjacente ao canal, em ambas as margens, faixa de aproximadamente 300 m de largura, onde há concentração de lagos em ferradura e paleocanais. No Brasil essa área recebe a denominação de faixa de meandros, em clássico estudo sobre os meandros do rio Aguapeí, SP (Cândido 1971), e cinturão de meandros, usada em estudos de rios do Pantanal (Merino *et al.* 2013; Macedo *et al.* 2014).

Com a avaliação dos produtos cartográficas em intervalo de aproximadamente meio século (1962-2008) notou-se, no presente estudo, que é nessa área que se conserva o relicto das recentes mudanç as do canal, com exceção das fortes mudanç as provocadas por processos de avulsões. Sobre a faixa de meandros, também se conservam os diques marginais e há a fixa o de estratos arbóreos. Por outro lado, nas adjacências da faixa meandrante, a manutenção da umidade mant m formações arbustivas de menor porte. O efeito do dossel na altimetria com dados SRTM colaborara para evidenciar essa distribuição de estratos florestais na planície de inundação (Figura 3).

As **bacias de inundação** representam as maiores porções alagáveis da planície de inundação do rio do Peixe. Diversos estudos discutem processos geomorfológicos associados a esta unidade geomórfica (cf. Davies-Vollum e Krausb, 2001; Hudson e Colditz, 2003; Brierley e Fryirs, 2005; Hamilton *et al.* 2007; De Campos *et al.* 2013; Souza Filho e Fragal, 2013), porém em poucos destes encontra-se a interpretação e delimita o de características morfológicas que definem estas unidades geomórficas.

As bacias de inundação são definidas, neste estudo, como as áreas mais antigas de abandono do canal, delineadas pela umidade, obliteradas pela dinâmica da planície e conseqüentemente amorfas. Esta unidade geomórfica difere-se dos paleocanais e lagos em ferradura que ainda preservam a geometria sinuosa herdada do canal meandrante. O comparativo de imagens Landsat em períodos de vazante e cheia contribuiu para realçar o papel dessas unidades, que comportam extensas áreas úmidas em períodos de cheia (Figura 5).

As bacias de inundação do rio do Peixe são abastecidas com o fluxo subsuperficial e de cheia, e favorecidas também por tributários que desaguam na planície. A conectividade durante as cheias na planície de inundação estabelece-se principalmente nessas feições. Isso se deve à extensão e também   morfogênese preliminar, que favoreceu o maior retrabalhamento de processos erosivos e deposicionais comparado a demais unidades, como paleocanais e lagos em ferradura.

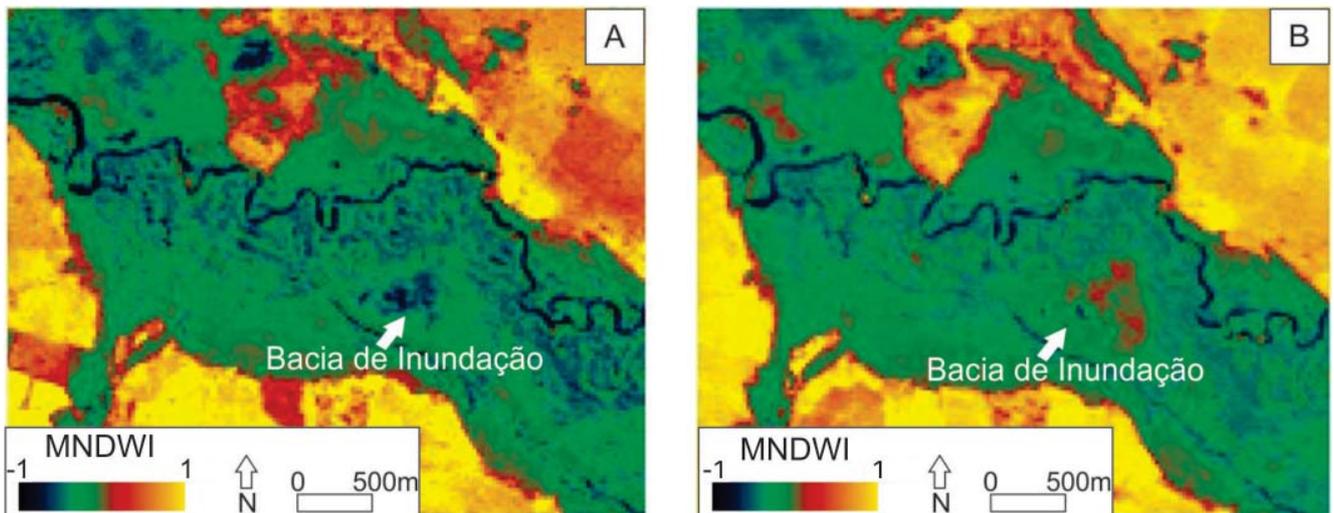


Figura 5 - Imagens Landsat 5 com índice MNDWI que tem como objetivo o realce de corpos de água, utilizado para identificação de bacias de inundação e análise da planície de inundação. (A) Índice aplicado em imagem de 16/06/2004 com vazão média diária de 61 m³/s, e (B) índice aplicado em imagem de 25/08/2006 com vazão média diária 35 m³/s.

Os **paleocanais** foram reconhecidos como feições de depósitos de abandono do canal, com característica depressão topográfica e geometria sinuosa. Ocorrem na planície de inundação do rio do Peixe (Figura 6. A), e em menor quantidade no Terraço Baixo (Figura 6. B). Sendo que nos depósitos de terraço chega a distar até 1 km do canal atual, evidenciando registros de fortes mudanças do sistema fluvial.

Os canais abandonados possuem diferentes geometrias, mas a maioria refere-se ao padrão meandrante em forma de “ferradura”. Seguidos por diminutos trechos, onde o canal possui maior estabilidade e os paleocanais adjacentes possuem forma retilínea. Progressivamente, estas unidades geomórficas são colmatadas, ou recupa-

das pelo canal atual, além disso, frequentemente, recebem fluxo de água e sedimentos durante os eventos de cheia. Observou-se também que os paleocanais possuem largura, até mesmo em terraços, compatível com a atual morfologia do rio do Peixe. Porém, preliminarmente, Justus (1985) apontou no rio do Peixe a existência de paleocanais maiores que o canal do sistema atual.

Neste estudo, as avaliações de fotografias aéreas e imagens orbitais entre os períodos de 1962-1978, 1978-1997 e 1997-2008 demonstraram que a maioria dos abandonos de meandros ou trechos abandonados pelo canal progrediram diretamente para a formação de paleocanais, ao invés da manutenção prévia de ambiente lântico (lago em ferradura).



Figura 6 - Em (A) paleocanais e os lagos em ferradura em diferentes estágios de abandono na planície de inundação e em (B) paleocanal no Terraço Baixo.

Constatou-se também que a aplicação de índices para realçar a umidade nos paleocanais em imagens Landsat 5/TM não demonstrou a eficácia encontrada por Moraes *et al.* (2012). Os paleocanais do rio do Peixe possuem menor largura e comprimento que as unidades identificadas pelos autores na confluência dos rios Ivaí e Paraná. Isso sugere a existência de limiar restritivo entre estes tamanhos de paleocanais com o uso de imagens Landsat.

O **lago em ferradura**, de modo geral, representa o estágio inicial, posterior ao abandono dos meandros, onde há a manutenção do ambiente lântico (Figura 7). Notou-se a presença de lagos em ferradura ainda com canais de ligação que mantêm a conectividade com o rio do Peixe (Figura 7. C-D), e também lagos em ferradura em que houve agradação no canal de ligação e o fluxo foi interrompido, ocorrendo conectividade do lago com a planície somente durante as cheias.

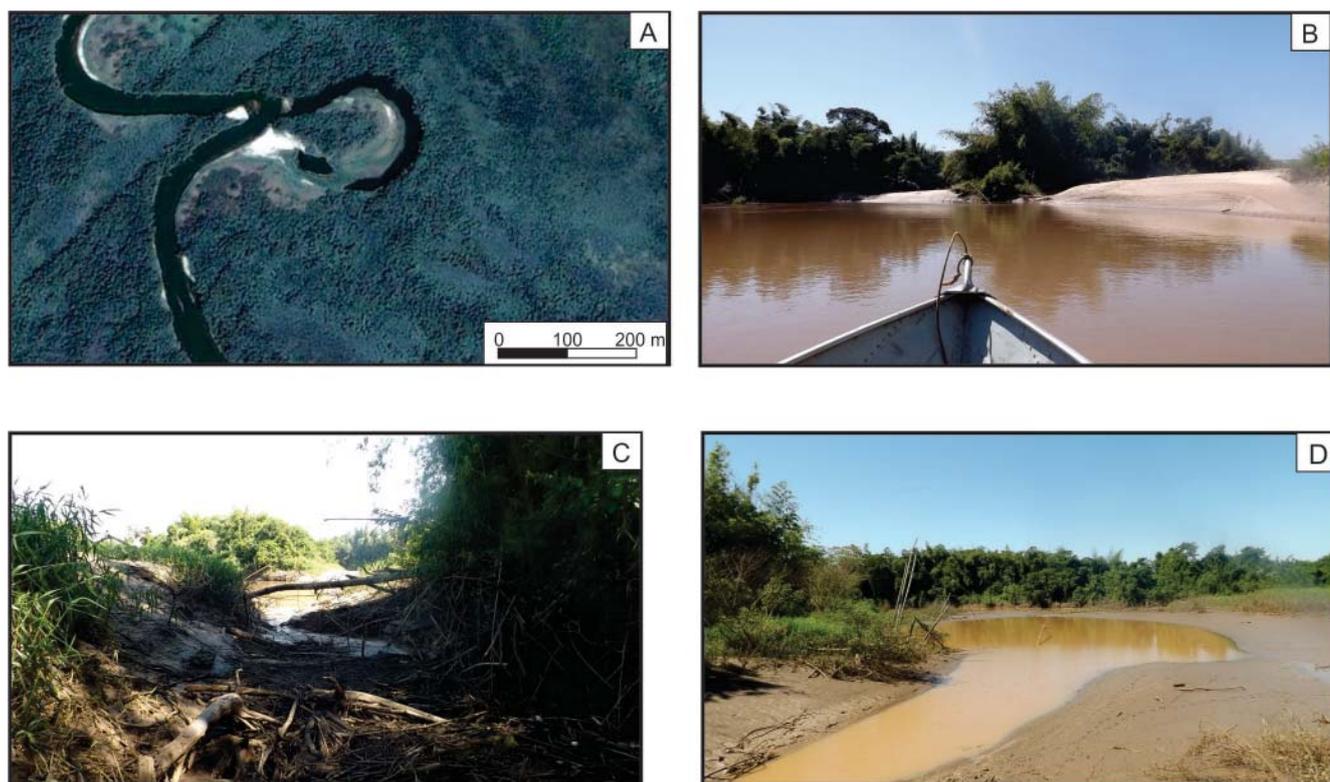


Figura 7 - Conectividade do canal com o lago em ferradura. (A) Lago em ferradura com canal de ligação que mantém o fluxo de água e sedimentos conectado ao rio do Peixe; (B) diques marginais que obstruem a conectividade do canal; (C) canal de ligação entre o rio do Peixe e o lago em meandro e (D) o ambiente lântico do lago em ferradura.

No vale aluvial do rio do Peixe também ocorrem os **leques aluviais**, que são formados pelo fluxo de sedimentos de tributários, sobre as unidades da planície de inundação e terraços. Essas unidades geomórficas podem ser distinguidas facilmente com o uso de imagens orbitais, principalmente devido ao contraste dos depósitos arenosos com a vegetação da planície (Figura 8). Essas feições possuem geometria semicircular e são formadas devido ao desconfinamento do fluxo de tributários no declive entre patamares, geralmente do terraço ou cobertura pedológica para a planície. A drenagem nessa unidade apresenta padrão distributário que promove o preenchimento de depósitos arenosos

oriundos da Formação Vale do rio do Peixe.

Dentre os oito leques aluviais identificados, em cinco atestou-se que a gênese é recente e abrange o intervalo temporal de aproximadamente 50 anos (1962-2008), conforme atestam os produtos cartográficos (Figura 8). Desse modo torna-se plausível associar a morfogênese da unidade com o uso e manejo do solo. Preliminarmente, esta morfologia no alto curso do rio do Peixe já havia sido atribuída ao uso e ocupação do solo (Etchebehere, 2000; Brannstrom e Oliveira, 2000). Entretanto, a presença destas unidades em fotografias áreas de 1962 sugere que estas morfologias possam também ser resultado de mudanças ambientais. Leques

aluviais possuem ampla ocorrência na calha do alto curso do rio Paraná e demais tributários, como no rio Ivinhema e Ivaí. A morfogênese dessas unidades é atribuída à mudança no regime hidrológico decorrente de clima mais seco e precipitação concentrada, e também devido à influência neotectônica, eventos ocorridos longo do Holoceno médio e tardio (Souza Filho, 1993;

Stevaux, 1994).

Os **leques de espriamento** (Figura 9. B), assim como alguns leques aluviais (Figura 9. A), são facilmente identificáveis em imagens de satélite devido ao contraste dos sedimentos arenosos em comparação a vegetação da planície de inundação. Esses depósitos recobrem a planície por até 240 m de comprimento.

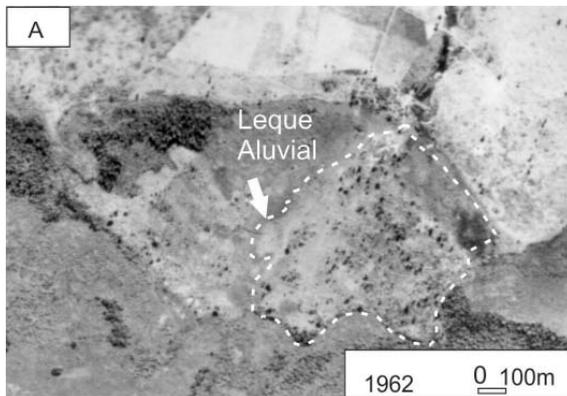


Figura 8 - (A-B) Leque aluvial com processos deposicionais anterior ao ano de 1962 e (C-D) leque aluvial formado posterior ao ano de 1962. Nestas duas últimas fotos também nota-se o paleocanal reocupado pelo canal secundário.



Figura 9 - Em (A) leque aluvial ativo sobre a planície, e em (B) leques de espriamento (crevasse splay) no canal secundário formado pelo processo de avulsão.

O rompimento do dique com a formação de leques de espraiamento favorece a inundação na planície (Cremon *et al.* 2010). No rio do Peixe, nota-se que posterior ao recobrimento de sedimentos, que caracteriza essa feição, ocorre a formação de áreas úmidas, sugerindo que em cheias os leques de espraiamento também favoreçam a passagem de fluxo para a planície. Ademais, essas unidades também fornecem evidências de energia do canal com forte atividade erosiva. Porém diferente do processo que formou o canal secundário (avulsão), os locais onde ocorre essa unidade são indicativos de incapacidade fluvial de prolongar a erosão nos depósitos da planície

e estabelecer uma nova drenagem.

Os **diques marginais** no rio do Peixe apresentam significativo contraste topográfico na morfologia da planície durante o reconhecimento em campo. A unidade é formada pela acreção vertical em pulsos de cheia, com depósitos de 1 a 2 m sobre a planície que se prolongam por até 5 m perpendiculares ao canal. As observações em campo possibilitaram identificar que a feição a montante do vale aluvial do baixo curso, onde a planície é incipiente, apresenta preenchimento arenoso (Figura 10. B) enquanto que na área em estudo os diques possuem depósitos arenosos sobrepostos à fácies de finos (Figura 10. A e C).

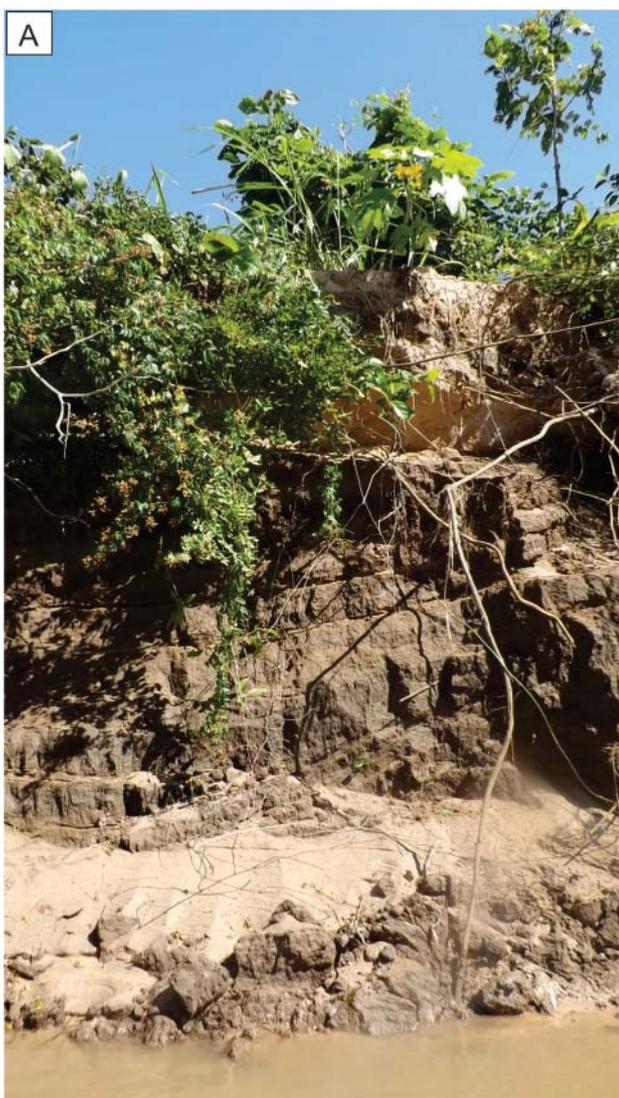


Figura 10 - (A) Depósitos arenosos no topo assentados sobre materiais finos e consistentes na base, (B) canal no alto vale aluvial, a montante da área de estudo, onde há o preenchimento arenoso homogêneo e incipiente do dique marginal e em (C) dique marginal no baixo vale aluvial, onde os depósitos arenosos no topo acentuam o contraste com os sedimentos finos da base.

A unidade de **canal fluvial** no vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe foi distinguida entre o canal principal, secundário e os tributários. O canal do rio do Peixe flui por aproximadamente 70 km no vale aluvial, onde predominantemente recorta sedimentos da planície de inundação, favorecendo o aumento de sua sinuosidade. Essa última característica é notória no início do vale aluvial no baixo curso do rio do Peixe (Figura 11).

Ao longo do canal do rio do Peixe nota-se a paisagem típica (Figura 11. A), onde as margens são elevadas com a agradação nos diques, propiciando suave elevação com gradual diminuição em direção

à parte distal da planície. Essas características podem ser observadas com o posicionamento das formações florestais ao fundo em nível altimétrico inferior. Nesses segmentos, vazões superiores ao nível de margens plenas favorecem a inundação de grandes proporções da planície, estendendo-se até pouco mais de 3.000 m. Por outro lado, há segmentos onde o canal está erodindo os depósitos do terraço e as inundações são limitadas (Figura 11. B). Também se ressalta, que apesar do rio fluir sobre aluviões, foram observados afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral (Figura 11. C) em diminutos segmentos.



Figura 11 - (A) Nota-se o posicionamento das formações florestais ao fundo em nível inferior aos diques marginais, (B), trecho em que o canal está erodindo a unidade do Terraço Baixo, e em (C), afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral na margem direita.

O rio do Peixe exibe segmento bifurcado restrito que formou um **canal secundário** de 14,5 km de extensão (Figura 12. A). Esse canal secundário flui paralelo ao rio do Peixe e se conecta novamente ao canal principal. A avulsão que deu origem a esse canal ocorreu entre 1962 e 1978 com o rompimento do dique marginal e notou-se que o canal secundário estabeleceu-se como parte da drenagem entre os anos de 1978 e 1985 (Figura 12. B-C).

Como causa da extensão deste **processo de avulsão** e de estabelecimento do canal secundário destaca-se a ocorrência de unidades geomórficas presentes na planície de inundação (Figura 12. C). A direção na qual o canal secundário, resultado desta avulsão, se estabeleceu, demonstra que paleocanais, lagos e bacias de inundação foram reocupados. Estas unidades favoreceram a instalação da drenagem nessa área, tornando-se parte

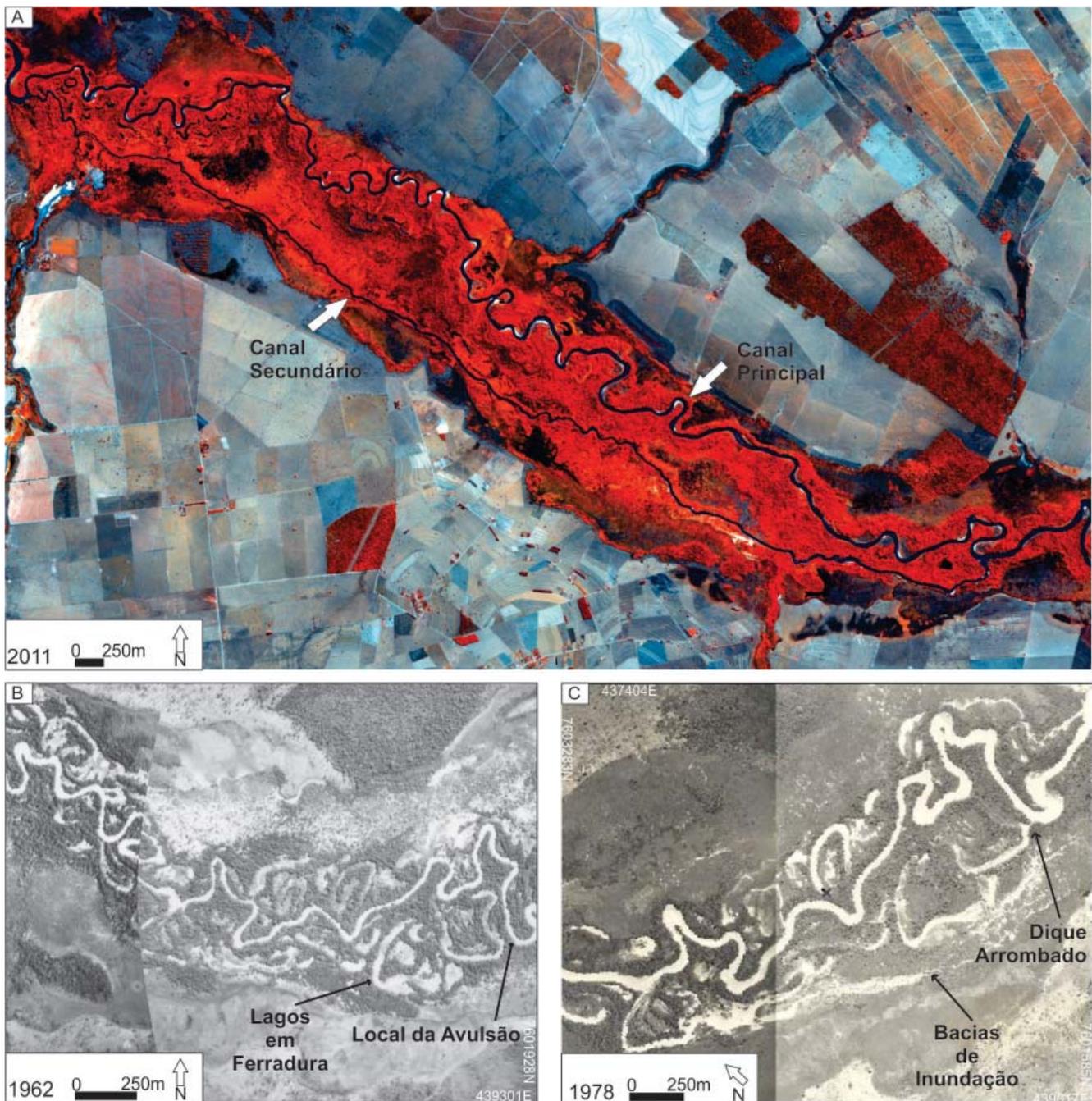


Figura 12 - (A) Canal secundário formado pela avulsão que se estende por 14,5 km, demonstrado na imagem do satélite RapidEye com composição 5(R)4(G) 3(B), (B) preliminar a ocorrência da avulsão e a presença de lagos e bacias de inundação que favoreceram a instalação do canal secundário e em (C) o rompimento do dique marginal com o fluxo conectado ao lago em ferradura.

dos fatores potenciais que contribuíram para a avulsão. Constatação similar, de que a reocupação de unidades geomórficas foi determinante em processos de avulsão, também foi reportada em rios meandrantos do sudoeste do Texas, EUA, por Phillips (2009).

Ainda com relação às drenagens do vale aluvial do baixo curso do rio do Peixe destaca-se a contribuição de **tributários**, que ocorrem predominantemente na margem direita, sendo 11 nessa margem, e cinco na margem esquerda. Essas drenagens, que desaguam no vale aluvial, são formadas pela contribuição de bacias hidrográficas que possuem canais de 3º ordem até drenagens formadas por processos erosivos de único canal com extensão inferior a 90 m. Esses afluentes também colaboram com a manutenção de áreas úmidas no vale aluvial, como verificou-se com a constatação de que nove dos tributários não se conectam diretamente ao canal, desaguando na planície ou terraço e fomentando a umidade em bacias de inundação.

As unidades geomórficas do canal identificadas foram às **barras fluviais**, sendo: **barra em pontal**, **barra lateral** e **barra central** (Figura 13). O levantamento em campo possibilitou aprimorar o reconhecimento dessas unidades, realizado preliminarmente com pro-

ducos cartográficos. Além disso, foi possível constatar o predomínio de barras em pontal e a menor presença de barras laterais e raras ocorrências de barras centrais no rio do Peixe. Todos os tipos de barras fluviais no rio do Peixe tem sua morfologia continuamente alterada com a dinâmica fluvial, podendo ser suprimidas ou formadas durante um ano hidrológico. Do mesmo modo o retrabalhamento destes depósitos representa um dos principais modos de construção da planície de inundação do rio do Peixe, formado pela acreção lateral, onde a fixação da vegetação favorece a incorporação destes depósitos, principalmente nas barras em pontal.

As barras em pontal no rio do Peixe tornam-se presentes com o aumento da sinuosidade do canal, é o tipo predominante no canal, ocorrendo em toda a extensão do vale aluvial. Essas barras constituem-se de depósitos arenosos, alcançam até 650 m de comprimento e 40 m de largura.

Em menor frequência e tamanho que as barras laterais, notam-se barras centrais, formadas, principalmente, nos segmentos onde o canal mantém-se retilíneo. Essas formas possuem, respectivamente, comprimento e largura média de 310 e 32 m. Já as barras centrais possuem raros registros, com apenas cinco ocorrências.

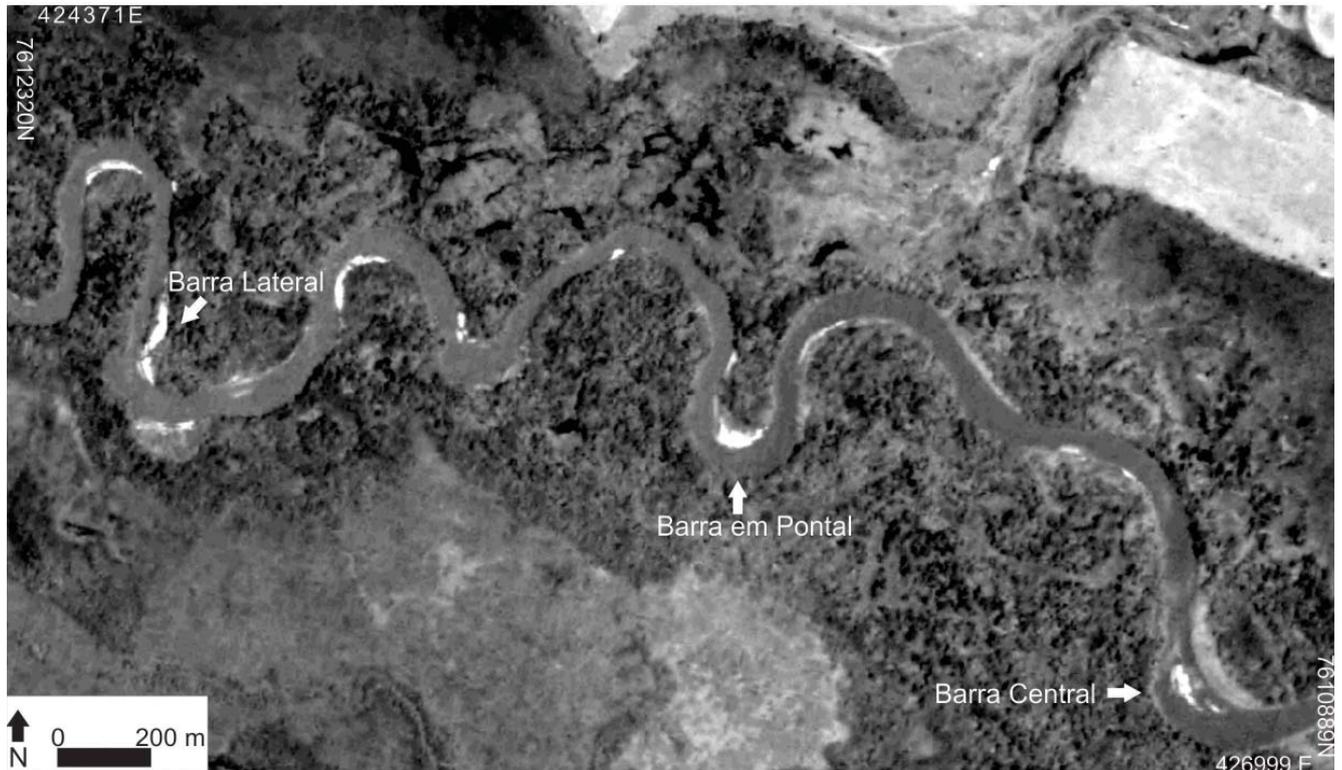


Figura 13. Imagem do HRC/CBERS 2B de 21/12/2012 ilustrando os três tipos de barras fluviais encontrados no rio do Peixe. Nota-se o predomínio de barras em pontal, e em menor quantidade barras centrais e laterais.

Identificou-se que esse tipo de barra no rio do Peixe provavelmente está associada aos períodos de vazante, onde os depósitos que caracterizam essa unidade permanecem estocados e expostos no leito após o período de cheia.

Conclusões

Com uso de produtos cartográficos de ampla resolução temporal e espacial, levantamentos em campo, fotografias de sobrevoo e dados hidrológicos foi possível identificar e caracterizar as formas e processos associados à paisagem fluvial do vale aluvial. Os níveis de terraços no rio do Peixe sugerem duas fases de abrasão fluvial distintas na planície de inundação e a unidade do Terraço Baixo possui delineamento erosivo com notáveis morfologias de abandono do canal. A planície de inundação é formada por um mosaico de áreas úmidas de unidades geomórficas, especialmente as bacias de inundação, paleocanais e lagos em ferradura, que indicam distintos estágios de abandono do canal e que, por sua vez, estabelecem conectividades características durante os eventos de cheia.

As bacias de inundação compreendem as maiores porções de áreas úmidas da planície de inundação. As avaliações em intervalo de aproximadamente meio século demonstraram que as mudanças do canal (cortes de pedúnculo) concentram-se na faixa de meandros, com exceção apenas das avulsões. A morfologia de paleocanais da planície e do terraço sugere a manutenção do padrão de canal meandrante. Já os lagos em ferradura em distintos estágios de agradação indicam a dinâmica fluvial intensa no rio do Peixe.

Os leques aluviais estão presentes tanto sobre a planície de inundação quanto sobre os terraços. A morfogênese de algumas dessas unidades pode ser reconhecida como de origem antrópica, enquanto que demais leques presentes no vale aluvial ainda não possuem causa definida para sua formação. Já os leques de espraiamento contribuem para os processos de agradação na planície e também para o extravasamento de fluxo durante os eventos de cheia.

O dique marginal no rio do Peixe é formado pelos depósitos recentes de cheias, e está associado à sustentação da vegetação arbórea. A diminuição da sinuosidade do canal, seguido de corte de pedúnculos, exerce importante controle na formação da planície e criação de áreas úmidas, como os lagos em ferradura. Barras em pontal são as unidades geomórficas predominantes

no canal e são intensamente retrabalhadas durante cada ano hidrológico. Apesar de comportar processos e formas tipicamente associadas ao padrão meandrante, o vale aluvial do rio do Peixe exibe extenso segmento multicanal de 14,5 km, formado por um processo de avulsão entre os anos de 1978 e 1985.

Durante essa pesquisa, observou-se que algumas formas e processos associados recebem o emprego de mais de uma denominação, como é o caso dos cinturões de meandros e faixa de meandros, ou ainda, leques de espraiamento e crevasses. Desse modo, salientamos que esforços em direção à discussão da terminologia, bem como de ordenação taxonômica, são necessários para avanços em estudos comparativos e o estabelecimento de bases geomorfológicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio com o processo nº 2011/11208-6 e ao CNPq com o processo 408444/2013-4. Agradecemos à CESP pela disponibilização de dados hidrológicos e ao Parque Estadual do Rio do Peixe pelo apoio logístico durante os trabalhos de campo. Também estendemos os agradecimentos ao Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP e ao Laboratório de Sedimentologia e Palinologia do GEMA/UEM.

Referências Bibliográficas

- ANDRIOLO, A.; PIOVEZAN, U.; COSTA, M.J.R.P.; TORRES, H.A.; VOGLIOTTI, A.; ZERBINI, A.N.; DUARTE, J.M.B. Severe population decline of marsh deer, *Blastocerus dichotomus* (Cetartiodactyla : Cervidae), a threatened species, caused by flooding related to a hydroelectric power plant. **Zoologia**, v. 30, n. 6, p. 630–638, 2013.
- BRANNSTROM, C.; OLIVEIRA, A.M.S. Human modification of stream valleys in the western plateau of São Paulo, Brazil: implications for environmental narratives and management. **Land Degradation e Development**, v.11, p.535-548, 2000.
- BRIERLEY, G.J.; FRYIRS, K. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Style Framework**. Oxford, U.K: Blackwell, 2005, 412p.
- BRIERLEY, G.J.; HICKIN, E. J. Channel planform as a non-controlling factor in fluvial sedimentology: the case of the Squamish river floodplain, British Columbia. **Sedimentary Geology**, v. 75, p. 67-83, 1991.

- CÂNDIDO, A. J. Contribuição ao estudo dos meandramentos fluviais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 22, p. 21-38, 1971.
- CHARLTON, R. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**. New York: Routledge, 2008, 275p.
- COFFMAN, D.K.; MALSTAFF, G.; HEITMULLER, F.T. Characterization of geomorphic units in the alluvial valleys and channels of Gulf Coastal Plain rivers in Texas, with examples from the Brazos, Sabine, and Trinity Rivers, 2010: **U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011-5067**, 2011, p. 42.
- CREMON, É. H.; MONTANHER, O. C.; ARENAS-IBARRA, J. A. A influência das crevasseas na dinâmica de inundação da planície do Alto Rio Paraná. **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Recife, 2010.
- DAVIES-VOLLUM, K. S.; KRAUS, M. J. A relationship between alluvial backswamps and avulsion cycles: an example from the Willwood Formation of the Bighorn Basin, Wyoming. **Sedimentary Geology**, v.140, p. 235-249, 2003.
- DE BOER, D. H. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology : a review. **Geomorphology**, v. 4, p. 303–318, 1992.
- DE CAMPOS, A. B.; CEDRO, D.A.B.; TEJERINA-GARRO, F.L.; BAYER, M.; CARNEIRO, G.T. **J. South Am. Earth Sci.**, v. 46, p. 161–169, 2013.
- DELHOMME, C.; ALSHARIF, K. A.; CAPECE, J. C. Evolution of the oxbow morphology of the Caloosahatchee River in South Florida. **Applied Geography**, v. 39, p. 104–117, 2013.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; CASADO, F. C. Detection of neotectonic deformations along the Rio do Peixe Valley, Western São Paulo State, Brazil, based on the distribution of late Quaternary allunits. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, p. 109–114, 2005.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. F.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do índice “Relação Declividade-Extensão” na bacia do rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista do Instituto de Geociências - USP**. São Paulo, v. 4, n.2, p. 43-56, out. 2004.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; SANTONI, G.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. F. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do Peixe, região ocidental Paulista, mediante a aplicação de índices RDE em segmentos de drenagem. **Geociências**, v. 25, p. 271-287, 2006.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro, 2000. 1-2v. **Tese** (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- FORTES, E.; STEVAUX, J. C.; VOLKMER, S. Neotectonics and channel evolution of the Lower Ivinhema River: A right-bank tributary of the upper Paraná River, Brazil. **Geomorphology**, v. 70, p. 325-338, 2005.
- GAGLIANO, S.M.; HOWARD, P.C. The neck cutoff oxbow lake cycle along the lower Mississippi River. In: Elliot, C.M. (Ed.), *River Meandering: Proceedings of the Conference Rivers '83*. **American Society of Civil Engineers**, New Orleans, 1984.
- GILVEAR, D. J. Fluvial geomorphology and river engineering : future roles utilizing a fluvial hydrosystems framework. **Geomorphology**, v. 31, p. 229-245, 1999.
- HAMILTON, S.; KELLNDORFER, J.; LEHNER, B.; TOBLER, M. Remote sensing of floodplain geomorphology as a surrogate for biodiversity in a tropical river system (Madre de Dios, Peru). **Geomorphology**, v. 89, n. 1-2, p. 23–38, 2007.
- HOOKE, J. M. The significance of mid-channel bars in an active meandering river. **Sedimentology**, v. 33, p. 839–850, 1986.
- HUDSON, P. F.; COLDITZ, R. R. Flood delineation in a large and complex alluvial valley, lower Pánuco basin, Mexico. **Journal of Hydrology**, v. 280, n. 1-4, p. 229–245, 2003.
- HUDSON, P. F.; HEITMULLER, F. T.; LEITCH, M. B. Hydrologic connectivity of oxbow lakes along the lower Guadalupe River, Texas: The influence of geomorphic and climatic controls on the “flood pulse concept.” **Journal of Hydrology**, v. 414-415, p. 174–183, 2012.
- JUSTUS, J.O. Subsídios para interpretação morfológica através de imagens de radar. 204 p. **Dissertação** (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1985.
- LANE, S. N.; RICHARDS, K. S. Linking river channel form and process : time, space and causality. **Earth Surf. Process. Landforms**, v. 22, p. 249–260, 1997.
- LEEDER, M. R.; ALEXANDER, J. The origin and tectonic significance of asymmetrical meander-belts. **Sedimentology**, v. 34, p. 217-226, 1 987.
- LUCHI, R.; HOOKE, M.; ZOLEZZI, G.; BERTOLDI, W. Width variations and mid-channel bar inception in meanders: River Bollin (UK). **Geomorphology**, v. 119, p. 1–8, 2010.
- MACEDO, H. A.; ASSINE, M.; PUPIM, F.; MERINO, E. R.; STEVAUX, J. C.; SILVA, A. Mudanças paleohidrológicas na

- planície do rio Paraguai, Quaternário do Pantanal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 75-85, 2014.
- MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Landforms and Landform Elements in Geomorphometry. **Developments in Soil Science**, v. 33, n. 2001, p. 227-254, 2009.
- MASELLI, V.; TRINCARDI, F. Man made deltas. **Scientific Report**, p. 1-7, 2013.
- MAURO, R.A.; MOURÃO, G.M.; PEREIRA DA SILVA, M.; COUTINHO, M.E.; TOMAS, W.M.; MAGNUSSON, W.E. Influência do habitat na densidade e distribuição de cervo (*Blastocerus dichotomus*) durante a estação de seca no pantanal mato-grossense. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55 (4), p.745-751, 1995.
- MERINO, E. R.; ASSINE, M. L.; PUPIM, F. N. Estilos fluviais e evidências de mudanças ambientais na planície do rio Miranda, Pantanal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 127-134, 2013.
- MOODY, J. A.; MEADE, R. H. Terrace aggradation during the 1978 flood on Powder River, Montana, USA. **Geomorphology**, v. 99, p. 387-403, 2008.
- MORAIS, E. S.; ROCHA, P. C. Identificação de unidades geomórficas em um sistema fluvial meandrante: o vale aluvial do rio do Peixe, SP. In: **9 Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, 2012.
- MORAIS, E. S.; SANTOS, M. L.; STEVAUX, J. C. Identificação de paleocanais na região da confluência entre os rios Ivaí e Paraná com o uso de dados de sensoriamento remoto e reconhecimento de fácies sedimentares. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, p. 505-512, 2012.
- NANSON, G. C.; CROKE, J. C. A genetic classification of floodplains. **Geomorphology**, v. 4, p. 459-486, 1992.
- NEWSON, M. D.; NEWSON, C. L. Geomorphology, ecology and river channel habitat: mesoscale approaches to basin-scale challenges. **Progress in Physical Geography**, v. 24, n. 2, p. 195-217, 2000.
- PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, p. 83-90, 2011.
- PERROTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; D'AGOSTINO, L. Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; MEIRA, V. T.; LACERDA FILHO, J. V. Mapa Geológico de São Paulo, Escala 1:750.000, SIG. São Paulo, **Convênio CPRM/Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo**, 2005.
- PHILLIPS, J. D. Avulsion regimes in southeast Texas Rivers. **Earth Surf. Process. Landforms**, v. 34, p. 75-87, 2009.
- PHILLIPS, J. D. Universal and local controls of avulsions in southeast Texas Rivers. **Geomorphology**, v. 130, n. 1-2, p. 17-28, 2011.
- PINDER, L. Marsh deer *Blastocerus dichotomus* population estimate in the Paraná River, Brasil. **Biological Conservation**, v. 75, p.87-91, 1996.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed., 2007.
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), 6th ed. **Ramsar Convention Secretariat**, Gland, Switzerland, 2013.
- ROCHA, P. C.; TOMMASELLI, J. T. G. Variabilidade hidrológica nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe, Região Oeste Paulista. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, p. 2237, 2012.
- SALLUN, E. M.; SUGUIU, K.; STEVAUX, J. C. Depósitos quaternários na região de Marília e Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 3, p. 385-395, 2007.
- SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q.; STEVAUX, J. C. Aspectos morfológicos das barras de canal do rio Paraná, trecho de Porto Rico. **Boletim de Geografia**, v.1, p. 11-24, 1992.
- SANTOS, M. L.; STEVAUX, J. C. Facies and architectural analysis of channel sandy macroforms in the upper Parana River. **Quaternary International**, v. 72, p. 87-94, 2000.
- SANTOS, M. L.; STEVAUX, J. C.; GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA FILHO, E. E. Geologia e Geomorfologia da planície do rio Ivaí-PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2008.
- SÃO PAULO. São Paulo. Decreto nº 47.095, de 18 de setembro de 2002. Cria o Parque Estadual do Rio do Peixe. **Decreto Estadual**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec_sp_47095_2002_uc_parqueestadualriopeixe_sp.pdf. Acessado em: 12 de fevereiro de 2015.
- SMAESP (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo). **Plano de manejo do parque estadual do rio do Peixe**. 2010. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/>. Acessado em: 12 de fevereiro de 2015.
- SOUZA FILHO, E. E. Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS)

- e Guaíra (PR). 1993. **Tese** (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA FILHO, E. E.; FRAGAL, E. H. A influência do nível fluviométrico sobre as variações de área água e da cobertura vegetal na planície do alto rio Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 81-92, 2013.
- SOUZAFILHO, E. E.; RIGON, B. T. C. Avaliação da velocidade de deslocamento de barras fluviais do rio Paraná por meio de imagens CBERS/CCD. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13 p. 57-64, 2012.
- STEVAUX, J. C. The upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. **Quaternary International**, v.21, p. 143-161, 1994.
- XU, H. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, p. 3025-3033, 2006.
- ZANCONPÉ, M. H. C.; PEREZ FILHO, A.; CAPRI JR, S. Anomalias do perfil longitudinal e migração dos meandros do rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, p. 31-42, 2009.
- ZWOLINSKI, Z. Sedimentology and geomorphology of overbank flows on meandering river floodplain. **Geomorphology**, v. 4, p. 367-379, 1992.