

GÊNESE DE BARRAS DE SOLDAMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS: ALTO RIO PARANÁ, BRASIL

ATTACHMENT BARS GENESIS AND MORPHOLOGICAL FEATURES: UPPER PARANÁ RIVER, BRAZIL

Vanessa Cristina dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro
vcsgeo@gmail.com

José Cândido Stevaux

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro
josecstevaux@gmail.com

RESUMO

O rio Paraná, em seu trecho natural, é caracterizado por canais secundários de diferentes ordens de tamanho, separando diversas ilhas e barras fluviais. As barras fluviais apresentam grande porte e suas formas mudam constantemente conforme a magnitude do fluxo. Este estudo apresenta a caracterização morfológica de uma barra de soldamento e suas adjacências, situadas junto à ilha Santa Rosa, no alto rio Paraná. Para tanto, a morfologia da barra foi comparada em dois momentos hidrológicos distintos através de levantamentos com aparelho de batimetria. Os resultados evidenciam que a morfologia da barra estudada está diretamente influenciada pelas oscilações da vazão do rio Paraná. No período de águas altas há maior retrabalhamento da forma, e preservação parcial em período de águas médias. A análise da distribuição das formas adjacentes à barra de soldamento permitiu constatar que o canal principal possui mais energia, já que apresenta formas íngremes e profundas, e o canal secundário indica menor energia de fluxo por apresentar formas mais suaves.

Palavras-chave: Rio Paraná, geomorfologia fluvial, morfologia, barra de soldamento.

ABSTRACT

The Paraná River, in its natural reach is characterized by secondary channels of different size orders, which separates several islands and bars. Fluvial bars are large and their forms change constantly due to the flow. This study presents the morphological characterization of an attachment bar and its adjacencies, located nearby the island Santa Rosa, in the upper Paraná River. Therefore, the morphology of the bar was compared in two distinct hydrological moments through surveys with bathymetry equipment. The results indicate that the morphology of the studied bar is directly influenced by fluctuations in the flow of the Paraná River. In the period of high water level there is more reworking of the forms and partial preservation in average water level. The analysis of the distribution of forms adjacent to the attachment bar allowed establishing that the main channel is more energetic, as it presents abrupt and deep forms and the secondary channel indicates lower energy flow by presenting smoother forms.

Keywords: Paraná River, fluvial geomorphology, morphology, attachment bar.

1 – Introdução

As barras são depósitos fluviais associadas à disponibilidade de sedimentos do canal e submetidas a um processo dinâmico e temporal (BRIDGE, 2003). Estas formas são originadas por uma sucessão complexa de eventos de deposição e/ou erosão, e pequenas alterações no fluxo podem causar uma variação considerável em sua morfologia (SMITH, 1978).

O conhecimento das condições necessárias para a formação e desenvolvimento de barras fluviais é de grande importância, considerando o papel destas barras como fonte para extração mineral, também como condição para a navegabilidade de rios, no que se refere ao risco de encalhe de embarcações e, principalmente, constitui suporte físico para o ecossistema aquático (AMSLER e PRENDES, 2000).

O rio Paraná é o principal canal da bacia do Prata e drena uma área de aproximadamente 3,1 milhões de km², dos quais 45,6% está em território brasileiro. O rio percorre 3.965 km, desde sua origem na confluência dos rios Paranaíba e Grande até a sua foz no estuário do rio da Prata, na Argentina (ORFEO e STEVAUX, 2002). A maior parte do trecho superior do rio Paraná é artificialmente controlado por uma série de reservatórios, distribuídos ao longo de seu canal principal e nos principais tributários. O trecho compreendido entre a Barragem de Porto Primavera e o remanso do lago de Itaipu representa os últimos 235 km em território brasileiro em que o rio Paraná ainda não está afetado diretamente por barragens, exibindo canal no seu formato natural e extensa planície de inundação na margem direita.

Ao longo deste trecho não represado, o canal fluvial apresenta o fundo essencialmente arenoso, dominado por formas de leito do tipo dunas e ondas de areia, e uma série de ilhas e barras fluviais formadas pela progressiva acumulação de sedimentos (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997). Contudo, os efeitos do represamento a montante são observados no regime de descarga (redução na tensão), na alteração da carga sólida transportada (redução da carga suspensa e discreto aumento na granulometria da carga de fundo), na morfologia das formas de leito (como redução do empinamento das dunas), (STEVAUX et al, 2009).

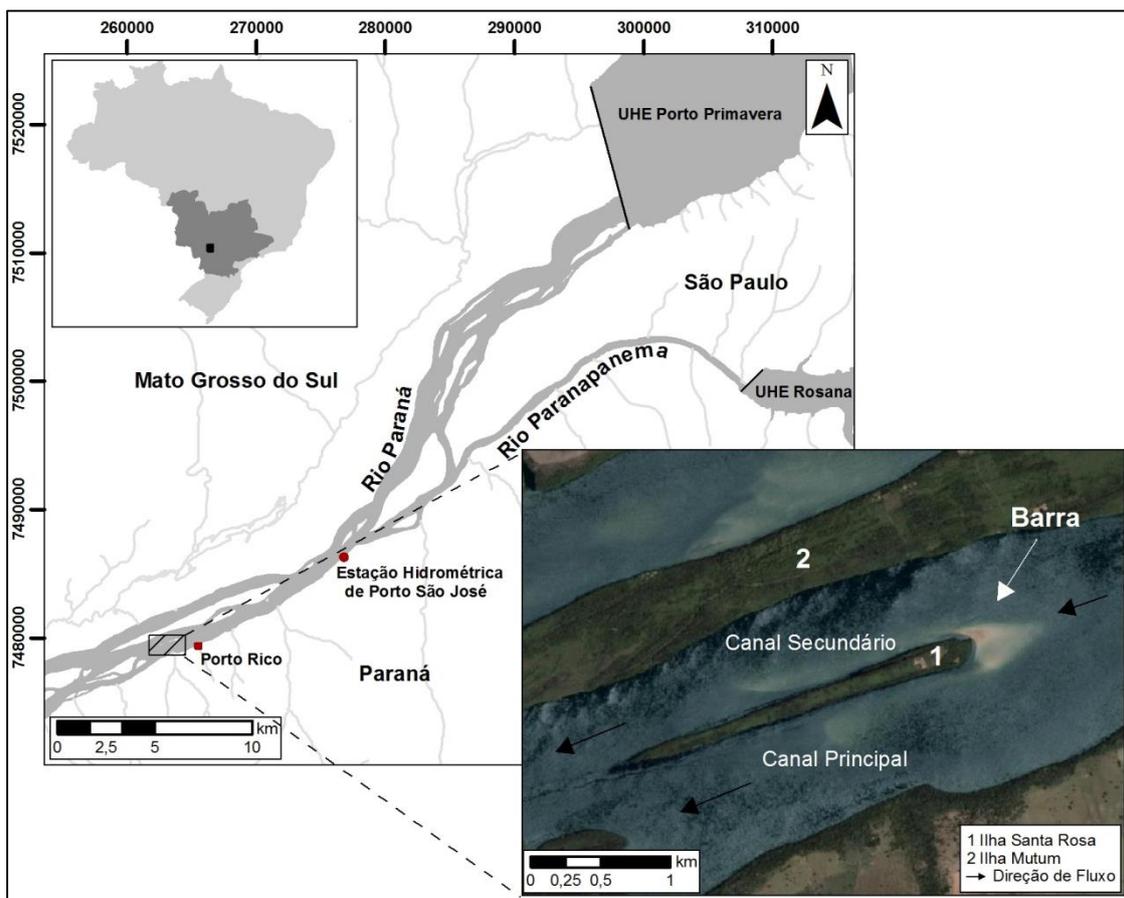
Este estudo apresenta e compara a caracterização morfológica de uma barra tipo soldamento e suas adjacências em dois momentos hidrológicos distintos. A feição

geomorfológica “barra”, na condição de produto de processos fluviais, pode ser utilizada como indicador do comportamento geomorfológico do canal frente a mudanças impostas pelos barramentos e outras atividades antrópicas. Estudos futuros de mesma natureza poderão quantificar as modificações ocorridas na morfologia desta barra em função do controle de vazões e retenção de sedimentos pelas barragens.

A barra escolhida para este estudo (Figura 1) encontra-se no trecho natural do rio Paraná, no entorno da ilha Santa Rosa (22°46'15" S e 53°17'48" W), próximo à cidade de Porto Rico, noroeste do Estado Paraná. Este trecho sofre a influência direta dos barramentos construídos a montante: Usina Hidroelétrica Engenheiro Sérgio Motta (UHE Porto Primavera), localizada a uma distância de 48 km, e da Usina Hidroelétrica Rosana, localizada no rio Paranapanema, a 53 km a montante do setor de estudo (STEVAUX et al, 2009).

O setor da ilha Santa Rosa localiza-se em um trecho considerado multicanal por Stevaux (1994), entrelaçado por Stevaux e Souza Filho (2004) *anabanching* por Latrubesse (2008), Gon (2012) e Leli (2015). Neste trecho, o canal do rio Paraná tem uma largura de aproximadamente 3.200 metros, dividido pelas ilhas Mutum e Santa Rosa, que subdivide o canal principal em três canais menores. A ilha Santa Rosa é relativamente pequena (2.500 m de comprimento e 150 m de largura), e divide o canal esquerdo do Rio Paraná em dois canais menores de 900 m (canal esquerdo ou principal) e 600 m de largura (canal direito ou canal secundário) respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área estudada.



No alto à esquerda a abrangência da bacia do Paraná é representada pela parte mais escura. Na imagem de sensor remoto, à direita, a feição morfológica em estudo se desenvolve ao redor da ilha Santa Rosa (Digital Globe®, 2009).

Fonte: Autores

2 – Barras fluviais: definições e classificações

Existem vários critérios para diferenciar barras de ilhas, sendo comumente utilizado o nível de margens plenas (*bankfull discharge*) como limite para diferenciação entre elas (BRICE, 1964). As ilhas são feições que estão acima do nível de margens plenas, enquanto que as barras são depósitos cuja altura é inferior ao nível, independentemente de suas características morfológicas ou tipo de vegetação (BRIDGE, 2003).

O nível de margens plenas é de grande importância nos estudos geomorfológicos, sendo definido como a vazão que preenche o canal até uma medida que determina o limite acima da qual ocorrerá transbordamento para planície. Segundo Christofletti (1981), a importância do nível de margens plenas decorre da premissa de que a forma e padrão dos canais fluviais estão ajustados à vazão e aos sedimentos fornecidos pela drenagem.

Eventos de cheia com magnitude moderada e de ocorrência relativamente frequente controlam a forma do canal, por outro lado, a vazão de margens plenas tem maior poder de esculturação do canal, pois esta vazão tem competência para movimentar grande quantidade de sedimentos (WOLMAN e MILLER, 1960).

A literatura geomorfológica e sedimentológica são conflitantes na classificação de barras. Há classificações baseadas nas características da morfologia externa, no tamanho das barras, na estabilidade da forma, no modo de ocorrência (isolada ou em grupo), ou ainda baseadas no tipo de padrão de canal e na posição dentro do canal (LEOPOLD e WOLMAN, 1957; BRICE, 1964; FUGITA, 1989, BLUCK, 1971; BRIGDE, 1985). Smith (1974) propôs uma classificação de barras muito citada na literatura que, leva em consideração o histórico deposicional e erosivo (*units bar*) e que, conforme a morfologia podem ser classificadas como: barras longitudinais, transversais, em pontal e diagonais (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação de barras arenosas de acordo com Smith (1974).

Tipo	Descrição
Longitudinal	Formas alongadas, frequentemente com superfície a montante levemente convexa. Estas tendem a se formar em trechos rasos e retilíneos. O padrão de fluxo nestas formas é paralelo, unidirecional e distribuído simetricamente em cada lado do eixo longitudinal.
Transversal	Formas marginais retilíneas, lombadas ou sinuosas, possuem superfície planas ou axial. O Fluxo sobre as formas lombadas é distribuído radialmente, uma das margens poderá possuir alto ângulo de avalanche (<i>foreset</i>) ou soleiras pouco inclinadas.
Pontal	Formas encontradas em canais sinuosos, formadas por sedimentos que se depositam junto à margem côncava de um meandro, o desenvolvimento destas formas se dá por acreção lateral. Os eixos longitudinais destas formas são mais ou menos paralelos ao fluxo principal, a margem côncava possui baixa declividade, enquanto a margem interna possui face de avalanche.
Diagonal	Formas grosseiramente triangulares em uma seção transversal, apresentando faces de avalanche (<i>foreset</i>) ou soleira a jusante. Ao contrário de outras barras, as diagonais o padrão de fluxo é oblíquo.

Fonte: Autores

No alto rio Paraná, Santos et al. (1992) classificaram as barras arenosas como: barras centrais, laterais (margens e ilhas), de soldamento ou coalescência (Tabela 2), levando

em consideração as características morfológicas, evolutivas, posição espacial e comportamento erosivo e deposicional. Outros tipos de barras também foram classificadas posteriormente como: barras frontais de ilhas (SOUZA FILHO, 1993), e barras de confluência (TURRA et al.,1999), (Figura 2).

Tabela 2 - Classificação de barras arenosas do rio Paraná

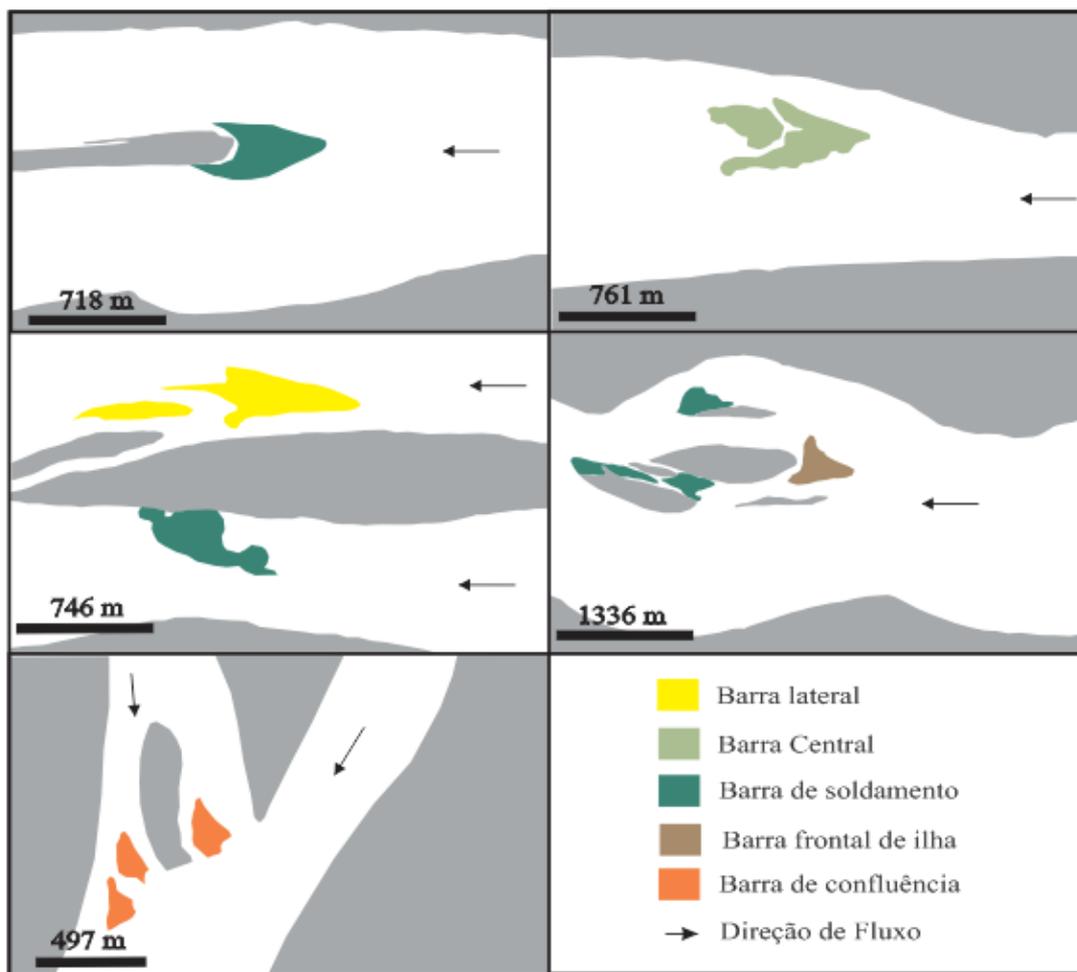
Tipo	Descrição	Autor
Central	Formas alongadas, com extensão de 200 a 1.000 m. Estas desenvolvem no centro dos canais principais e apresentam grande relação entre comprimento/largura. Essas formas possuem face a jusante (<i>foreset</i>) e soleira bem desenvolvidas.	Santos et al. (1992)
Lateral	Formas menos alongadas com relação comprimento/largura inferior às barras centrais. Estas instalam-se próximo às margens devido a diminuição da energia de fluxo. Possuem soleiras bem desenvolvidas.	Santos et al. (1992)
Soldamento	Formas alongadas diagonalmente às ilhas. São unidas à ilha na parte montante da barra, e como as barras laterais, estas instalam-se devido a diminuição da energia de fluxo próximo as ilhas.	Santos et al. (1992)
Frontal de Ilha	Definidas como formas modificadas das barras centrais, com extensão emersa de até 45 ha, e comprimento superior a 1500 m. Desenvolvem-se quando uma barra central anexa-se à parte montante de uma ilha e ganha maior estabilidade.	Souza Filho (1993)
Confluência	São desenvolvidas devido à combinação de dois fluxos diferentes. A dinâmica hierárquica entre os fluxos permite a formação de zonas de baixa velocidade, onde a capacidade de transporte é reduzida, levando a deposição da carga sedimentar na confluência.	Turra et. al. (1999)

Fonte: Autores

As barras de soldamento ou de coalescência, descritas por Santos et al. (1992), são extensões diagonais ou paralelas às ilhas. A parte montante destas barras são soldadas à ilha, preservando a jusante, entre a ilha e a barra, um canal raso conhecido como rassoc.

Como continuidade do processo deposicional, estes canais são preservados (registro sedimentar) com impressões do soldamento, muito comuns em grande parte das ilhas do Alto rio Paraná. Morfológicamente, este tipo barra apresenta os limites bem desenvolvidos, com alongamento maior em diagonal à ilha, estabelecendo uma suavização no aumento da profundidade em direção ao centro do canal.

Figura 2 - Representação de algumas barras fluviais do alto rio Paraná.

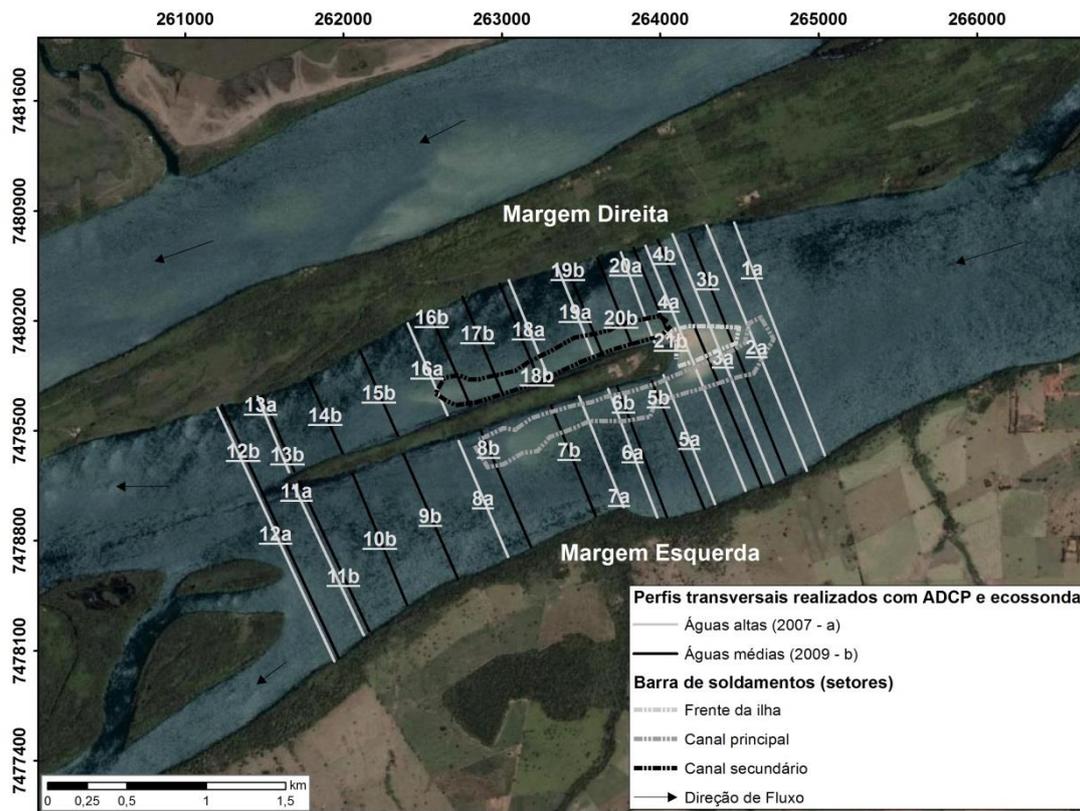


Fonte: Autores

3 - Métodos

Durante os anos de 2007 e 2009, foram realizadas duas campanhas de campo com o objetivo de levantamento batimétrico e de parâmetros hidráulicos na barra e região dos canais associados (Figura 3). A primeira campanha se realizou no dia 25/01/2007. Nesse dia, o rio Paraná se encontrava em nível de águas altas (cota fluviométrica da estação Porto São José constava 632 cm relativa à vazão de $17.730 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). A segunda campanha de campo se realizou no dia 03/02/2009, quando o rio se apresentava em período de águas médias (cota de 334 cm e vazão de $8.788 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) (Figura 4).

Figura 3 - Localização dos perfis transversais realizados com ADCP e ecossonda (Digital Globe®, 2009).



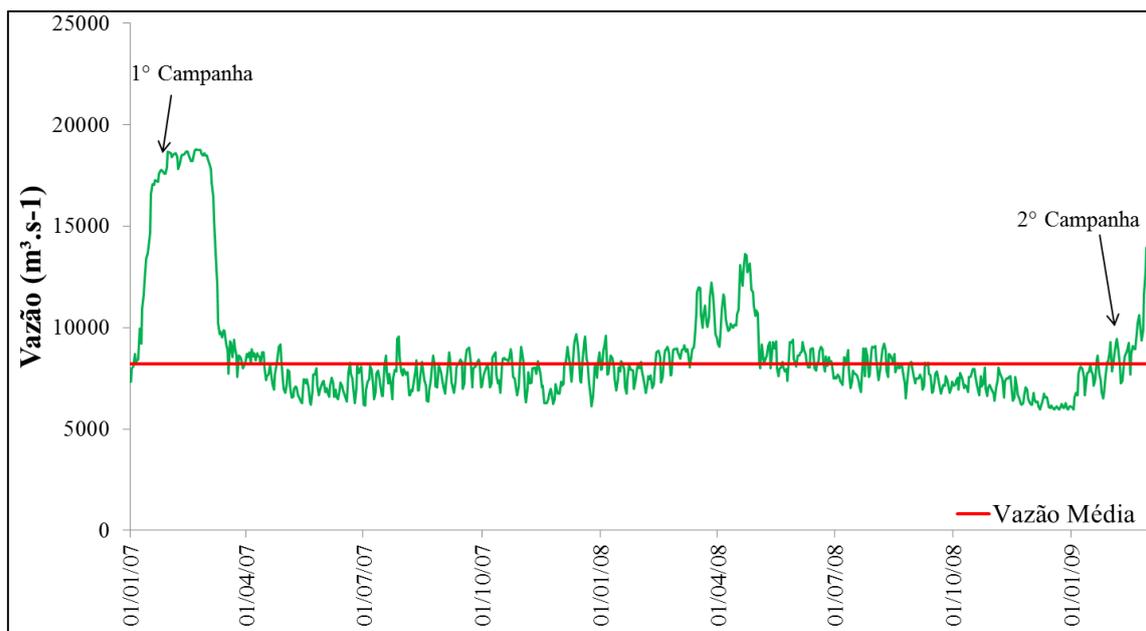
Fonte: Autores

O estudo morfológico da barra foi realizado em sua porção submersa. Para esse estudo, foram realizados levantamentos batimétricos com o auxílio de uma Ecossonda / GPS (*Global Position System*), marca *Furuno*, modelo GP 1650-F. Este equipamento possui um transdutor que emite e recebe pulsos nas frequências de 50 kHz (indicada para pesca) ou 200 kHz (indicada para fins batimétricos). Este transdutor calcula a profundidade através da diferença de tempo entre a emissão e a recepção do sinal, estando apto a detectar profundidades entre 0,5 m e 800 m, com uma precisão de 0,1 m. A posição de cada ponto batimétrico é dada pelo receptor GPS do próprio equipamento. O software de navegação *Fugawi 3* fez o processamento dos sinais recebidos pela Ecossonda / GPS, armazenando-os (MEURER, 2003; PAES et al, 2008).

Além do sistema Ecossonda / GPS, foi utilizado simultaneamente para coleta de dados batimétricos e hidráulicos (vazão, velocidade e direção de fluxo) o aparelho ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), marca *RD Instruments*®, Modelo *Rio Grande*, 600 KHz, o software *Winriver*® (modo *Acquire*) fez o processamento dos sinais recebidos pela

ADCP (RDI, 2002). O funcionamento deste aparelho usa o princípio do deslocamento Doppler (*Doppler Shift*), através de um sensor que transmite pulsos sonoros através da água e a carga suspensa transportada no canal. A carga suspensa detectada reflete estes pulsos para os sensores do instrumento, que reconhecem assim o comportamento dos parâmetros citados anteriormente.

Figura 4 - Hidrograma diário da estação de Porto São José (01/01/2007 a 28/02/2009).



Fonte: Autores

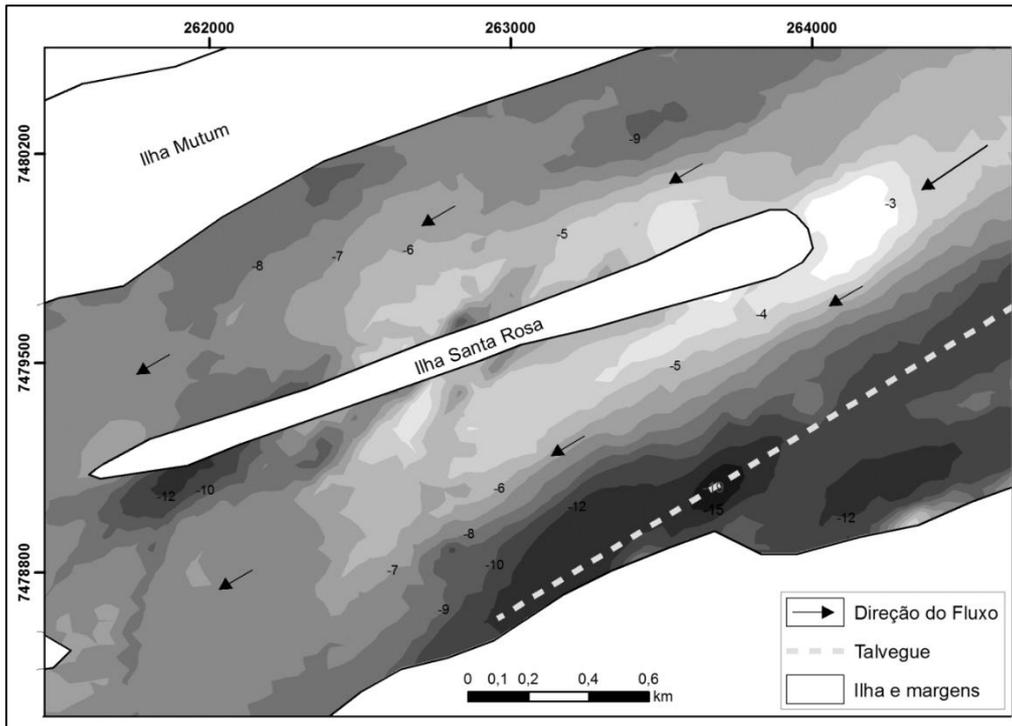
Os dados coletados pela ecosonda/GPS e pelo ADCP foram planilhados para posterior tratamento no *software* ArcGIS 10.1[®]. Os dados foram adicionados a um banco de dados para geração de mapas batimétricos através do procedimento triangulação.

4 - Resultados e discussões

O setor da ilha Santa Rosa possui profundidades que variam entre 1,5 m (sobre a barra que fica submersa) a 19 m (talvegue) em período de águas altas e de 0,7 m (próximo à barra que está emersa) e 17 m (talvegue) em período de águas médias. A declividade média da superfície da água no trecho é de 0.07m.m^{-1} com variação local de 0.02 a 0.04m.m^{-1} (LELI, 2015).

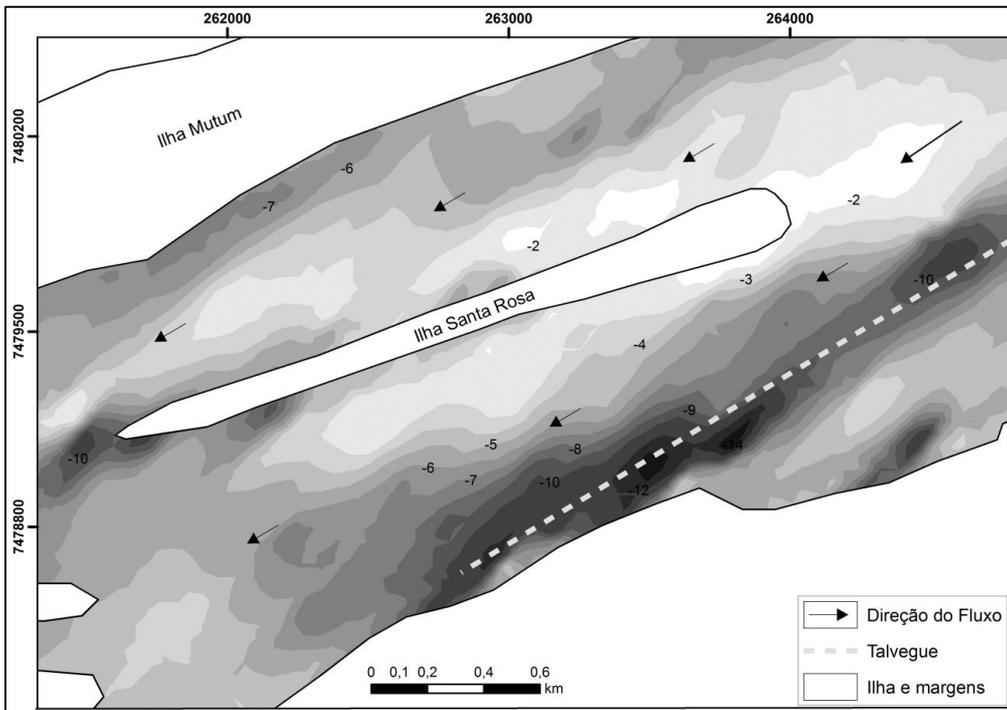
Os levantamentos batimétricos realizados neste setor mostram uma grande variação na profundidade e no posicionamento da barra e outras formas fluviais adjacentes nos dois períodos hidrológicos avaliados (Figura 5 e 6).

Figura 5 - Mapa batimétrico período de águas altas. Vazão: $17.730 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, nível fluviométrico: 632 cm (25/01/2007).



Fonte: Autores

Figura 6 - Mapa batimétrico período de águas médias. Vazão: $8.788 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, nível fluviométrico: 334 cm (03/02/2009).



Fonte: Autores

A barra estudada foi descrita por Santos (1991) possuindo forma tricúspide devido ao seu alinhamento paralelo ao sentido do fluxo, e em sua porção localizada no canal principal foi descrita possuindo a inclinação muito mais acentuada do que no canal secundário.

No primeiro levantamento batimétrico (águas altas), a barra estava totalmente submersa, dificultando o reconhecimento de sua morfologia, tendo em vista que na cheia ocorre um maior retrabalhamento das formas fluviais. Já no segundo levantamento, a barra apresentava-se parcialmente emersa, preservando, de certa forma, a morfologia gerada no fluxo de águas altas. Neste levantamento foi verificada a presença de um pequeno canal (esta forma será discutida a seguir) entre a barra e ilha Santa Rosa.

A comparação dos mapas batimétricos mostra que a porção da barra localizada no canal principal sofreu maior retrabalhamento entre os anos de 2007 e 2009, devido à proximidade com o talvegue, local de elevada velocidade de fluxo e profundidade. Já na porção da barra localizada canal secundário (canal raso em relação ao canal principal) houve deposição. De acordo com Fernandez e Souza Filho (1995), no alto rio Paraná as áreas deposicionais ocorrem nas porções rasas, em que a velocidade do fluxo é menor, e as áreas erosivas ocorrem próximos a locais de maior profundidade, em que a velocidade de fluxo é maior, como em área de talvegue. No caso da barra estudada, os resultados corroboram com esta afirmação.

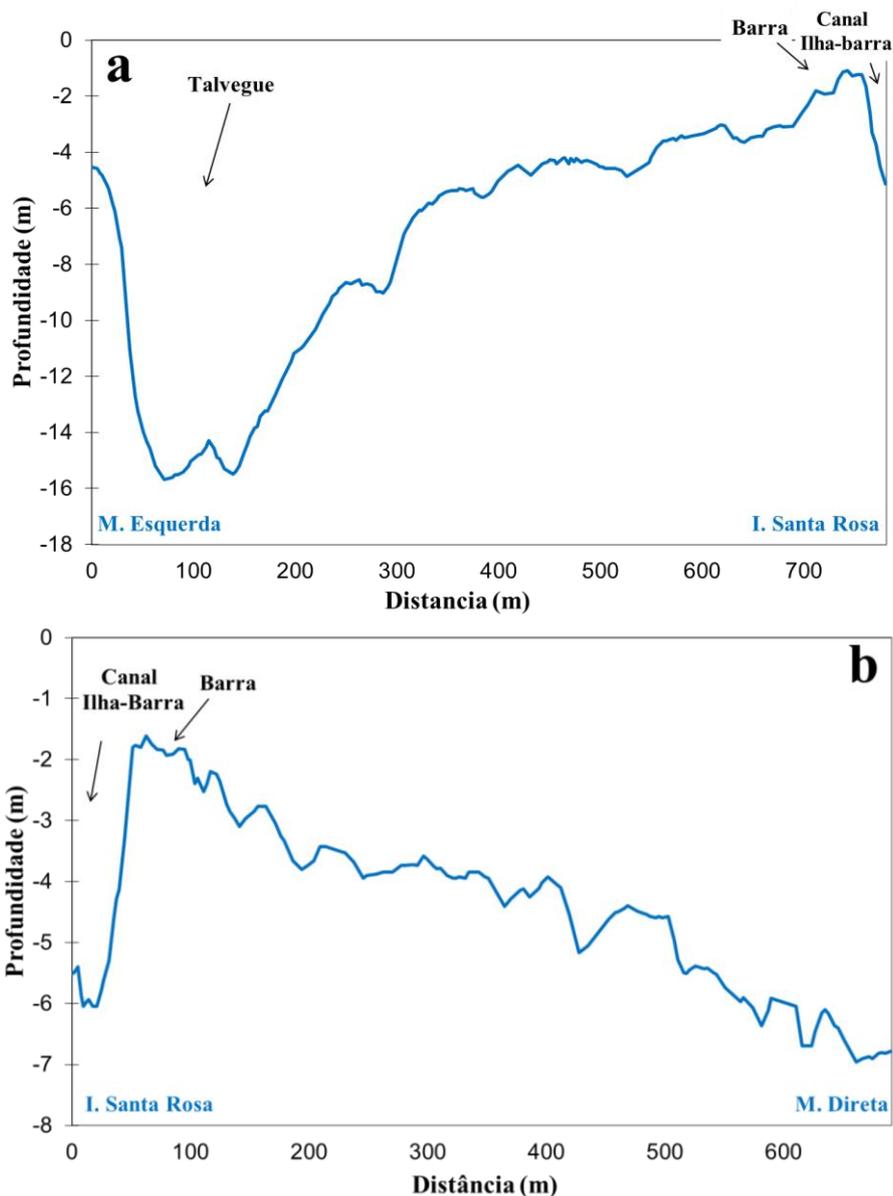
O pequeno canal entre a barra e ilha Santa Rosa encontra-se geralmente fechado a montante e aberto para o rio a jusante. Este canal, em função da diferença de nível fluviométrico, é mais evidente no período de águas médias, com destaque à porção próxima do canal secundário. Esta feição (canal) apresenta-se, em águas médias, cercada pela ilha Santa Rosa e pela barra fluvial, o que propicia a uma hidrodinâmica diferenciada (baixa velocidade, múltiplas direções de fluxo e maior profundidade em relação à barra), o que condiciona a deposição de sedimentos. Em ambos os canais (principal e secundário do rio Paraná) este pequeno canal atinge profundidades de até 6 m, entretanto, é mais largo no canal secundário com 50 m, (Figura 7).

O trecho estudado possui o talvegue centralizado junto à porção mais a montante da ilha Santa Rosa, sendo que a jusante se desloca progressivamente em direção à margem esquerda (lado paranaense). Este deslocamento está relacionado ao tectonismo basculante (Fonte). Neste caso, a margem esquerda apresenta-se mais elevada, obrigando o rio

Paraná a estabelecer a sua planície de inundação na margem direita (STEVAUX, 1993 e FORTES et al. 2005).

Cabe destacar uma depressão no canal principal, a jusante da ilha, em que no período de águas altas atingiu profundidade de 14 m, enquanto que no período de águas médias, esta depressão atingiu profundidade de 11 m (Figura 8). Este tipo de feição pode ter relação com o surgimento correntes secundárias divergentes ao fluxo principal do canal.

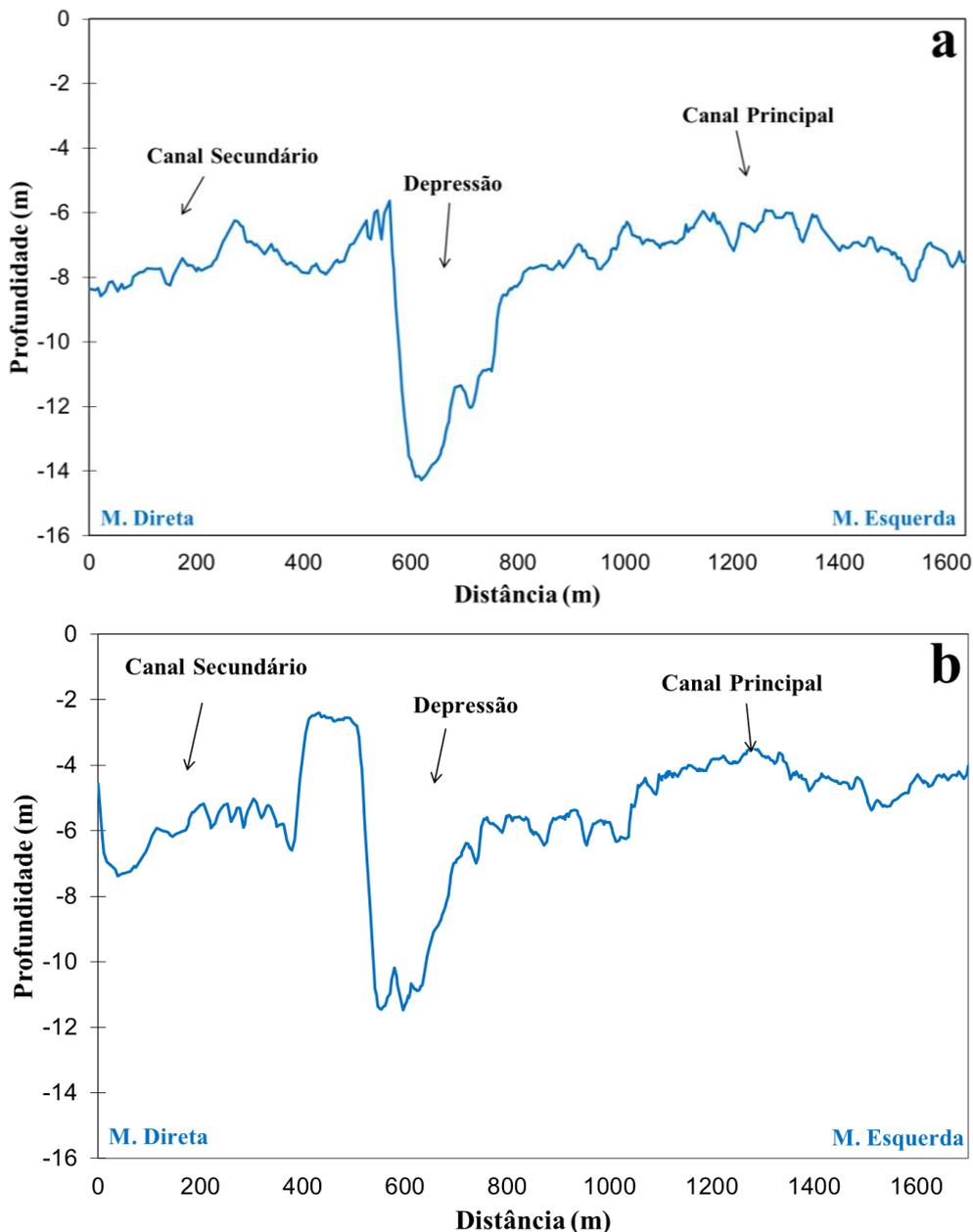
Figura 7 - Perfil transversal de profundidade e velocidade de fluxo do período de águas médias.



a) Canal principal (perfil 6a - figura 3); b) Canal Secundário (perfil 18b- figura 3)

Fonte: Autores

Figura 8 - Perfil transversal de profundidade e velocidade média de fluxo do canal principal.



a) período de águas altas (perfil 12a - figura 3); b) período de águas médias (perfil 12b - figura 3).

Fonte: Autores

Com base na distribuição formas fluviais no setor da ilha Santa Rosa, pode-se afirmar que o canal principal (esquerda) é mais energético que o canal secundário (direita). No canal esquerdo está localizado o talvegue, e os processos de erosão e de transporte são mais expressivos com formas íngremes e profundas. Já o canal secundário apresenta formas mais suaves, indicando menor energia do fluxo e significativo processo de deposição, que resultou no desenvolvimento mais expressivo da barra de soldamento.

A continuidade do processo de deposição no canal secundário pode levar ao aumento da ilha Santa Rosa. Conforme estudo desenvolvido por Stevaux e Souza Filho (2004) sobre o desenvolvimento de ilhas no rio Paraná, ambientes deposicionais (barras) que perduram por mais de um ciclo de cheia, tendem a conservar-se no canal, permitindo o desenvolvimento de vegetação. Esta, por sua vez preserva a forma da erosão e propicia a evolução de barra para ilha ou planície de inundação.

5 - Considerações finais

A morfologia da barra estudada está diretamente vinculada às flutuações de vazão do rio Paraná. Sob uma descarga elevada, a barra sofre um maior retrabalhamento morfológico; já sob um nível de descarga média, a barra preserva parcialmente a sua forma. Infere-se que, seguindo este padrão, durante as águas baixas, a interferência do fluxo sobre a barra se reduz ainda mais.

O estudo da morfologia das formas adjacentes à barra de soldamento permitiu constatar que o setor investigado se divide em dois setores (canais principal e secundário) em que os processos fluviais e energia de fluxo são distintos. No canal principal energia do fluxo é maior e os processos de erosão e transporte são mais atuantes, o que resulta em construção de morfologias mais íngremes e profundas. O canal secundário apresenta uma dinâmica inversa, o fluxo tem menor energia e o processo de deposição é mais expressivo, resultando em morfologias mais suaves.

Os resultados apresentados mostram que a vazão controla a morfologia da barra estudada. Porém, estudos posteriores que avaliem o comportamento morfológico das barras fluviais em vários momentos do ciclo hidrológico do alto rio Paraná poderão mensurar mudanças morfológicas anômalas, visto que o retrabalhamento destas formas é dependente da dinâmica da vazão, e esta é regulada pelos barramentos a montante.

REFERÊNCIAS

- AMSLER, M. e PRENDES, H. Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados. In: PAOLI, C., SCHREIDER, M. (eds.) **El Río Paraná en su tramo medio**. Centro de Publicaciones Universitarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 2000, p. 233-306.
- BLUCK, B.J. Sedimentation in the meandering River Endrick. Scott. **Journal of Geology**, v.7, p. 93–138, 1971.

BRICE, J. C. Channel patterns and terraces of the Loup River in Nebraska. U.S. **Geological Survey Professional Paper 422-D**, 1964, 41p.

BRIDGE, J.S. **Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record**. Oxford-UK:Wiley-Blackwell, 2003. 504p.

BRIGDE, J.S. Paleochannel patterns inferred from alluvial deposits: a critical evaluation. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.55, pp.579–589, 1985.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial: O Canal Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

FERNANDEZ, O.V.Q. e SOUZA FILHO, E.E. Efeitos do regime hidrológico sobre a evolução de um conjunto de ilhas no rio Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.43, p.161-171, 1995.

FORTES, E., STEVAUX, J.C., WOLKMER, 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.

FUGITA, Y. Bar and channel formation in braided streams, in River Meandering. **Water Resources**, v. 12, p. 417-462, 1989.

GON, P. P. **Morfologia e hidrodinâmica em rios multicanais (“anabranching”): exemplo do alto rio Paraná**. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2012.

LATRUBESSE, E.M. Patterns of anabranching channels: The ultimate end member adjustment of mega rivers. **Geomorphology**, v. 101, p. 130-145, 2008.

LEOPOLD, L. B. e WOLMAN, M. G. River channel pattern: Braided, meandering and straight. **U.S. Geological Survey Professional Paper 282B**, 1957, 50p.

LELI, I. T. **Gênese, evolução e geomorfologia das ilhas e planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. 2015. 129f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2015.

LELI, I.T.; STEVAUX, J.C.; ASSINE, M.L. Canal Fechado (Ressaco) em Grandes Sistemas de Rios Anabranching: Exemplo do Alto Curso do Rio Paraná. In: **SEXTO SIMPOSIO REGIONAL SOBRE HIDRÁULICA DE RÍOS**. 2013, Santa Fe, Argentina. **Anais...Santa Fe**, 2013, CD-ROM.

MEURER, M. Mapeamento Batimétrico de Reservatórios de Geração de Energia Elétrica, In: **X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**. 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, 2003, CD-ROM.

ORFEO O. e STEVAUX J.C. Hydraulic and morphological characteristics of the middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). **Geomorphology**, v.44, n.3-4, p.309-322, 2002.

PAES, R; STEVAUX, J. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; LELI, I.T. Dinâmica e morfologia do canal de confluência dos rios Paraná e Paranapanema pelo método do mapeamento temporal. **Geografia**, Londrina, v. 17, p.37-47, 2008.

RDI, RD Instruments. **Acoustic Doppler Solutions. Winriver - User's guide, Principles of operation moving bottom e Application note FSA-007**. 2002. Disponível em: <<http://www.rdinstruments.com>>

SANTOS, M.L.; FERNANDEZ, O.V.Q.; J.C, STEVAUX, J.C. Aspectos Morfométricos das Barras de Canal no Rio Paraná, trecho de Porto Rico. **Boletim de Geografia de Maringá**, v. 1, p.11–24, 1992.

SANTOS, M. L. **Faciologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico-PR**. 1991. 125f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 1991.

SMITH, N.D. Sedimentology and bar formation in the Upper Kicking Horse River, a braided outwash stream. **Journal Geology**, v.82, p.205–223, 1974.

SMITH, N.D. Some comments on terminology for bars in shallow rivers. In: MIALL, A.D. (ed) **Fluvial sedimentology**. Canadian Society of Petroleum Geology, Calgary, 1978, p.85-88.

SOUZA FILHO, E. E. e STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo Rio Baía, CURUTUBA E IVINHEMA. IN: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHNN, N. S. (eds.) **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socioeconômicos**, Maringá: EDUEM, 1997, p.3-46.

SOUZA FILHO, E. E. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná em Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR)**. 1993. 214f. Tese (Pós-Graduação Instituto de Geociências) Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1993.

STEVAUX, J.C. The Upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. **Quaternary International**, v. 21, p.143-161, 1994.

STEVAUX, J. C. **O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação, e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR)**. 1993. 242f. Tese (Pós-graduação Instituto de Geociências), Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1993.

STEVAUX J.C.; MARTINS, D.P.; MEURER, M. Changes in regulated tropical rivers: The Paraná River downstream Porto Primavera dam, Brazil. **Geomorphology**, v.113, p. 230-238, 2009.

STEVAUX, J.C. e SOUZA, I.A. Floodplain construction in an anastomosed river. **Quaternary International**, v. 14, p.55-66, 2004.

TURRA, T.M.; MARQUES, V.V; STEVAUX, J.C. Confluence bar of the São Pedro Brook in the Paraná River: Genesis and environmental importance. **BoletimGoiâno de Geografia**, v. 19, n.1, p.50-54, 1999.

WOLMAN, M. G. e MILLER, J. P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. **Journal of Geology**, v. 68, p. 54-74, 1960.