

ORIENTAÇÃO DA DRENAGEM COMO RESPOSTA A CONTROLES GEOMORFOLÓGICOS: ANÁLISE DO CÓRREGO DOURADO, PARANÁ- BRASIL

Drainage shift as response to morphological feature: analysis of Dourado Stream, Parana - Brazil

Eduardo Souza de Moraes¹
Édipo Henrique Cremon¹
Manoel Luís dos Santos¹
Edvard Elias Souza Filho¹
José Cândido Stevaux¹

¹**Universidade Estadual de Maringá**
Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente
Av. Colombo, nº 5.790 - Bloco 24
moraiseduardo@hotmail.com

RESUMO

Os ajustes dos rios a alterações climáticas, hidrológicas, tectônicas e até mesmo antrópicas colabora no entendimento dos processos de evolução da paisagem fluvial. O presente trabalho teve como objetivo analisar uma mudança brusca na orientação da drenagem do córrego Dourado, afluente do rio Ivaí. A área em estudo está localizada no Noroeste do Estado do Paraná- Brasil, próximo à confluência do rio Ivaí com o rio Paraná. A alteração da direção do córrego ocorre quando o canal passa a fluir sobre a planície de inundação, construída pelos rios Paraná e Ivaí. A análise decorreu com o uso de dados de sensoriamento remoto, como interpretação de imagens e fotografias aéreas, modelos de superfície de tendência e resíduos combinados com verificações em campo, como sondagens a vibração e trado. Com isso, constatou-se que a pendente da planície, por onde percorre parte do canal, possui divergência da direção da drenagem do córrego Dourado. A identificação de um paleocanal na planície permitiu aferir que a orientação da drenagem é controlada por essa morfologia.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem. Planície de inundação. Sensoriamento remoto. Rio Ivaí.

ABSTRACT

The study of rivers adjustment induced by changes in climate, hydrology, tectonics and even by human beings, contribute to the understanding of the evolution process of fluvial landscape. This work aims to analyze an abrupt change on the drainage orientation of the Dourado Stream and its tributary the Ivaí River. The study area is located on the northwest of the Paraná State- Brazil, near to the confluence of the Ivaí and Paraná Rivers. The shift in the stream orientation occurred when the channel started to flow over the floodplain built up by the Paraná and Ivaí Rivers. The analysis was performed using remote sensing data, like orbital and aerial images, where we applied visual interpretation, trend surface technique and analysis of residual elevation data. A field work was conducted to ground-truth the results. We concluded that the orientation floodplain, where part of channel passes through, there was a discordance of direction from drainage to the Dourado Stream. The paleochannel identification on the plain highlighted that the drainage orientation is controlled by its morphology.

KEYWORDS: Drainage. Floodplain. Remote sensing. Ivaí River.

1 INTRODUÇÃO

A orientação do fluxo d'água na bacia hidrográfica é direcionada por

intermédio da gravidade. No entanto a estrutura litológica, as lineações tectônicas e o modelado do relevo imprimem diferentes intensidades aos processos de

infiltração, erosão e orientação do fluxo hídrico na vertente. A organização da rede de drenagem tende a obedecer a um mesmo padrão regional determinado pela topografia e a estrutura litológica. Portanto, a relação entre a morfologia dos canais fluviais também é determinada pela geomorfologia regional na qual o canal está inserido. Contudo, a identificação de trechos discordantes no padrão de canal é reconhecida na literatura como anomalias presentes no padrão de drenagem (TWIDALE, 2004).

Nessa abordagem um importante processo geomorfológico é a mudança brusca da direção da drenagem (BISHOP, 1995). Tais processos podem ser decorrentes de motivos como: barramento natural do vale do canal, por deslizamento de terra ou avalanches de gelo; rompimento lateral de um dique que provoca desvio do fluxo e também, dentro de um ambiente cárstico, os canais podem afundar-se em fluxo subterrâneo e reaparecer em outro canal (e.g. MONTGOMERY; LOPES-BLANCO, 2003; SINHA-ROY, 2001).

Em áreas de planície de inundação, este tipo de abordagem é dificultado por alguns efeitos naturais e antrópicos. Características como uma dinâmica hidrológica ativa sazonalmente e recentes atividades agropastoris ajudam a deturpar as formas relictas presentes nas planícies de inundação (SANTOS, 1997; SANTOS, 2001). Desse modo, a opção de utilizar dados advindos de sensores orbitais contribui com a avaliação de formas e processos fluviais em planícies, principalmente com o uso de dados multitemporais, já que a análise prévia desses dados permite a classificação de atributos morfológicos em diferentes épocas (NOVO, 1989).

No rio Ivaí, localizado no Estado do Paraná, Sul do Brasil, os estudos geomorfológicos e hidrológicos têm apresentado importantes contribuições sobre a dinâmica ambiental (DESTEFANI, 2005; BIAZIN, 2005; BARROS, 2006;

KUERTEN, 2006; PAIVA, 2008). Embora o rio Ivaí possua um canal com 650 km de comprimento drenando litologias do Segundo e Terceiro Planalto Paranaense, a sua planície aluvial está presente apenas em um trecho de 150 km entre a cidade de Tapira (PR) e a foz com o rio Paraná.

A partir da análise de dados de sensoriamento remoto e descrições sedimentológicas, Santos et al. (2008) apresentaram um mapeamento geomorfológico da planície aluvial do rio Ivaí no qual identificou seis unidades morfoestratigráficas: Planície Paraná-Ivaí, Terraço Paraná, Terraço Ivaí, Planície Ivaí, Leques Aluviais e Canal Fluvial. Dentre essas unidades, a Planície Paraná-Ivaí que se desenvolvem junto à foz do rio Ivaí e contêm características morfológicas de ambos os sistemas fluviais, sendo a única unidade da planície aluvial do rio Ivaí sujeita à inundação periódica. A presença de paleocanais nessa unidade retrata a evolução da planície durante o Quaternário. Nessa unidade, na margem esquerda do rio Ivaí, ocorre um canal de primeira ordem, o córrego Dourado, que ao fluir sobre a planície apresenta inflexão de 90 graus na direção de seu curso, que muda o sentido do canal de SE – NW para ENE-WSW (Figura 1).

O objetivo deste trabalho é analisar a influência da geomorfologia da Planície Paraná-Ivaí na orientação do córrego Dourado, no sentido de contribuir com os estudos de evolução da paisagem fluvial.

2 MATERIAL E MÉTODO

A área da Planície Paraná Ivaí, situada na margem esquerda do rio Ivaí, onde está situado o córrego Dourado (Figura 1) foi estudada por meio da análise de dados obtidos por sensoriamento remoto e verificação utilizando-se de dados de campo.

A análise dos dados de sensoriamento remoto desenvolveu-se com a elaboração de um banco de dados georreferenciados composto de fotografias

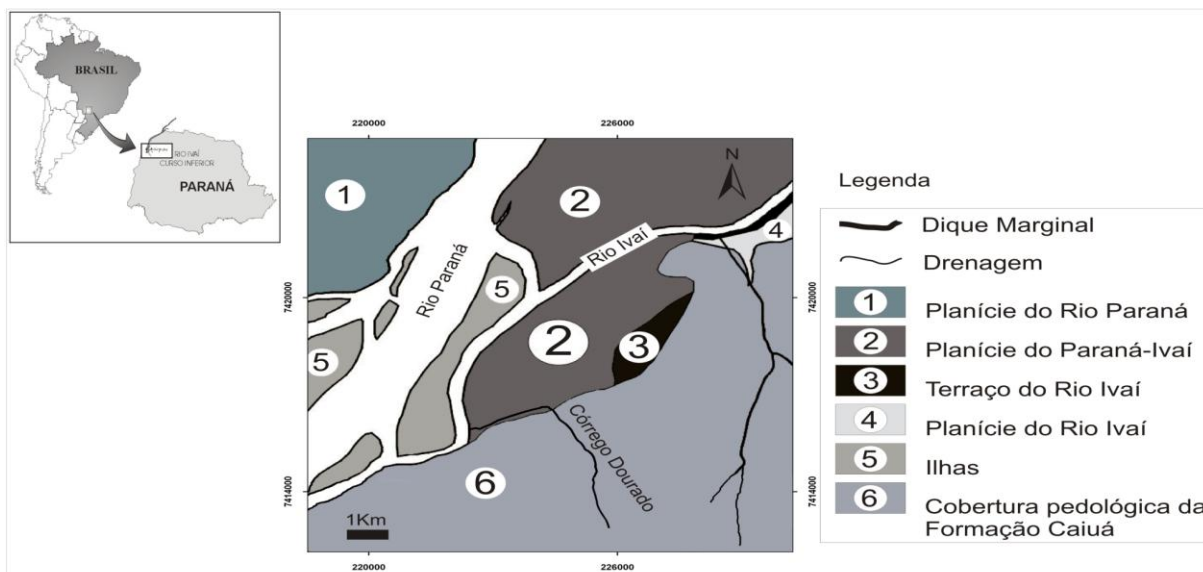


Figura 1: Localização da área em estudo e principais unidades geomorfológicas
Fonte: Adaptado de Santos et al. 2008).

aéreas do ano de 1950 - 1970, imagens Terra/ASTER do ano de 2007, imagens HRC/CBERS 2B do ano de 2008 e dados topográficos SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), obtidos em 2001.

A opção pelo uso de diferentes tipos de imagens e de diferentes épocas foi necessária por permitir avaliar adequadamente as feições morfológicas parcialmente modificadas pelo uso do solo da área estudada, e os dados SRTM foram utilizados porque representam a melhor base de informações altimétricas para o local.

Os dados SRTM foram trabalhados por meio da aplicação da Análise de Superfície de Tendência. Os dados foram pré-processados por meio de interpolação (krigeagem) para permitir a modificação da resolução espacial de ~90 m para ~30 m, de acordo com o método proposto por Valeriano (2004).

Uma vez que a área estudada é relativamente plana, foi utilizada uma equação de regressão polinomial linear, permitindo estabelecer uma superfície de primeiro grau que representa o componente regional dos dados altimétricos (DAVIS, 1986). Esta superfície representa a posição média do topo dessa parte da Planície Paraná-Ivaí. Em seguida foi elaborado o

mapa de resíduos, que representa a microtopografia do relevo.

A análise foi realizada por meio do “software” *Surfer 8*, em que os dados topográficos amostrados da planície são ajustados a uma superfície plana, conforme equação abaixo:

$$Z = a + bX + cY \quad (1)$$

em que: **a**, **b** e **c** são coeficientes da regressão multivariada e **Z** corresponde aos dados altimétricos em função das coordenadas **X** e **Y**.

Os resíduos (**Zres**) que correspondem à diferença vertical entre os dados topográficos originais (**Zgrd**) com a superfície de tendência (**Ztrd**), foram obtidos por meio da equação:

$$Zres = Zgrd - Ztrd \quad (2)$$

A partir da análise preliminar dos dados de sensoriamento remoto, foi determinado um ponto de amostragem para coleta de sedimentos e verificar a validade da interpretação prévia. A sondagem foi efetuada por meio de trado mecânico e por sonda vibratória (*vibro-core*). O trado foi utilizado para a amostragem da parte dos depósitos situados acima do nível freático, e a sonda vibratória foi utilizada para a

amostragem dos sedimentos saturados de água.

Os sedimentos coletados foram descritos, as fácies sedimentares foram identificadas, assim como suas relações de contato. A classificação faciológica seguiu o código de fácies proposto por Miall (1977), modificado para os objetivos deste trabalho.

3 RESULTADOS

As alterações no ambiente pelas mudanças climáticas proporcionam uma série de registros na paisagem. Dentre essas mudanças, o comportamento dos

sistemas fluviais tem sido importante para o conhecimento ambiental do Quaternário (THOMAS; THORP, 1995). As características deposicionais e erosivas dos rios geralmente são preservadas nas planícies e terraços, desse modo essas unidades geomorfológicas contam com uma rica fonte de dados *proxy* sobre a formação desses ambientes.

A interpretação das fotografias aéreas e imagens da área permitiram a identificação de um paleocanal do rio Ivaí, que está disposto no lado leste da planície bordejando o terraço fluvial, e ainda um pequeno leque desenvolvido a partir da entrada do córrego na planície (Figura 2).



Figura 2: Indicação do córrego Dourado que ao entrar na planície acompanha a morfologia do paleocanal

A superfície de primeiro grau obtida está exposta na Figura 3. Conforme pode ser observado, a pendente da planície tem caimento SE-NW, com valor de 1,88 m/km para N 310°. Uma vez que o córrego

Dourado segue o rumo N 240°, verificou-se que o fluxo de suas águas tem sentido próximo ao da direção da superfície da planície (N 220°), discordando da inclinação principal.

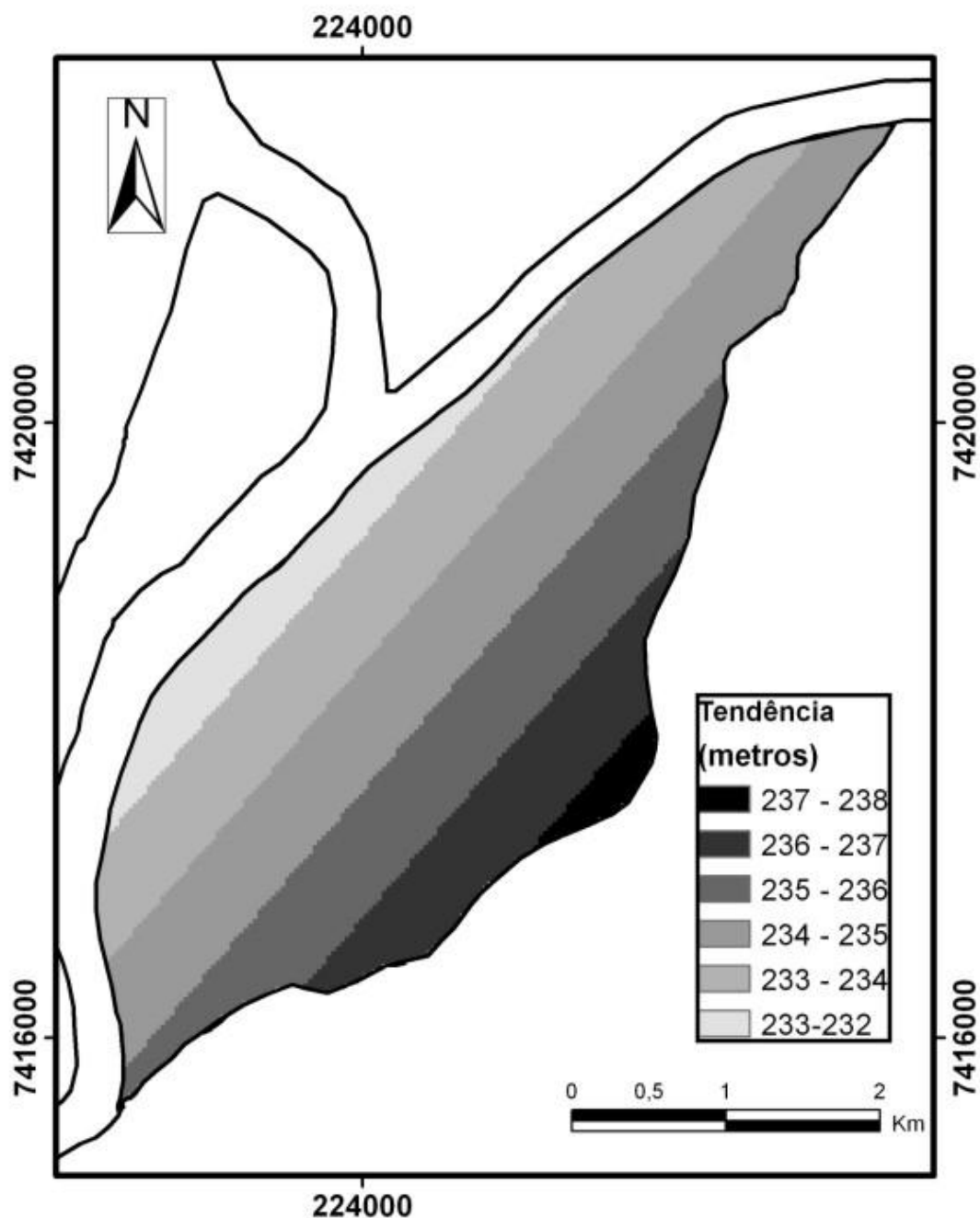


Figura 3: Mapa de superfície de tendência da planície obtido a partir dos dados SRTM reamostrados indicando a direção da pendente da planície SE-NW.

O mapa de resíduos (Figura 4) identificou a posição dos diques marginais do rio Ivaí (resíduos positivos situados nas bordas próximas ao rio), às áreas com depósitos coluvionares (resíduos positivos situados nas bordas leste e sul), parte da área de ocorrência do leque (resíduos próximos à média e resíduos positivos situados na área disposta a SE-NW com origem na entrada do córrego), e as áreas

de bacia de inundação (resíduos negativos). Como pode ser observado na referida figura, o paleocanal não pode ser individualizado, embora ao longo de seu percurso existam áreas de resíduos negativos. Da mesma forma, o canal do córrego Dourado não está definido, encontrando-se dentro de uma área de bacia de inundação.

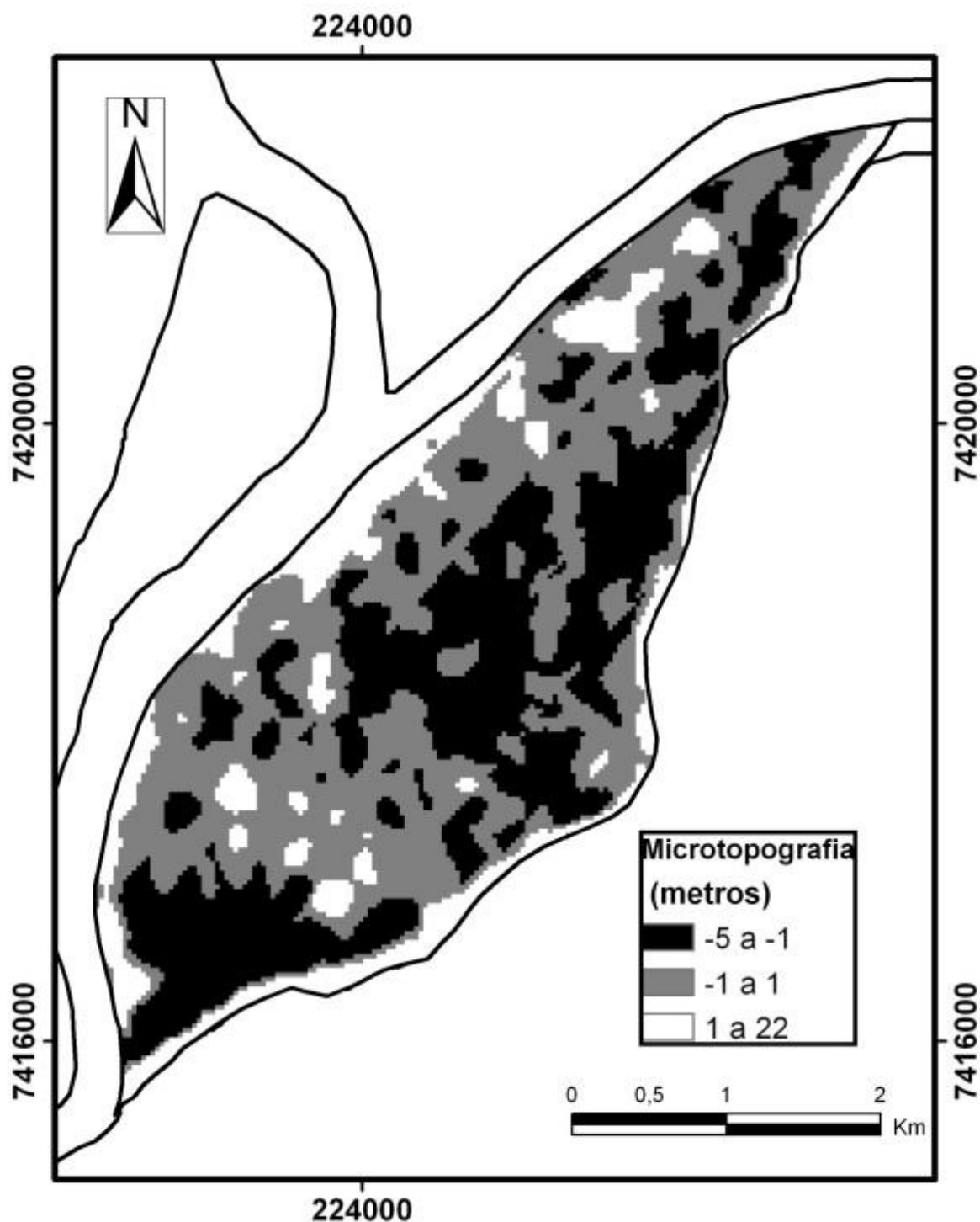


Figura 4: Mapa de resíduos da planície

A descrição dos dados da sondagem está apresentada na Figura 5. O conjunto da base mostra depósitos residuais de canal (Gm) cobertos por argilas maciças mosqueadas (Fm). O conjunto aparentemente indica o primeiro abandono do paleocanal. Seguido a esse conjunto ocorre outro par composto por

areia maciça (Sm) também coberta por argila maciça (Fm), representando uma retomada do canal, com fácies de menor energia que a situação original e abandono, indicada pelos depósitos de decantação. O conjunto final corresponde a áreas úmidas da bacia de inundação, uma vez que a turfa domina essa parte do depósito.

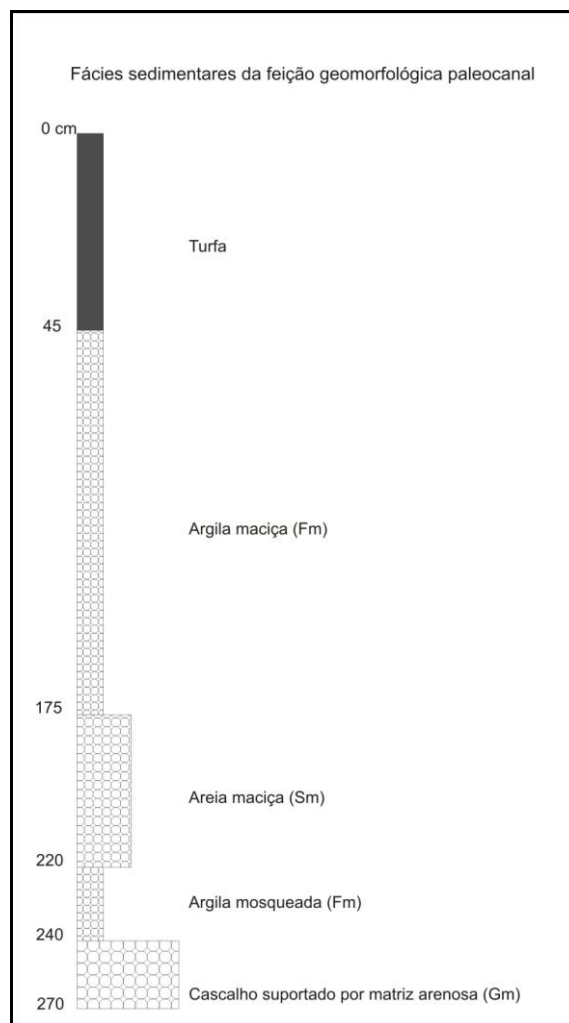


Figura 5: Associação de fácies obtida a partir da sondagem da vibração realizada no paleocanal existente na planície

O conjunto mostra, portanto, uma condição de diminuição da energia do canal, efetuada em dois ciclos de abandono, até a implantação das condições que perduram até hoje, ou seja, o local da amostragem encontra-se em área úmida da planície.

Pelo observado, a parte estudada da planície não tem a disposição esperada, visto que seu caimento é feito da parte leste em direção a oeste, e não ao longo da pendente do rio. Tal disposição pode ter sido influenciada pelos valores positivos das áreas de colúvio situadas nas bordas da feição, e pelos valores positivos das áreas do leque, ou ainda pode ser resultado de basculamento tectônico recente.

Uma vez que o córrego Dourado não segue o caimento da planície, é pouco

provável que a disposição obtida para ela seja resultado de ação tectônica. Dessa forma, é mais provável que o riacho fluísse para NW quando desenvolveu o leque, e a partir da implantação do paleocanal, em um episódio de avulsão ele tenha se desviado para WSW, aproveitando a disposição dessa forma.

4 CONCLUSÕES

O córrego Dourado corre inicialmente sobre área de domínio da Formação Caiuá (K), e teria formado um leque aluvial em sua entrada na planície. Aparentemente, o rio Ivaí passou a cortar a planície e capturou as águas do córrego, que mantiveram o fluxo ao longo do paleocanal após seu abandono.

Portanto, no caso estudado, a forte inflexão existente no curso do córrego Dourado deve ser atribuída à implantação da morfologia do paleocanal do rio Ivaí. A datação do início do desenvolvimento do paleocanal, a partir da continuidade desse estudo, permitirá identificar a idade da captura do córrego e do abandono do leque.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as sugestões de Hiran Zani (doutorando INPE) e Aguinaldo Silva (doutorando Unesp/Rio Claro). E também ao CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado e iniciação científica, respectivamente, para os dois primeiros autores e bolsa de produtividade em pesquisa para os demais autores.

REFERÊNCIAS

- BARROS, C. S. **Característica sedimentar e hidrológica na confluência do rio Ivaí com o rio Paraná, município de Icaraíma- PR**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá, 2006.
- BIAZIN, P. C. **Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma-PR**. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá, 2005.
- BISHOP, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. **Progress in Physical Geography**, London, v.19, n. 4, p. 449-473, 1995.
- DAVIS, J. C. **Statistics and Data Analysis in Geology**. 2nd ed New York: John Wiley & Sons, 1986.
- DESTEFANI, E. V. **Regime hidrológico do rio Ivaí-PR**. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá, 2005.
- KUERTEN, S. **Variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí-PR em seu curso inferior**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá, 2006.
- PAIVA, D. G. **Análise do índice de relação entre o fluxo de base e desflorestamento por meio de imagens orbitais e análise hidrológica: baixo curso do rio Ivaí- PR**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM, Maringá, 2008.
- MIALL, A. D. A review of the braided-river depositional environment. **Earth Science Reviews**, Amsterdam, v.13, p. 1-62, 1977.
- MONTGOMERY, D. R.; LOPES-BLANCO, J. Post-Oligocene river incision, southern Sierra Madre Occidental, Mexico. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 55, p. 235-247, 2003.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. São Paulo: E. Blucher, 1989.
- THOMAS, M. F.; THORP, M. B. Geomorphic response to rapid climate and hydrologic change during late Pleistocene and early Holocene in humid and sub-humid tropics. **Quaternary Science Reviews**, Oxford, v.14, p. 193-207, 1995.
- SANTOS, M. L. **Estratigrafia e evolução do sistema siliciclástico do rio Paraná no seu curso superior: ênfase à arquitetura dos depósitos, variação longitudinal das fácies e processos sedimentares**. 1997. 246 f. Tese (Doutorado em Geociências)- Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

SANTOS, M.L. Sistema fluvial do rio Paraná (Brasil) em seu curso superior: um exemplo de planície aluvial em desequilíbrio. In: CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DE PAÍSES DE LÍNGUAS IBÉRICA, 1., Lisboa, Portugal. **Anais...**, Lisboa, 2001. p. 145-148

SANTOS, M. L. et al. Geologia e geomorfologia da planície aluvial do rio Ivaí em seu curso inferior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 9, p. 23-34, 2008.

SINHA-ROY, S. Neotectonic significance of longitudinal river profiles: an example from the Banas drainage basin, Rajasthan. **Journal of the Geological Society of India**, Bangalore, v. 58, p. 143-156, 2001.

TWIDALE, C. R. River patterns and their meaning. **Earth Science Reviews**, Amsterdam, v. 67, p. 159-218, 2004.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004. Disponível em: < <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57/doc/publicacao.pdf> >. Acesso em: 12 set. 2007.

Data de recebimento: 10.06.2010.

Data de aceite: 01.10.2010.