



ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DE MEANDROS ABANDONADOS E PALEOCANAIS NO ALTO CURSO DO RIO MIRANDA (MS)

Sidney Kuerten^(a), Elton Vareiro Teixeira^(b), Cleiton Messias Rodrigues Abrão^(c), Jandir Osuna de Souza^(d)

^(a) Colegiado de Geografia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS/Jardim, sidneykuerten@uems.br

^(b) Curso de Geografia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS/Jardim, eltonsalgado@hotmail.com

^(c) Doutorando em Geografia, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, cleiton.geografo@yahoo.com.br

^(d) Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/CPTL, osunaxp@gmail.com

EIXO: SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS: ESTRUTURA, DINÂMICAS E PROCESSOS

Resumo

O rio Miranda nasce na borda da Bacia Sedimentar do Paraná e atravessa a depressão do Alto Rio Paraguai entre as serras de Maracaju e Bodoquena na direção N de Mato Grosso do Sul. No seu alto curso fluvial (~140km), são encontradas geoformas relictas adjacentes ao canal atual. O objetivo deste trabalho foi identificar, mapear e analisar estas paleofeições. Para isso, foi construído e alimentado um banco de dados geográficos digital para produção de mapas na escala de 1:50.000. A partir dos resultados obtidos em gabinete, foram realizadas incursões a campo com uso de GPS de precisão para detalhar perfis topográficos com presença de paleofeições. A ocorrência destas geofeições adjacentes ao canal atual testemunham mudanças hidrológicas e ambientais que podem estar associadas a ajustes tectônicos e mudanças climáticas holocênicas. A análise de fácies sedimentares e interpretação de indicadores proxy associada à dados radiométricos poderão elucidar os processos envolvidos.

Palavras chave: Paleocanais; Meandros abandonados; Sensoriamento remoto; rio Miranda.

1. Introdução

A análise da evolução dos sistemas fluviais tem como um dos pilares os estudos geomorfológicos das planícies aluviais, cuja identificação e caracterização de paleocanais (morfometria e geocronologia) permitem reconstituir os processos pretéritos e antever possíveis mudanças no sistema fluvial. Nesse sentido, o presente estudo teve por finalidade analisar as características geomorfológicas dos terraços e planícies aluviais do Alto Curso do Miranda (ACM) na região sudoeste de Mato Grosso do Sul, trecho situado entre os municípios de Maracaju, Guia Lopes da Laguna e Jardim.

Localizado no sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul, o Alto Curso do rio Miranda (ACM) é palco de transformações resultantes de recentes mudanças do uso do solo pela economia empregada na área da bacia hidrográfica. Em especial, as áreas adjacentes ao alto curso fluvial



experimentaram mudanças recentes de uso e ocupação, áreas tradicionalmente ocupadas pela pecuária extensiva foram transformadas para o cultivo de arroz e cana-de-açúcar.

Trata-se de um sistema fluvial importante para diversos municípios lindeiros, mas que apesar de sua relevância para irrigação, dessedentação e abastecimento urbano, são raros os estudos sobre suas características físicas e ambientais, em especial à geomorfologia. Diante da relevância deste manancial e do caráter inédito dos resultados obtidos, o presente texto revela os resultados obtidos com a análise geomorfológica da área delimitada, com destaque para a presença de geofeições relictas identificadas ao longo do canal atual.

2. Caracterização da área em estudo

O rio Miranda nasce na Fazenda Remanso, Município de Ponta Porã (MS), no encontro do córrego Fundo com o rio Roncador, limite com município de Jardim (S 21°49.8' / W 55°56.6'), em uma altitude de 320 metros (MOSS e MOSS, 2007).

Após percorrer 750 km o rio deságua no rio Paraguai, no município de Corumbá em uma altitude de 83 metros. Sua bacia hidrográfica (Figura 1) possui área de 44.740.50 km², na qual envolve o território de 23 municípios do Estado de Mato Grosso do Sul. Contíguos ao rio são encontrados dez municípios: Ponta Porã, Jardim, Guia Lopes da Laguna, Bonito, Nioaque, Anastácio, Bodoquena, Miranda, Aquidauana e Corumbá perfazendo uma população superior a 360 mil habitantes (IBGE, 2016).

Os primeiros registros geomorfológicos sistematizados da região do ACM foram produzidos pelo projeto RADAMBRASIL na década de 1980. Inserida em unidades geomorfológicas de maior extensão, a área recebeu diferentes classificações ao longo do tempo como “Pediaplano Centro-Ocidental Brasileiro” (MELO et al., 1978), “Depressão do Guaporé” (KUX et al., 1979) e “Depressão do rio Paraguai” (FRANCO e PINHEIRO, 1982).

Anteriormente a estes estudos, foi também denominada por Almeida (1959 e 1965) por “Depressão Periférica do Miranda”, cuja descrição resumia-se à uma extensa área baixa (“baixada” descrita pelo autor) separadora do Planalto da Bodoquena e Planalto de Maracaju-Campo Grande, descrito até então por “Zona Serrana Oriental/Crista Basáltica de Maracaju”. A área recebeu também a classificação de “Depressão Interplanáltica” (NOGUEIRA et al., 1978) por seu posicionamento entre os planaltos supracitados.

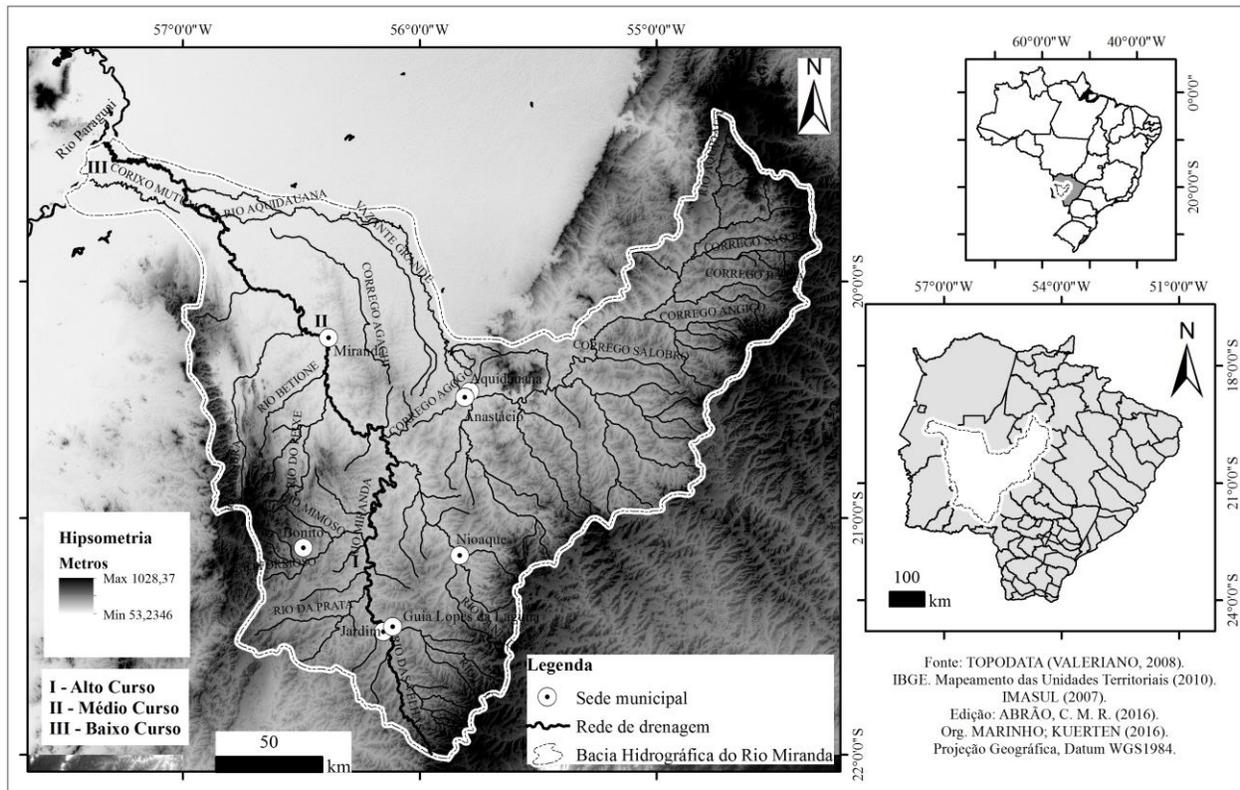


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Miranda (MS) na região hidrográfica Paraguai.
Fonte: Marinho e Kuerten (2017 no prelo).

Na escala ao milionésimo, esta área pode ser incluída e apresentada como Depressão do rio Paraguai por constituir uma extensa superfície rebaixada em relação ao entorno, demarcada por escarpas e relevos residuais da Bacia do Paraná e morrarias tabulares do Planalto da Bodoquena. Entretanto, neste estudo adotou-se o termo “Depressão do rio Miranda” ou DRM, como uma reutilização e adaptação da denominação de “Depressão Periférica do Miranda” (ALMEIDA, 1959; 1965), e “Depressão do Miranda” (ROSS, 1990).

Com base no modelo digital de elevação a área possui cotas altimétricas que variam de 680 a 210 metros de altitude a partir das nascentes do rio Miranda, em direção sul-norte, formando um anfiteatro de drenagem das terras altas circunvizinhas (Figura 01). A drenagem é realizada por uma rede de canais tributários de padrão dendrítico com diferentes graus de densidade.

As áreas das nascentes situadas na borda da Bacia do Paraná, configuram trechos de alta declividade com formas tabulares recortadas por vales incisivos juntos às escarpas do Planalto de Maracaju, esculpidas nos basaltos da Formação Serra Geral. Nestas áreas, a rede de drenagem é



densa, principalmente na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, que apresenta ao longo dos cursos fluviais inúmeros sinais de erosão das margens e incisão do leito. O rio Miranda integra um sistema deposicional com características distintas dos outros grandes sistemas fluviais responsáveis pelo preenchimento da bacia sedimentar do Pantanal (MERINO et al., 2013), pois apresenta uma planície agradacional distante da foz, diferente de outros rios que integram a bacia sedimentar do Pantanal. Para os autores esse compartimento está situado numa porção a montante, no centro da planície aluvial, característica atribuída a movimentos neotectônicos e dinâmica sedimentar conjunta com o rio Aquidauana.

3. Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido em escala 1:50.000, dividido em atividades de gabinete, campo e de laboratório. As atividades preliminares compreenderam o levantamento de informações bibliográficas nas mais diversas fontes disponíveis: periódicos, nacionais e internacionais, livros, teses e dissertações. Nesta etapa também foram levantadas cartas topográficas, mapas e cartas digitais e produtos de sensoriamento remoto visando à elaboração da carta base e dos mapas temáticos.

A compartimentação geomorfológica da área foi realizada a partir da identificação e do mapeamento de zonas homólogas em imagens de um banco de dados conforme padrão proposto por Zeiler (1999), com uma interface de manipulação de informações geográficas (LITTON, 1987), construído para a análise dos dados disponíveis. Foi realizado o tratamento de imagens orbitais e construção de modelos digitais de elevação (MDE) com dados Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). As imagens GeoCover receberam tratamento de contraste linear para realçar elementos geomorfológicos.

O mapeamento e análise do ACM foi realizado com uso do software QGIS, versão 2.2. Para a realização de um mapeamento com uma escala geográfica maior, foi necessário a obtenção de imagens de alta resolução do banco de dados do Google, que utiliza os serviços do satélite GeoEye-1 desde 2008. As imagens utilizadas neste estudo foram produzidas em abril de 2013 e apresentam resolução espacial de 1,65 m a até 2 metros em modo multiespectral (coloridas), valor correspondente à obtenção da cena em nadir ou off-nadir, respectivamente.



A obtenção das imagens de alta resolução espacial efetivou-se a partir do uso do software AutoGR Toolkit na versão 2.0 (disponível em http://ims.forth.gr/index_main.php?c=90&l=e&d=7). A definição da escala adotada respeitou o princípio da mínima estimativa gráfica ou precisão gráfica do desenho, que de acordo com Loch e Cordini (2007), a mínima estimativa gráfica possível de ser observada a olho nu é de 0,0002 m.

Três campanhas de campo foram realizadas entre março de 2015 e dezembro de 2016 com o objetivo de verificação dos resultados das análises obtidas em laboratório. Durante o mapeamento verificou-se pontos duvidosos decorrentes de artefatos das imagens, como trechos em que a definição do traçado do canal e a existência de geofeições. A localização e a topografia de paleocanais e meandros abandonados identificados foi otimizada com a utilização de GPS TopCon Hiper +L1/L2 com GLONASS, cuja precisão horizontal é de 3 mm + 0,5 PPM e vertical de 5 mm + 0,5 PPM.

4. Resultados e Discussão

O alto curso do rio Miranda compreende o trecho situado desde as nascentes até a foz do rio da Prata, cerca de 140 km (Figura 1). Constitui um trecho em que o rio ora flui sobre leito rochoso, com padrão meandrante com baixa sinuosidade e trechos retilíneos, alojado em rochas da Bacia do Paraná, ora desenvolve uma planície encaixada sobre sedimentos quaternários. Apesar de desenvolver planície agradacional ampla após contornar o Planalto da Bodoquena, o rio construiu notáveis formas relictas de canais meandrantas (meandros abandonados e paleocanais) adjacentes ao seu canal atual (Figura 02).

Ao todo foram identificados quarenta e uma (41) feições de paleocanais distribuídas ao longo do ACM (Figuras 3 e 4). Constituem feições com comprimento médio de 230 m e largura média de 28 m. A localização destes registros não ocorre como aqueles descritos por Merino et al. (2013) em uma planície aluvial típica mas encontram-se inseridos em uma unidade morfológicamente elevada em relação ao canal atual, em média 3 metros de desnível (Figura 5), denominada planície aluvial.



Figura 2 – Exemplo de feições morfológicas relictas do rio Miranda. As setas destacam a presença de canal e meandros abandonados (Imagem Google Earth 20/03/2013). Coordenadas de referência da imagem (Seta no centro da imagem 21°26'50.36"S/ 56° 9'19.07"O).

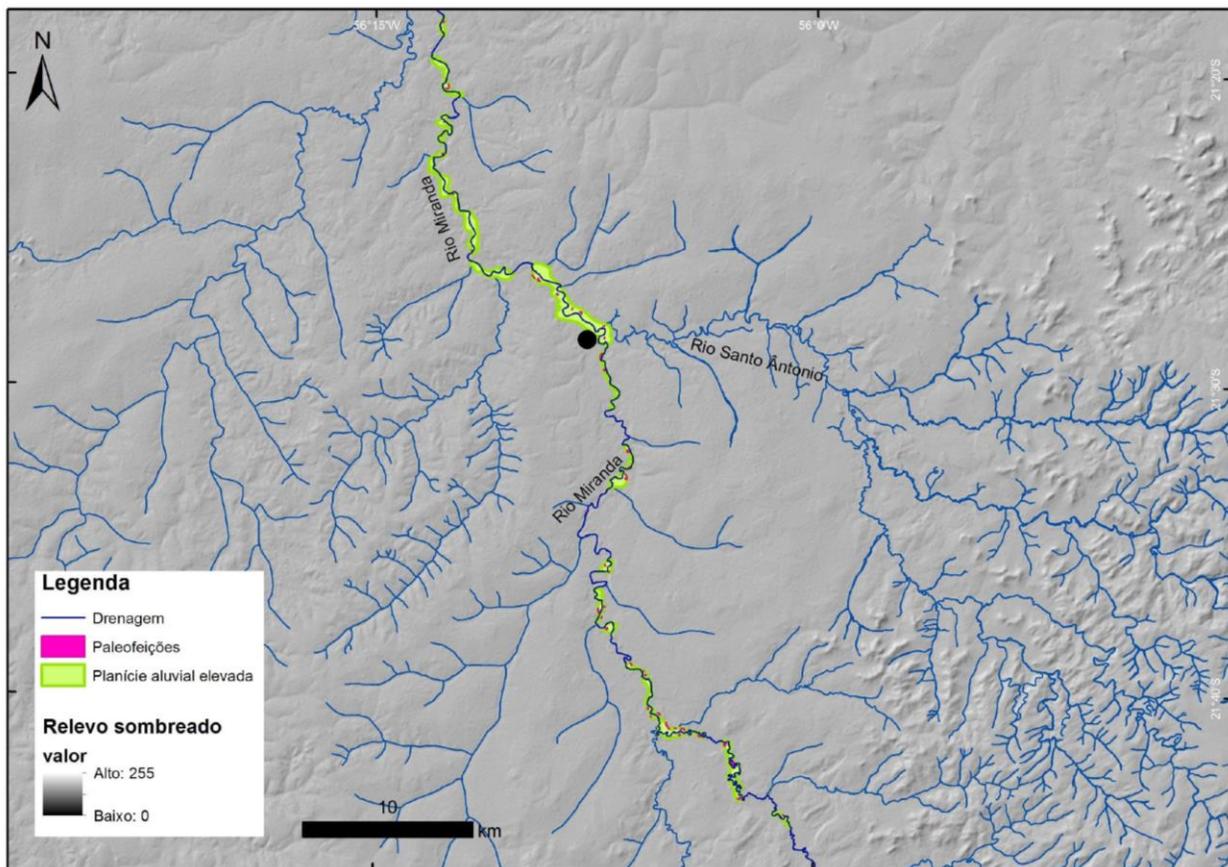


Figura 3 – Localização das feições geomorfológicas relictas inserida na planície aluvial. A drenagem e o relevo sombreado foram extraídos de dados SRTM, com ajustes manual realizado com imagens GeoEye-1. Modificado de Osuna et al. (2014).

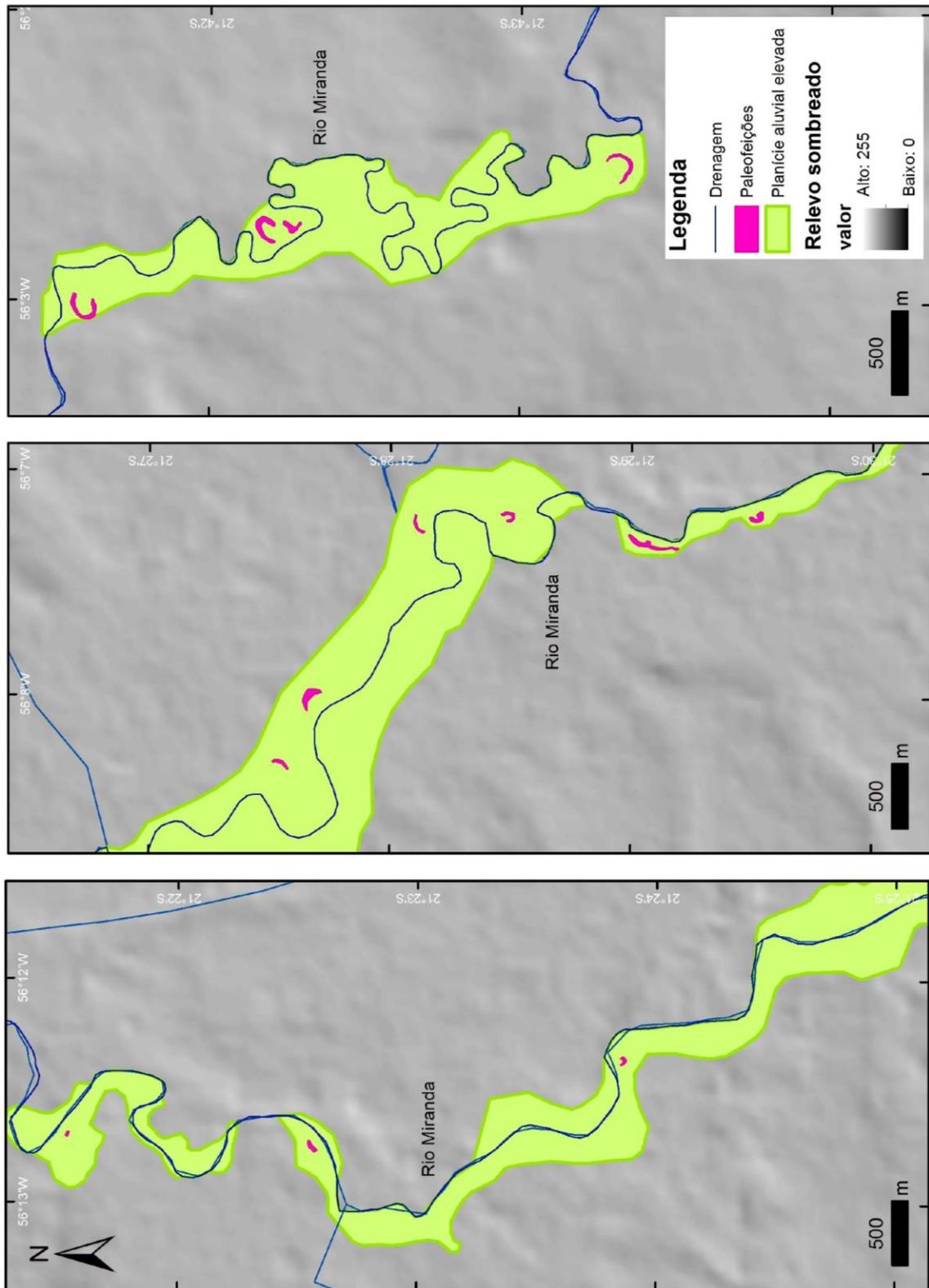


Figura 4 – Paleocanais e meandros abandonados inseridos na planície aluvial elevada no alto curso do rio Miranda.

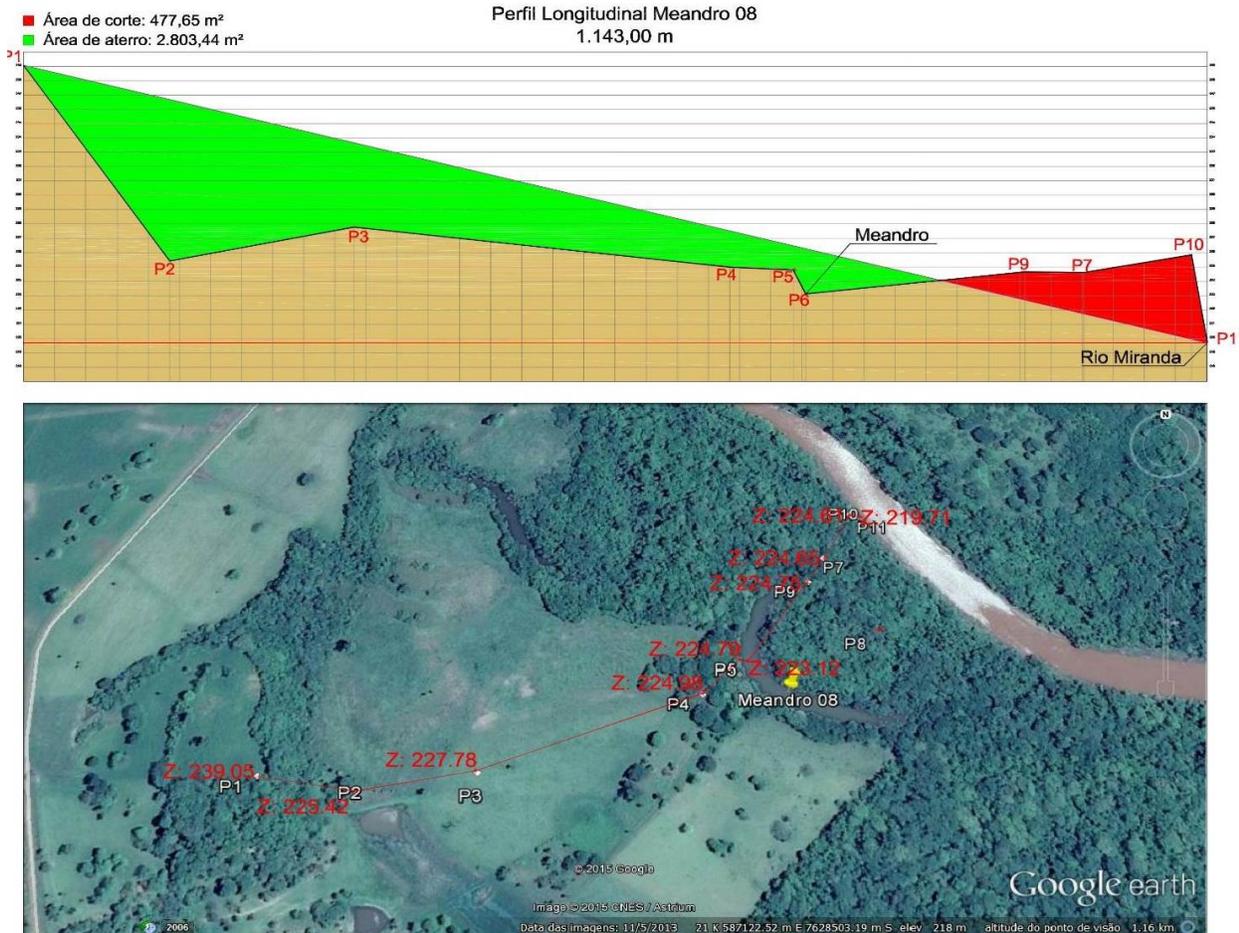


Figura 5 – Perfil longitudinal do vale do rio Miranda em direção à planície aluvial (Imagem Google Earth 05/11/2013). A utilização de GPS de precisão possibilitou identificar o desnível topográfico do canal atual em relação aos meandros abandonados. Os valores em vermelho com Z indicam a cotas altimétricas dos pontos obtidos ao longo da vertente. Coordenadas de referência da imagem (P5 21°26'37.69"S/ 56° 9'29.00"O).

Ao longo do período estudado, foi possível observar ciclos de maior e menor vazão, com grande variação de cota fluvial. Houve períodos em que o canal atingiu o limite de margem plena e saiu de sua calha, configurando uma planície de inundação. Em trechos em que houve inundação das margens ocorre a formação de diques marginais com diferentes alturas atingindo até 1,5m em relação à margem (Figura 6). A altura da coluna de água pode ser observada também no tronco da vegetação arbórea que se desenvolve (Figura 7).

A vegetação densa desenvolvida ao longo da Área de Preservação Permanente (APP) dos canais oblitera feições geomorfológicas e dados de elevação da área estudada. No entanto, durante



atividade de campo foram identificados paleocanais nas áreas de APP em processo de colmatção (Figura 07), cuja topografia acumula água proveniente das inundações.



Figura 6 – Depósito de dique marginal. A – Imagem em detalhe do depósito inundação ($21^{\circ} 32.350'S/ 56^{\circ} 6.196'W$). B - Imagem Google Earth 04/01/2015. Fonte: Os autores (2016)

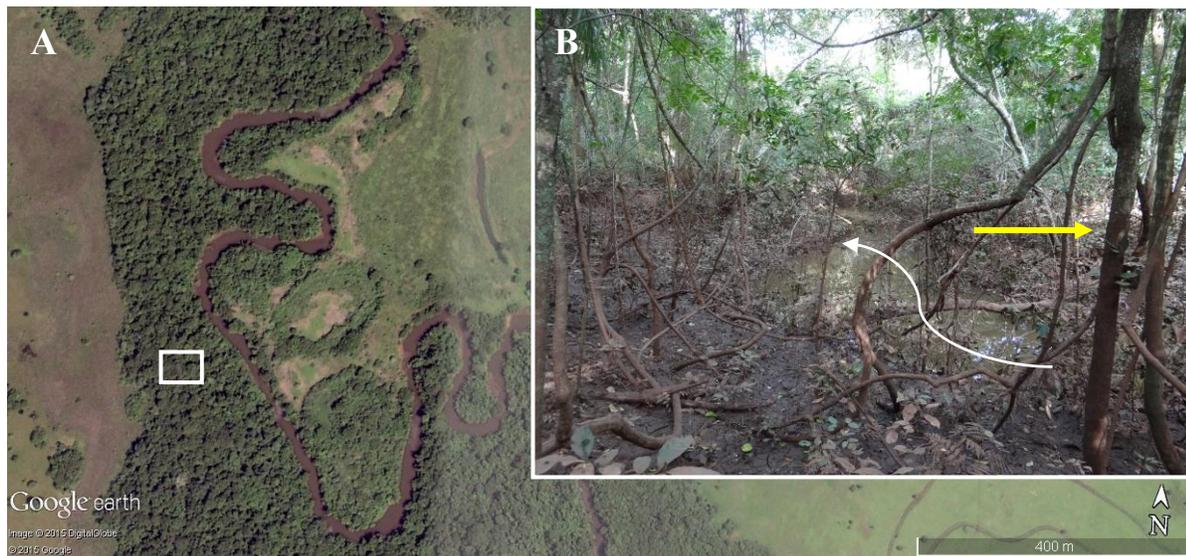


Figura 7 – Inundação e paleocanal em Áreas de Preservação Permanente (APP) do rio Miranda, aproximadamente 40 km sul da área urbana de Jardim-MS. A - Imagem Google Earth 04/01/2015. B - Imagem oblíqua do interior de APP após cheia do rio Miranda em abril de 2015 ($21^{\circ} 42.245'S/ 56^{\circ} 2.881'W$). A seta amarela indica nível em que o fluxo do rio Miranda atingiu fora de sua calha pela marca na vegetação, bem como é possível identificar a presença de lama na superfície. A seta branca indica a existência de paleocanal na APP do rio Miranda. Fonte: Os autores (2016)



5. Considerações Finais

Os resultados obtidos até o presente, indicam uma evolução quaternária do rio Miranda que pode estar associada à mudanças do nível de base em diferentes trechos que desencadearam a migração do canal e abandono de meandros, alojados em uma planície aluvial ativa com características que sinalizam a evolução para desenvolvimento de um terraço. A participação de processos degradacionais associados a ajustes tectônicos podem estar associados à um complexo arranjo de falhas regionais associados à borda da Bacia do Paraná.

A realização de estudos complementares, como a datação dos depósitos da planície e paleofeições possibilitarão o avanço na compreensão dos processos fluviais do conjunto canal/planície, além da inter-relação morfogenética entre os diferentes segmentos do rio Miranda, suas planícies e terraços e os processos hidrosedimentares a jusante que repercutem nos processos da Bacia do Pantanal.

Além destes estudos, as análises de fácies sedimentares e presença de indicadores *proxy* e da dinâmica hidrosedimentar atual associadas a caracterização de energia e dinâmica do fluxo certamente contribuirão para a compreensão do sistema fluvial atual e sua capacidade de alteração da paisagem, bem como para auxiliar o planejamento do uso dos recursos hídricos pela população.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa (processo nº406998/2012-4), ao Programa de Geociências e Meio Ambiente da UNESP – Rio Claro que contribuiu na capacitação técnica em sensoriamento remoto dos demais autores.

Bibliografia

- ALMEIDA, F. F. M.. Traços gerais da geomorfologia do Centro-Oeste brasileiro. In: ALMEIDA, F. F. M. & LIMA, M. A. (ed.) **Planalto Centro-Ocidental e Pantanal Matogrossense**. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, Guia de Excursão nº 1 do XVIII Congresso Internacional de Geografia. 1959, p.7-65.
- ALMEIDA, F. F. M. 1965. Geologia da serra da Bodoquena (Mato Grosso). Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro (219): 1-96, 1965.
- FRANCO, M. S.; PINHEIRO, R. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL Folha SF.21 – Campo Grande** (Levantamentos de Recursos Naturais, 27). Rio de Janeiro, 1982, 412p.



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm . Acesso em: 14. fev. 2017.

KUX, H. J. H.; Brasil, A. E.; FRANCO, M. do. S. M.; Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL - Levantamento dos Recursos Naturais, Vol. 19, Folha SD-20 – Guaporé**. Rio de Janeiro. DNPM. 1979, 412p.

LITTON, G.. **Introduction to database management: a practical approach**. William C. Brown. 1987. 532 pp.

LOCH, C. & CORDINI, J. **Topografia contemporânea: Planimetria**. 3. ed. Florianópolis, Editora da UFSC. 2007. 321 p.

MARINHO V., KUERTEN, S. As interfaces dos usos múltiplos das águas: uma leitura a partir das experiências de pesquisas no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda/MS. In: FONSECA, A.P.C.P.; CARVALHO, P.A.; SOUZA, S.C. **GEOGRAFIA E SUAS LINGUAGENS: a construção de novas leituras sobre o espaço regional sul-mato-grossense**. 2017. No prelo.

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. 14-2 p. 127-134, 2013.

MOSS, G.; MOSS, M. **Projeto Brasil das Águas. Sete Rios**. Brasília, 2007. 55p. Disponível em :<https://www.brasildasaguas.com.br/sete-rios/images/stories/Resultados/rio_grande.pdf> Acesso em: 15 mar. 2015.

NOGUEIRA, V.L. et al. Projeto Bonito-Aquidauana: relatório final Goiânia. DNPM/CPRM 1978. 14v (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2744) v1. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL Folha SF.21 – Campo Grande** (Levantamentos de Recursos Naturais, 27). Rio de Janeiro, 1982.

OSUNA, J.; KUERTEN, S.; HAYAKAWA, E.H. Mapeamento de vegetação ripária com imagens de alta resolução da bacia hidrográfica do rio Santo Antonio utilizando os softwares livres AutoGR e QGIS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANANTAL – GEOPANTANAL, 5. 22 a 26 de novembro de 2014, Campo Grande, MS. **Anais...**São José dos Campos, SP: INPE, 2014. p.356-365. CD rom.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990, 85p.

ZEILER, M.. Modeling Our World. The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI Press, 1999, 200p.

SBGF Número do Registro: 0974798/373