

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 22/09/2019.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS
EXATAS



HUDSON DE AZEVEDO MACEDO

EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DINÂMICA HIDROSSEDIMENTAR DA
PLANÍCIE FLUVIAL PARAGUAI-CORUMBÁ, QUATERNÁRIO DO PANTANAL

Rio Claro-SP
2017

HUDSON DE AZEVEDO MACEDO

EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR DA
PLANÍCIE FLUVIAL PARAGUAI-CORUMBÁ, QUATERNÁRIO DO PANTANAL

Texto apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: José Cândido Stevaux

Coorientador: Aguinaldo Silva

Rio Claro-SP
2017

551.42 Macedo, Hudson de Azevedo
M141e Evolução geomorfológica e dinâmica hidrossedimentar
da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do
Pantanal / Hudson de Azevedo Macedo. - Rio Claro, 2017
193 f. : il., figs., tabs., quadros

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: José Cândido Stevaux

Coorientador: Aguinaldo Silva

1. Geomorfologia. 2. Pantanal. 3. Rio Paraguai. 4.
Geomorfologia fluvial. 5. Hidrossedimentologia. 6. Mudanças
paleoambientais. I. Título.

HUDSON DE AZEVEDO MACEDO

EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR DA
PLANÍCIE FLUVIAL PARAGUAI-CORUMBÁ, QUATERNÁRIO DO PANTANAL

Comissão Examinadora

Dra. Débora Pinto Martins

Prof. Dr. Fabiano do Nascimento Pupim

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Prof. Dr. Mario Luis Assine

Prof. Dr. José Cândido Stevaux (orientador)

Resultado: **APROVADO**

Rio Claro - SP
Setembro de 2017

Dedico esta tese a todos que de alguma forma contribuíram para a sua realização, em especial a minha família, que tem como seus pilares minha amada Ane Carolina, meu querido Choppin e minha adorada mãe Jeanete de Azevedo Macedo.

Quando um rio corta, corta-se de vez
o discurso-rio de água que ele fazia;
cortado, a água se quebra em pedaços,
em poços de água, em água parálitica.
Em situação de poço, a água equivale
a uma palavra em situação dicionária:
isolada, estanque no poço dela mesma,
e porque assim estancada, muda,
e muda porque com nenhuma comunica,
porque cortou-se a sintaxe desse rio,
o fio de água por que ele discorria.
O curso de um rio, seu discurso-rio,
chega raramente a se reatar de vez;
um rio precisa de muito fio de água
para refazer o fio antigo que o fez.
Salvo a grandiloquência de uma cheia
lhe impondo interina outra linguagem,
um rio precisa de muita água em fios
para que todos os poços se enfrasem:
se reatando, de um para outro poço,
em frases curtas, então frase e frase,
até a sentença-rio do discurso único
em que se tem voz a seca ele combate

João Cabral de Melo Neto, **Rios sem discurso.**

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Cândido Stevaux, meu orientador, pela disponibilidade, pelos valiosos ensinamentos e atenção dada ao longo desses quatro anos de pesquisa. Agradeço também a sua generosidade e, acima de tudo, amizade.

Ao professor Aguinaldo Silva que na minha graduação apresentou-me direções acadêmicas que me conduziram ao meu objeto de estudo atual. Sou grato pela atenção, coorientação, ensinamentos, confiança e, principalmente, amizade.

Aos colegas do Laboratório de Estudos do Quaternário – LEQ, Eder Renato Merino, Fabiano Pupim, Renato Guerreiro, Deborah Mendes, pelas dicas e, principalmente, pelo convívio diário que muito me ensinou.

A Eder Merino, pelas conversas, parceria e apoio durante todo o percurso. Colega que desde o mestrado acompanhou-me nas jornadas de coleta de campo no Pantanal, mostrando-se uma pessoa sempre disposta a ajudar. Agradeço também a Edward Lo e Leandro Domingos Luz pelo apoio dado nos trabalhos de campo.

Ao Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência – LEGaL, do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, da Universidade de São Paulo – USP, coordenado pelo professor André Sawakuchi, que possibilitou não só a realização da datação dos depósitos mapeados nesta tese, mas também o treinamento técnico e desenvolvimento científico.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, campus do Pantanal, a Ecologia em Ação – ECOA e ao Instituto Acácia pelo apoio dado durante as campanhas de campo.

A Jocemir Antunes, o Jaburu, piloto de barco que nos conduziu aos lugares em que foram feitas as coletas de campo no rio Paraguai.

A Rosangela Vacello, secretária da Pós-Graduação (Geociências e Meio Ambiente) da UNESP Rio Claro, e a Maria, cujo convívio muito me enriqueceu profissionalmente e pessoalmente.

Ao professor Fabiano Tomazini e ao colega Eder Spatti pelo apoio dado nas análises das amostras de água no Laboratório de Geoquímica Ambiental – LAGEA, do Departamento Planejamento Territorial e Geoprocessamento, da Universidade Estadual Paulista – UNESP de Rio Claro.

Ao professor Dr. Fernando H. M. Portelinho por disponibilizar o Laboratório de Mecânica dos Solos e Geotecnia, do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; e ao técnico Sidnei Muzetti pelo apoio dado na realização dos ensaios de análise granulométrica das amostras de sedimento de fundo do rio Paraguai.

Ao professor Mario Assine pelos ensinamentos e apoio dado a esta pesquisa – cujo recurso financeiro disponibilizado foi primordial à conclusão desta tese. Agradeço por ter aceitado participar da minha banca e também pela valiosa contribuição dada no exame de qualificação e na banca de defesa.

Aos demais membros da banca examinadora: Profa. Dra. Débora Pinto Martins; Prof. Dr. Fabiano do Nascimento Pupim e Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição. Sou grato pela leitura criteriosa do texto e a disponibilidade em participar da banca.

A minha família, em especial, Ane e Pã, pelo convívio diário; com vocês divido meus momentos mais preciosos, meus anseios, meus acertos, enfim, a vida! A minha mãe, Jeanete de Azevedo, por todo ensinamento e amor e por ter zelado pela minha educação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado, a qual me assistiu no período de agosto de 2013 a fevereiro de 2015.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado (processo 140334/2015-7), de março de 2015 a agosto de 2017. Agradeço também pelo apoio financeiro dado ao projeto de pesquisa "Dinâmica hidrossedimentológica em sistema multicanal herdado no rio Paraguai: um novo paradigma para a geomorfologia fluvial" (processo 443437/2014-9).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa "Mudanças paleohidrológicas, cronologia de eventos e dinâmica sedimentar no Quaternário da Bacia do Pantanal" (processo 2014/06889-2).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA	29
3. PROBLEMÁTICA DO ESTUDO	39
4. OBJETIVOS	41
5. COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA PLANÍCIE FLUVIAL PARAGUAI-CORUMBÁ	43
5.1. Materiais e Métodos	44
5.2. Resultados	47
5.2.1. Bacia de Inundação.....	49
5.2.2. Paleocinturão de meandros.....	51
5.2.3. Cinturão de meandros.....	54
5.3. Discussão dos Resultados	59
5.4. Conclusões.....	64
6. GEOCRONOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DOS COMPARTIMENTOS MAPEADOS.....	67
6.1. Materiais e Métodos	67
6.2. Resultados	68
6.2.1. Sedimentologia.....	72
6.2.2. Cronologia dos depósitos.....	78
6.3. Discussão dos Resultados	79
6.4. Conclusões.....	86
7. DINÂMICA HIDROSSIDIMENTOLÓGICA E ANÁLISE DA GEOMETRIA HIDRÁULICA DA PLANÍCIE FLUVIAL PARAGUAI-CORUMBÁ.....	89
7.1. Conceitos e métodos.....	91
7.2. Hidrossedimentologia do sistema Paraguai-Corumbá	97
7.2.1. O Regime Hidrossedimentar da planície Paraguai-Corumbá.....	99
7.2.2. Transporte de sedimento no canal e balanço hidrossedimentar	107
7.2.3. Vazões de margens plenas, dominante e efetiva e as influências na morfologia do canal.....	129
7.3. Estudos da geometria hidráulica do rio Paraguai	133
7.4. Conclusões.....	139
8. ESTUDO PRELIMINAR DA MORFODINÂMICA DE TRECHOS MULTICANAIS NO RIO PARAGUAI	141
8.1. Materiais e Métodos	143
8.2. Resultados e discussões.....	144
8.2.1. Trecho Ilha Laranjeira	144
8.2.2. Trecho Ilha Limoeiro.....	152
8.2.3. Trecho Ilhas do Formigueiro.....	160
8.3. Conclusões.....	172
9. CONCLUSÃO.....	177
REFERÊNCIAS.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área estudada (retângulo vermelho).	30
Figura 2 - Geologia da área estudada.....	32
Figura 3 - Unidades geomorfológicas da área estudada.....	34
Figura 4 - Planície do rio Paraguai ao norte da cidade de Corumbá-MS.	35
Figura 5 - Planalto Residual do Urucum-Amolar, visada sul.	36
Figura 6 - Gráfico de precipitação média histórica (1941 a 2016) da estação São Francisco (código 2044003), no limite norte da área estudada.....	36
Figura 7 - Descargas médias mensais do rio Paraguai em diferentes localidades, mostrando o deslocamento da onda de cheia.....	37
Figura 8 - Raiz de drenagem do rio Paraguai na área estudada.....	38
Figura 9 - Imagem ótica da área estudada no período seco.	45
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (MDE) da área estudada.....	46
Figura 11 - Compartimentação geomorfológica da PFPC.....	48
Figura 12 - Formas canal-elevado que fluem sobre a bacia de inundação do rio Paraguai.....	50
Figura 13 - Canais meandranes com marcas de migração lateral (scroll bars) na bacia de inundação do rio Paraguai.	51
Figura 14 - Paleocanais do paleocinturão de meandros.	53
Figura 15 - Cortes de meandro reconhecidos no cinturão de meandros do rio Paraguai.....	56
Figura 16 - Trecho do cinturão de meandros que está condicionado por falha leste-oeste na margem da bacia.	57
Figura 17 - Cinturão de meandros abandonado truncado pelo cinturão ativo do rio Paraguai (trecho 1).....	58
Figura 18 - Cinturão de meandros atual em seu terceiro trecho, cortando o paleocinturão de meandros.	58
Figura 19 - Cinturão de meandros atual, no trecho cinco, truncando o paleocinturão de meandros.	59
Figura 20 - Esquema evolutivo da PFPC.	63
Figura 21 - Mapa de localização dos testemunhos recuperados.	71

Figura 22 - Perfis sedimentares do paleocinturão de meandros.....	74
Figura 23 - Perfis sedimentares dos canais meandrantés na bacia de inundaçãõ. ..	75
Figura 24 - Perfis sedimentares do cinturão de meandros do rio Paraguai.	76
Figura 25 - Perfis sedimentares de testemunhos coletados inicialmente com trado manual.....	77
Figura 26 - Localização das seções levantadas em campo e das estações da ANA.	90
Figura 27 - Relaçãõ entre a descarga sólida de leito e a velocidade média do fluxo.	95
Figura 28 - Relaçãõ cota-vazãõ das três estações fluviométricas ANA.....	98
Figura 29 - Hidrogramas das médias diárias das três estações fluviométricas na área.....	100
Figura 30 - Relaçãõ sedimento-vazãõ.	102
Figura 31 - Perfis transversais das estações São Francisco e Porto da Manga.	104
Figura 32 - Extravasamento de água da calha do rio Paraguai para a bacia de inundaçãõ.	106
Figura 33 - Seções ADCP levantadas em agosto de 2014 (cheia) no rio Paraguai.	108
Figura 34 - Seções ADCP levantadas em novembro de 2015 (seca) no rio Paraguai.	112
Figura 35 - Trocas sedimentares (carga suspensa) entre canal principal e bacia de inundaçãõ.	119
Figura 36 - Balanço sedimentar (carga de leito) do rio Paraguai na cheia (agosto 2014).....	121
Figura 37 - Balanço sedimentar (carga de leito) do rio Paraguai na seca (novembro 2015).....	124
Figura 38 – Balanço sedimentar geral da carga de leito do rio Paraguai (diferença entre cheia e seca).	127
Figura 39 - Curvas de permanência das vazões nas estações fluviométricas ANA.	131
Figura 40 - Histogramas das descargas sólidas de leito, destacando-se as descargas efetivas (Qef), dominantes (Qd) e de margens plenas (Qbf).	132
Figura 41 - Geometria hidráulica na seção transversal (at a station) das três estações fluviométricas na área estudada.	134

Figura 42 - Geometria hidráulica a jusante (downstream) para a variável velocidade média, realizada com uso das seções levantadas em campo.....	135
Figura 43 - Geometria hidráulica a jusante (downstream) para a variável largura, realizada com uso das seções levantadas em campo.	136
Figura 44 - Geometria hidráulica a jusante (downstream) para a variável profundidade média, realizada com uso das seções levantadas em campo.....	136
Figura 45 - Localização dos trechos multicanais estudados.	142
Figura 46 - Batimetria e localização das seções ADCP levantadas na Ilha Laranjeira.	145
Figura 47 - Vegetação da ilha Laranjeira.	146
Figura 48 - Seções ADCP levantadas no trecho ilha Laranjeira.....	147
Figura 49 - Regime morfodinâmico e estimativa de preenchimento do canal na ilha Laranjeira, de acordo com as taxas de deposição e com a capacidade (toneladas) do canal.....	151
Figura 50 - Ilha Limoeiro em diferentes períodos e condições hidrológicas.	153
Figura 51 - Batimetria e localização das seções ADCP levantadas no trecho da ilha Limoeiro.....	154
Figura 52 - Seções ADCP levantadas no trecho da ilha Limoeiro.....	154
Figura 53 - Morfodinâmica e tempo para preenchimento do canal da ilha Limoeiro de acordo com as taxas deposicionais calculadas.....	158
Figura 54 - Imagens orbitais das ilhas do Formigueiro.....	161
Figura 55 - Vegetação arbórea (polígonos brancos) das ilhas Formigueiro.	161
Figura 56 - Barra arenosa na cabeceira montante da ilha 1 do arquipélago do Formigueiro.	162
Figura 57 - Batimetria e localização das seções realizadas nas ilhas do Formigueiro.	163
Figura 58 - Seções ADCP levantadas nas ilhas do Formigueiro.....	164
Figura 59 - Cálculo de volume da barra na cabeceira central da ilha 1 pelo método das seções.	168
Figura 60 - Morfodinâmica e tempo para preenchimento do canal nas ilhas do Formigueiro de acordo com as taxas deposicionais calculadas.....	171

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Morfometrias do rio Paraguai usadas para estimativa de vazão média anual.	52
Tabela 2 - Parâmetros morfométricos para cada trecho do cinturão de meandros atual do rio Paraguai.	55
Tabela 3 - Localização dos testemunhos recuperados na campanha de sondagem.	68
Tabela 4 - Taxas de dose das amostras realizadas.	69
Tabela 5 - Doses equivalentes e estatística das amostras realizadas.	70
Tabela 6 – Idades absolutas das amostras coletadas nos testemunhos recuperados na PFPC.....	78
Tabela 7 - Descargas (líquida e sólida suspensa) das estações São Francisco e Porto da Manga.....	103
Tabela 8 - Quantidade de água e sedimento suspenso transferidos para a bacia de inundação do rio Paraguai.	105
Tabela 9 - Características hidráulicas das seções levantadas na cheia (agosto 2014).	109
Tabela 10 - Características hidráulicas das seções levantadas na seca (novembro de 2015).	113
Tabela 11 - Características sedimentares das seções levantadas em campo (Agosto de 2014).	115
Tabela 12 - Características sedimentares das seções levantadas em campo (Novembro de 2015).	117
Tabela 13 - Balanço hidrossedimentar do rio Paraguai em agosto de 2014 (cheia).	122
Tabela 14 - Balanço hidrossedimentar do rio Paraguai em novembro de 2015 (seca).	125
Tabela 16 - Dados hidráulicos das seções levantadas no trecho ilha Laranjeira. ...	147
Tabela 17 - Sedimentologia das seções levantadas no trecho ilha Laranjeira na cheia de 2014.	150
Tabela 18 - Sedimentologia das seções levantadas no trecho ilha Laranjeira na seca de 2015.	151
Tabela 19 - Dados hidráulicos das seções levantadas no trecho da ilha Limoeiro.	156

Tabela 20 - Sedimentologia das seções levantadas na ilha Limoeiro na cheia de 2014.....	156
Tabela 21 - Sedimentologia das seções levantadas na ilha Limoeiro na seca de 2015.....	157
Tabela 22 - Dados hidráulicos das seções levantadas nas ilhas do Formigueiro...	165
Tabela 23 - Sedimentologia das seções levantadas no trecho das ilhas do Formigueiro na cheia de 2014.	166
Tabela 24 - Sedimentologia das seções levantadas no trecho das ilhas do Formigueiro na seca de 2015.	167
Tabela 25 - Volume e massa da barra na cabeceira montante da ilha 1.....	169

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre as áreas estudadas no Pantanal.	82
Quadro 2 - Compartimentação do rio Paraguai na área estudada.	128

ABREVIATURAS E SIGLAS

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
ANA	Agência Nacional de Águas
BAP	Bacia do Alto Paraguai
CBERS	China Brazil Resource Satellite
DRP	Depressão do Rio Paraguai
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
HRC	High Resolution Camera
MDE	Modelo Digital de Elevação
PFPC	Planície Fluvial Paraguai-Corumbá
PRUA	Planalto Residual do Urucum-Amolar
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
USGS	United States Geological Survey
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

MACEDO, H.A. Evolução geomorfológica e dinâmica hidrossedimentar da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do Pantanal. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2017, 193p.

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP) é constituída por áreas que apresentam características distintas no que concerne aos aspectos tanto biológicos como físicos, tendo o Pantanal como a mais evidente destas e sendo constituído por diversos sistemas hidrogeomorfológicos, com o rio Paraguai como espinha dorsal desses sistemas. As planícies fluviais do rio Paraguai, dentro do Pantanal, possuem dinâmica hidrossedimentar peculiar e grande importância por serem o principal coletor deste imenso trato deposicional. Considerando sua importância e as peculiaridades hidrogeomorfológicas deste sistema, a presente pesquisa visa investigar a evolução quaternária e a dinâmica hidrossedimentar atual da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá (PFPC). Para o desenvolvimento deste trabalho, dados de sensoriamento remoto, sedimentológicos e geocronológicos foram utilizados para o estudo da evolução geomorfológica da planície. Dados hidrossedimentares (levantamento em campo e dados secundários) possibilitaram a compreensão da dinâmica hidrossedimentar da área. O mapeamento geomorfológico permitiu identificar três unidades geomorfológicas na área, que possuem feições fluviais deposicionais. A PFPC é composta por cinturões de meandros e rede de paleocanais na bacia de inundação. Paleocinturão de meandros foi reconhecido na PFPC e exibe paleoformas deposicionais que indicam condições hidrossedimentares diferentes das atuais. A bacia de inundação do rio Paraguai apresenta uma drenagem formada por formas canais-elevados. Na porção sul da bacia, esses canais convergem para formar canais meandranes com espiras de meandros semelhantes aos existentes em região mais ao sul do Pantanal. A origem e evolução dessas associações morfológicas estão condicionadas tanto por fatores climáticos como pela configuração da área em relação à bacia hidrográfica. Com base no mapeamento, interpretação dos compartimentos geomorfológicos reconhecidos na área e datações absolutas das formas, esquema evolutivo da geomorfologia da planície foi proposto: 1) Formação de canais-elevados na bacia de inundação do rio Paraguai, durante o Pleniglacial (50 – 20 ka AP); 2) Formação do antigo cinturão de meandros do rio Paraguai, no final do Pleistoceno e início do Holoceno, truncando as formas canal-elevado na bacia de inundação; 3) Com a progressiva melhora climática e aumento das vazões no Holoceno superior, avulsão ocorreu no rio Paraguai na altura da baía do Castelo, construindo seu cinturão atual. As gerações de formas identificadas e mapeadas, que resultaram em um padrão de sobreposição de diferentes estilos fluviais, registram significativas mudanças paleoambientais e paleo-hidrológicas que vêm ocorrendo desde o Pleniglacial. No que diz respeito à dinâmica hidrossedimentológica, levantamentos hidrossedimentares revelaram que a PFPC é um sistema hidrogeomorfológico complexo e peculiar, com perturbações na descarga do rio Paraguai, geradas por pelo menos dois fatores: a configuração geológico-geomorfológica e a hidrologia da área. Ambos propiciam o aparecimento de fenômeno hidrológico ainda pouco estudado no Pantanal: efeito remanso (*backwater effect*), responsável por perturbações nas vazões do rio Paraguai, que tem sua morfodinâmica também alterada.

Palavras-chave: Pantanal. Rio Paraguai. Geomorfologia fluvial. Hidrossedimentologia. Mudanças paleoambientais.

MACEDO, H.A. Evolução geomorfológica e dinâmica hidrossedimentar da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do Pantanal. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2017, 193p.

ABSTRACT

The Upper Paraguay River Basin (UPRB) is constituted by areas with distinctive characteristics, both biological and physical, with the Pantanal being the most evident of these areas and being composed by several hydrogeomorphological systems, with the Paraguay River as the trunk of these systems. The fluvial plains of the Paraguay River within the Pantanal have a peculiar hydro-sedimentary dynamics and great importance because they are the main collector of this huge depositional tract. The present research investigates the Quaternary evolution, as well as the current hydro-sedimentary dynamics of the Paraguay River, in the Paraguay-Corumbá River Plain (PFPC). For the development of this research, remote sensing, sedimentological and geochronological data were used. Hydro-sedimentary data (field survey and secondary data) allowed the understanding of the hydro-sedimentary dynamics. Through geomorphological mapping three geomorphological units were identified in the area: 1) The floodbasin of the Paraguay River presents a drainage formed by elevated-channels. On the southern portion of the floodbasin, these channels converge into meandering channels with scroll bars, similar to those present in the southern Pantanal region. The origin and evolution of these morphologies are influenced both by climatic factors and the arrangement of the area relative to the basin; 2) Depositional fluvial landforms composed of abandoned meander belt on the floodbasin. This meander belt shows depositional landforms indicating different hydro-sedimentological conditions; 3) Active meander belt of the Paraguay River. With the inclusion of chronological data, an evolutionary sequence of the geomorphology of the area was proposed: 1) formation of elevated-channels in the Paraguay River floodbasin during the Pleniglacial (50 - 20 ka AP); 2) formation of the former meandering belt of the Paraguay River, at the end of the Pleistocene and early Holocene, truncating the elevated-channel forms in the floodbasin; 3) With the progressive climatic changes and increasing river discharge in the upper Holocene, an avulsion occurred in the Paraguay River near Castelo Bay, and built the current single-channel meander belt. The identified and mapped landforms, which produced overlapping fluvial styles, have recorded paleoenvironmental and paleohydrological changes since the Pleniglacial. Hydro-sedimentary surveys revealed that the Paraguay-Corumbá plain is a complex and peculiar hydro-geomorphological system, with disturbances in the Paraguay River discharge created by at least two factors: 1) The geological-geomorphological arrangement; and 2) The hydrology of the area that facilitate backwater effect, a hydrological phenomenon that is poorly studied in the Pantanal wetland. This phenomenon causes disturbances in the Paraguay River discharge and morphodynamics.

Key-words: Pantanal wetlands. Paraguay River. Fluvial geomorphology. Hydro-sedimentology. Paleoenvironmental changes.

1. INTRODUÇÃO

O rio Paraguai deságua no rio Paraná e faz parte da bacia de drenagem do Rio da Prata, que é a quinta maior bacia do mundo e a segunda mais extensa da América do Sul, com área que ultrapassa três milhões de km² (REBOUÇAS et al., 2002). A área total da bacia do rio Paraguai é de aproximadamente 1,095 milhões de km² e compreende terras do Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003).

No trecho superior da bacia do rio Paraguai (Bacia do Alto Paraguai – BAP) está localizada uma das maiores áreas úmidas do planeta: o Pantanal. Essa área é um amplo complexo de planícies fluviais periodicamente inundadas, em que o rio Paraguai é o rio-tronco coletor das águas provenientes dos planaltos circundantes. O Pantanal, que é amplamente reconhecido por seus recursos biológicos, é também uma imensa unidade geomorfológica composta por diversos sistemas deposicionais.

O entendimento de que o Pantanal é constituído por um trato de sistemas deposicionais, conjugado ao avanço das tecnologias de sensoriamento remoto, favoreceu o desenvolvimento de uma nova linha de abordagem aos estudos das características físicas do Pantanal. Essa nova abordagem proporcionou a execução de pesquisas que visavam identificar e caracterizar os sistemas deposicionais do Pantanal.

Dentre as pesquisas realizadas, destacam-se os seguintes estudos nas planícies do rio Paraguai (ASSINE; SILVA, 2009; KUERTEN, 2010; MACEDO et al, 2014; SILVA, 2010; SOUZA, 2004); nos megaleques fluviais (ASSINE, 2005; CORRADINI, 2011; FACINCANI et al, 2006; PUPIM, 2014; ZANI, 2008; ZANI et al, 2009; ZANI et al, 2012; MERINO et al., 2013), e nas planícies interleques (MENDES; ASSINE, 2013; MENDES, 2014; PUPIM et al, 2014; MERINO, 2016). Esses trabalhos significam importantes progressos nas pesquisas realizadas no Pantanal uma vez que incitaram uma série de questionamentos referentes à temas como: modelos hidrogeomorfológicos de sistemas fluviais distributários e meandrantés; estilos de canais; incisão fluvial; avulsão; respostas dos sistemas fluviais às mudanças climáticas; e paleo-hidrologia.

Apesar da importante contribuição e relevância dos estudos realizados na planície do rio Paraguai, poucos destes buscaram compreender como o sistema

fluvial responde às mudanças climáticas ocorridas no Quaternário tardio. Desses trabalhos, [Kuerten \(2010\)](#) e [Kuerten et al. \(2013\)](#) estudaram a evolução geomorfológica da planície do rio Paraguai e do megaleque do Nabileque, tanto por meio de dados geocronológicos como com uso de dados palinológicos. [Silva \(2010\)](#) estudou a evolução geomorfológica do megaleque do rio Paraguai em sua entrada no Pantanal norte. Por fim, [Macedo et al \(2014\)](#) mapearam e identificaram paleoformas deposicionais na planície do rio Paraguai na região do município de Corumbá-MS e associaram tais feições às mudanças climáticas do Quaternário tardio. Esse trabalho trouxe importante avanço nos conhecimentos acerca da evolução geomorfológica dessa planície, mas ainda apresenta lacunas de conhecimento devido à falta de controle cronológico para as unidades deposicionais.

Além disso, a dinâmica hidrossedimentar do Pantanal ainda é muito pouco compreendida e a maioria dos estudos são realizados apenas por meio de simulação computacional ([COLLISCHONN et al., 2007](#); [PAZ et al., 2010](#); [BRAVO et al., 2012](#); [PAZ et al., 2014](#); [BRAVO et al., 2014](#)), com cunho estritamente hidrológico, ficando a sedimentologia dos sistemas fluviais relegadas a segundo plano.

Dessa forma, a presente pesquisa tem como proposta a caracterização geomorfológica, sedimentológica e a datação das geoformas localizadas na planície do rio Paraguai, da lagoa Vermelha à confluência do rio Miranda, área atualmente denominada de Planície Fluvial Paraguai-Corumbá (PFPC) e pertencente ao sistema-tronco do Pantanal ([ASSINE et al, 2015a](#)). O trabalho também visa ampliar e melhorar a compreensão da dinâmica hidrossedimentar da PFPC.

Os dados geocronológicos apresentados nesta tese permitiram a investigação de como as mudanças climáticas do Quaternário tardio controlam os processos sedimentares nos sistemas fluviais do Pantanal, adicionando novas informações de geocronologia à escassa base de dados sobre Pantanal. O entendimento do zoneamento geomorfológico e evolução da PFPC forneceu nova informação e compreensão para a dinâmica fluvial e sedimentar do sistema-tronco do Pantanal. As descobertas apresentadas nesta tese evidenciaram a diversidade dos estilos fluviais existentes no Pantanal e sua importância como registro de mudanças climáticas nas terras úmidas da América do Sul.

A tese apresenta um total de oito capítulos. Os primeiros quatro capítulos abordam sobre temas introdutórios e a descrição da área de pesquisa. O capítulo 2

apresenta uma descrição das principais características fisiográficas da área. O terceiro capítulo, as hipóteses que nortearam este estudo. O capítulo 4 expõe os objetivos.

Do quinto capítulo em diante, os resultados da pesquisa são apresentados. O capítulo 5 apresenta o mapeamento geomorfológico da área, com três compartimentos reconhecidos na PFPC. Com base no mapeamento, interpretações foram feitas, as quais possibilitaram a elaboração de um modelo evolutivo da geomorfologia da área. O mapeamento realizado neste capítulo é uma revisão do já realizado em [Macedo et al \(2014\)](#).

O capítulo seguinte aborda questões pertinentes aos depósitos sedimentares e à datação das morfologias mapeadas no capítulo anterior e trata da descrição dos depósitos e da geocronologia dos compartimentos mapeados no capítulo 5.

O capítulo 7 caracteriza a dinâmica hidrossedimentar da PFPC. Dados obtidos no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) e levantamentos hidrossedimentares em campo serviram de base para as análises. Juntamente com a análise hidrossedimentológica é apresentada a análise de geometria hidráulica do canal do rio Paraguai.

O último capítulo segue com um estudo mais detalhado da morfodinâmica de trechos multicanais do rio Paraguai na PFPC. Para tanto, três ilhas fluviais foram escolhidas para análise da hidrossedimentologia local. A análise foi realizada com base em levantamentos hidrossedimentares em dois momentos hidrológicos da área (cheia e seca).

9. CONCLUSÃO

O escopo deste trabalho foi a caracterização geomorfológica da planície do rio Paraguai, da lagoa Vermelha à confluência do rio Miranda, na busca por evidências que registrem mudanças paleo-hidrológicas do sistema; e a caracterização hidrossedimentar do rio Paraguai, a qual passa pelo entendimento dos processos atuantes na evolução do sistema deposicional. Os objetivos propostos foram alcançados e os resultados obtidos compuseram os capítulos 5, 6, 7 e 8, organizados para serem convertidos em trabalhos para publicação em periódicos científicos, atendendo, assim, exigências do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente do IGCE/UNESP.

A Planície Fluvial Paraguai-Corumbá é uma área que abriga importantes registros geomorfológicos que evidenciam mudanças paleo-geográficas na área. Essas mudanças são também registros inequívocos de ajustes no sistema fluvial por conta de alterações climáticas que afetaram todo o Pantanal.

Com o mapeamento geomorfológico da área foi possível identificar e caracterizar associações de formas de relevo deposicional que constituem a PFPC. O cinturão de meandros atual possui idade holocênica (2 a 1,5 ka AP), enquanto que o paleocinturão tem o início de sua formação na transição Pleistoceno-Holoceno, mas esteve ativo até o Holoceno superior. O paleocinturão de meandros foi reavaliado e foi constatado que este é um sistema meandrante de canal único, diferentemente do que se pensava anteriormente.

Evidências de mudanças ambientais foram reconhecidas na PFPC, sendo os paleocinturão de meandros a maior dessas. A morfologia mais antiga da PFPC é a bacia de inundação com formas canal-elevado, formada durante o Pleniglacial (50 - 19 ka AP). Na região mais ao sul da bacia de inundação, as formas canal-elevado convergem e formam canais meandrantes com marcas de migração lateral (*scroll bars*). Isso decorre, provavelmente, em razão da configuração da área em relação à bacia.

As idades dos canais meandrantes na bacia de inundação são próximas ao UMG, o que pode ser um indicativo de que o clima da área era muito mais úmido. Essas informações mostram que as formas presentes na bacia de inundação são

produto não apenas da localização da área em relação à bacia, mas também de um clima mais úmido durante o UMG.

Ao final do Pleistoceno superior, quando o aumento da temperatura acarretou num clima mais úmido, e conseqüentemente, maiores descargas fluviais, um cinturão de meandros se formou próximo à franja do leque do Taquari. Com o aumento da descarga do sistema, por volta de ~13 ka AP, promovida pelo aumento da precipitação, o rio Paraguai construiu seu primeiro cinturão de meandros, local onde, hoje, estão as marcas do paleocinturão de meandros na área. Essa associação morfológica foi construída até por volta dos 1,5 ka AP.

Mudança no curso do rio Paraguai iniciou-se por volta de 2 ka AP, momento em que o clima da região é muito próximo ao atual, o que favoreceu rompimentos das margens do rio, culminando no processo de avulsão. Essa avulsão dá origem ao cinturão de meandros atual do rio Paraguai. Em seu princípio, o novo canal do rio Paraguai era composto por diversos canais que fluíam em uma rede anastomosada. Com o progressivo aumento da precipitação, o rio Paraguai passou a escoar em canal único a partir de aproximadamente 1,5 ka AP, formando, dessa forma, o cinturão de meandros que existe hoje. Portanto, a hipótese levantada nesta tese foi refutada pelos resultados obtidos que mostram que a avulsão do rio Paraguai não se deu no Holoceno inferior/médio, e sim no Holoceno superior.

Cinco trechos foram reconhecidos no cinturão de meandros atual do rio Paraguai, que apresenta trechos de canal com padrão meandrante e trecho com padrão retilíneo (terceiro trecho). Essa mudança de sinuosidade é decorrente de condicionamento estrutural, pois o rio em seu terceiro trecho está ajustado à linha de falha, limite oeste da bacia do Pantanal.

Os resultados mostram que a PFPC possui uma história de evolução marcada por mudanças no padrão fluvial do rio, avulsão e abandono de cinturão de meandros, originados provavelmente devido a alterações climáticas regionais. Esses eventos fizeram com que a paisagem fosse modificada ao longo do tempo geológico, desde o Pleistoceno, cuja reconstituição foi possível devido à presença de formas deposicionais que possibilitaram essa interpretação. Além disso, datações das formas permitiram definir melhor as idades das morfologias da área.

Com relação à dinâmica hidrossedimentológica da PFPC, os levantamentos feitos na área mostram que a planície é um complexo sistema hidrogeomorfológico com funcionamento peculiar. O rio perde água para a planície em momentos de fluxo acima das margens do canal e a água aos poucos retorna para o canal por meio de fluxo de base e fluxo em lençol. Dessa forma, a bacia de inundação comporta-se como um reservatório que armazena água nos momentos de cheia, devolvendo-a para o rio Paraguai gradativamente, o que resultou nas descargas fluviais registradas nas estações fluviométricas de São Francisco, Ladário e Porto da Manga.

No entanto, as descargas ao longo do rio Paraguai não são produto apenas dessa dinâmica. A hidrologia do rio Paraguai na PFPC é fortemente influenciada pelo efeito remanso existente na área. Esse fenômeno hidrológico causa a diminuição da velocidade do fluxo e isto acarreta a diminuição da vazão do rio Paraguai em seu médio curso.

Neste trabalho, foi demonstrado que os fatores responsáveis pelo remanso no rio Paraguai são: 1) As características geológico-geomorfológicas da área, que possui estrangulamento da planície em sua porção distal; 2) A hidrologia da área, que possui enchimento reverso, em que o rio Paraguai enche de jusante para montante.

Devido a essa hidrologia incomum, a morfodinâmica do rio Paraguai se modifica de acordo com o período hidrológico. Em momentos de águas baixas, o sistema se comporta como uma drenagem tributária, e o rio ganha vazão ao longo de seu curso. Na cheia, a hidrologia do sistema é alterada, tanto pelo efeito remanso como pela perda de água do canal para a planície, e isso causa mudanças na morfodinâmica do canal. Com maior vazão, o trecho mais superior do rio Paraguai transporta mais sedimento de fundo, tornando-se um trecho deposicional. Na seca, essa dinâmica se altera e o rio passa a erodir sua carga de fundo. A dinâmica alternada entre cheia e seca ocorre também nos demais trechos do rio Paraguai, que possui balanço sedimentar positivo em todo o trecho estudado, indicando que o rio está em desequilíbrio sedimentar.

A carga suspensa do rio Paraguai é algo bem peculiar do sistema PFPC, no qual a concentração do sedimento suspenso é menor no período úmido. Esse fato é

algo que destoa bastante das bacias de drenagem situadas em planaltos, em que as maiores concentrações de carga suspensa são encontradas no período úmido.

Portanto, entender as modificações na paisagem é algo importante para o planejamento do uso e ocupação da área, para a utilização do rio Paraguai como via de navegação e escoamento de produtos, e para iniciativas de prevenção e conservação, dada a fragilidade do sistema às interferências antrópicas. Assim, espera-se que este trabalho seja uma contribuição para essas questões, além de um avanço nos conhecimentos acerca das mudanças ambientais que tem ocorrido na bacia ao longo do Quaternário tardio.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N.. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, 50, v.2, n. especial, p.9-57, 1988.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS [ANA]. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Base de dados Hidroweb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: Janeiro de 2016.
- ALHO, C.J.R.; LACHER, T.E.; GONÇALVES, H.C. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem. **Bioscience**, v.38, p.164–171, 1988.
- ALMEIDA, F.F.M.. Geologia do sudoeste Matogrossense. **Boletim do DNPM/DGM**, v.116, p.1-118, 1945.
- ANA/GEF/PNUMA/OEA. Diagnóstico analítico do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. **In: Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai**. Subprojeto 9.4A. Brasília, 2003.
- AQUINO, S.; STEVAUX, J.C.; LATRUBESSE, E.M. Regime hidrológico e aspectos do comportamento morfohidráulico do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.6, p.29-41, 2005.
- ASHWORTH, P.J.; LEWIN, J.. How do big rivers come to be different? **Earth Sci. Rev.**, v.114, n.1-2, p.84-107, 2012. DOI: 10.1016/j.earscirev.2012.05.003.
- ASSINE, M. L. **Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. 105 f. Tese de Livre-Docência - UNESP, Rio Claro-SP, 2003.
- ASSINE, M. L. River avulsions on the Taquari megafan, Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**, v.70, p.357-371, 2005.
- ASSINE, M. L.. Taquari: um rio mutante. **In: Simpósio de Geotecnologia no Pantanal**, 2., 2009, Corumbá-MS. **Anais...** Campinas/São Jose dos Campos: Embrapa/INPE, 2009. p.1034-1040.
- ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; ANGULO, R. J. Construção e abandono de lobos na evolução do leque do rio Taquari, Pantanal Mato-grossense. **In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, 6., 1997, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA, 1997, p.431-433.
- ASSINE, M. L.; SOARES, P. C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. **Quaternary International**, v.114, p.23-24, 2004.
- ASSINE, M. L.; SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**, v.113, p.189-199, 2009.

- ASSINE, M. L.; PADOVANI, C.R.; ZACHARIAS, A.A.; ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C. Compartimentação geomorfológica, processo de avulsão fluvial e mudanças do curso do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.6, n.1, p.97-108, 2005.
- ASSINE, M.L.; CORRADINI, F.A.; PUPIM, F.N.; MCGLUE, M.M.. Channel arrangements and depositional styles in the São Lourenço fluvial megafan, Brazilian Pantanal wetland. **Sedimentary Geology**, v.301, p.172-184, 2014. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2013.11.007.
- ASSINE, M.L.; MERINO, E.R.; PUPIM, F.N.; MACEDO, H.A.; SANTOS, M.G.M. The Quaternary alluvial systems tract of the Pantanal Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v.45, n.3, p.475-489. 2015a. DOI: 10.1590/2317-4889201520150014.
- ASSINE, M.L.; MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; BERGIER, I.; PADOVANI, C.R.; SILVA, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. In: Ivan Bergier e Mario Assine (ed.), **Dynamics of the Pantanal wetland in South America**, Hdb Env Chem, v.37, p.83-110, 2015b. DOI: 10.1007/698_2015_351.
- BARROS, C.S.. **Dinâmica sedimentar e hidrológica na confluência do rio Ivaí com o rio Paraná, município de Icaraíma, PR**. Dissertação de Mestrado (Análise Regional e Ambiental) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006, 59p.
- BEZERRA, M. A. O.; MOZETO, A. A. Deposição de carbono orgânico na planície de inundação do rio Paraguai durante o Holoceno Médio. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n.1, p.155-171, 2008.
- BIAZIN, P.C.. **Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma, PR**. Dissertação de Mestrado (Análise Regional e Ambiental) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá: 2005, 73p.
- BIEDENHARN, D.S.; COPELAND, R.R. **Effective discharge calculation**. Technical note. U.S. Army Engineer Research and Development Center. Vicksburg, MS, 10p. 2000.
- BRAVO, J.M.; ALLASIA, D.; PAZ, A.R; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Coupled Hydrologic-Hydraulic Modeling of the Upper Paraguay River Basin. **Journal of Hydrologic Engineering**, v.17, p-635-646, maio-2012.
- BRAVO, J.M.; COLLISCHONN, W.; PAZ, A.R.; ALLASIA, D.; DOMECCQ, F. Impact of projected climate change on hydrologic regime of the Paraguay River basin. **Climatic Change**, v.127, p.27-41, 2014. DOI 10.1007/s10584-013-0816-2.
- BURBRIDGE, R., MAYLE, F., KILLEEN, T.. Fifty-thousand-year vegetation and climate history of Noel Kempff Mercado National Park, Bolivian Amazon. **Quaternary Research**, v.61, n.2, p.215-230, 2004. DOI: 10.1016/j.yqres.2003.12.004.

- CALHEIROS, D.F.; FERREIRA, C.J.A.; PELLEGRIN, A.O.; SILVA, R.A.S.
Determinação das causas de mortandade de peixes no Pantanal.
EMBRAPA CPAP. Relatório Interno.24p, 1991.
- CALHEIROS, D.F.; HAMILTON, S.K. Limnological conditions associated with natural fishkills in the Pantanal Wetland of Brazil. **Verhandlugen Internationalen Vereinte Limnologie**, v.26, p.2189-2193, 1998.
- CARAGNANO, C. A. Late Pleistocene to recent climate change in Cordoba Province, Argentina. **Quaternary International**, v.57/58, p.117-134, 1999.
- CARLING, P.; JANSEN, J.; MESHKOVA, L. Multichannel rivers: their definition and classification. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.39, p-26-37, 2014. DOI: 10.1002/esp.3419
- CARVALHO, N.O.. **Hidrossedimentologia prática.** Rio de Janeiro: CPRM/Eletróbrás. 2008, 352p.
- CHARLTON, R. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology.** 1. ed. London and New York: Routledge, 2008. 223p.
- CHASE, C.G.; SUSSMAN, A.J.; COBLENTZ, D.D. Curved Andes: geoid, forebulge, and flexure. **Lithosphere**, v.1, n.6, p.358-363, 2009.
- CHENG, H.; SINHA, A.; CRUZ, F.W.; WANG, X.; EDWARDS, R.L.; D'HORTA, F.M.; RIBAS, C.C.; VUILLE, M.; STOTT, L.D.; AULER, A.S.. Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. **Nat. Commun.**, v.4, n.1411, p.1-6, 2013. DOI: 10.1038/ncomms2415.
- CLARKE, R. T.; TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.201-211, mar, 2003.
- COLLISCHONN, B.; BRAVO, J.M.; COLLISCHONN, W.; VILLANUEVA, A.; ALLASIA, D.; TUCCI, C.E.M. Estimativa preliminar do comprimento de remanso no rio Paraguai a montante de Amolar. In: *Simpósio de Águas da AUGM*, 1., 2005, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: AUGM, 2005. p.1-9.
- COLLISCHONN, W.; ALLASIA, D.; DA SILVA, B. C.; TUCCI, C. E. M. The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modelling. **Hydrological Science Journal**. v.52, n.5, p.878-895, Oct, 2007. DOI 10.1623/hysj.52.5.878
- CONWAY, D.; MAHÉ, G.. River flow modelling in two large river basins with non-stationary behavior: the Paraná and the Niger. **Hydrological Processes**, v.23, n.22, p.3186-3192, 2009. DOI: 10.1002/hyp.7393.
- CORRADINI, F.A. **Geomorfologia fluvial, mudanças ambientais e evolução do megaleque do rio São Lourenço, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense.** Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2011, 164p.

- CROWDER, D.W.; KNAPP, H.V. Effective discharge recurrence intervals of Illinois streams. **Geomorphology**, v.64, p.167-184, 2005. DOI: 10.1016/j.geomorph.2004.06.006.
- CRUZ, F.W.; VUILLE, M.; BURNS, S.J.; WANG, X.; CHENG, H.; WERNER, M.; LAWRENCE EDWARDS, R.; KARMANN, I.; AULER, A.S.; NGUYEN, H.. Orbitally driven east-west antiphasing of South American precipitation. **Nat. Geosci.**, v.2, p.210-214, 2009. DOI: 10.1038/ngeo444.
- CZAPIGA, M.J.; SMITH, V.B.; NITTROUER, J.A.; MOHRIG, D.; PARKER, G. Internal connectivity of meandering rivers: Statistical generalization of channel hydraulic geometry. **Water Resources Research**, v.51, n.9, p.7485-7500, 2015. DOI: 10.1002/2014WR016133.
- DE FREITAS, H.A.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; GOUVEIA, S.E.M.; DE SOUZA RIBEIRO, A.; BOULET, R.. Late Quaternary vegetation dynamics in the southern Amazon Basin inferred from carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, v.55, n.1, p.39-46, 2001.
- De OLIVEIRA, P.E. **A palynological record of the late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil**. Tese de Doutorado – Ohio State University, Ohio-Columbus, 1992.
- De ROSE, R.C.; STEWARDSON, M.J.; HARMAN, C.. Downstream hydraulic geometry of rivers in Victoria, Australia. **Geomorphology**, v.99, n.1-4, p.302-316, 2008.
- DEL'ARCO, J. O.; SILVA, R.H.; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F.A.; PEREIRA, L.G.M.; SOUZA, S.L.; LUZ, D.S.; PALMEIRA, R.C.B.; TASSIRANI, C.C.G. Geologia - Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20. In: **Projeto RADAMBRASIL - Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro-RJ: MME/SG, 1982, v.27, p.25-160.
- DINGMAN, S.L.. Analytical derivation of at-a-station hydraulic-geometry relations. **Journal of Hydrology**, v.334, n.1-2, p.17-27, 2007.
- DINGMAN, S.L. **Fluvial Hydraulic**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press. 2009, 570p. ISBN 978-0195172867.
- DOS SANTOS, V.C. **Processos fluviais em barra de soldamento: rio Paraná-PR**. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2010, 86p.
- ESRI. **Environmental System Research Institute**. 2010. ArcGIS 10. Redlands – California.
- FACINCANI, E. M.; ASSINE, M. L.; SILVA, A.; ZANI, H.; ARAUJO, B. C.; MIRANDA, G. M.. Geomorfologia fluvial do leque do rio Aquidauana, borda sudeste do Pantanal, MS. In: *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 1., 2006, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande: INPE, 2006. p.175-181.

- FILIZOLA, N.P.; GUYOT, J.L.; QUINTANILLA, J.; CORTES, J.. Fluxo de matéria dissolvida e particulada dos Andes Bolivianos à Amazônia Brasileira através do rio Madeira. *In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 12., 1997, Vitória- ES. **Anais...** Vitória: ABRH, 1997.
- FORNACE, K.L.; WHITNEY, B.S.; GALY, V.; HUGHEN, K.A.; MAYLE, F.E. Late Quaternary environmental change in the interior South American tropics: new insight from leaf wax stable isotopes. **Earth and Planetary Science Letters**, v.438, p.75-85, 2016. DOI: 10.1016/j.epsl.2016.01.007.
- FRANCO, M. S.; PINHEIRO, R. Geomorfologia - Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20. *In: Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais*. Rio de Janeiro: MME/SG, 1982, v.27, p.161-224.
- GALBRAITH, R.F.; ROBERTS, R.G.; LASLETT, G.M.; YOSHIDA, H.; OLLEY, J.M. Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium rockshelter, northern Australia. Part I: Experimental design and statistical models. **Archaeometry**, v.41, p.339–364, 1999.
- GARCIA, M. L.; BASILE, P. A.; RICCARDI, G. A. Modelación de crecidas extraordinarias en sistema cauce-planicie del Río Paraná inferior. *In: Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos – Ríos*, 6., 6 al 8 de noviembre 2013, Santa Fe, Argentina. **Anais...** Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, 2013a. p.1-19. CD rom.
- GARCIA, M.L.; BASILE, P.A.; RICCARDI, G.A. Modelación Sedimentológica em sistema cauce-planicie del Río Paraná inferior. *In: Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos – Ríos*, 6., 6 al 8 de noviembre 2013, Santa Fe, Argentina. **Anais...** Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, 2013b. p.1-19. CD rom.
- GARREAUD, R.D.; VUILLE, M.; COMPAGNUCCI, R.; MARENGO, J.. Present-day South American climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v.281, n.3, p.180-195, 2009. DOI: 10.1016/j.palaeo.2007.10.032.
- GON, P.P. **Morfologia e hidrodinâmica em rios multicanais (“anabranching”): exemplo do alto rio Paraná**. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2012, 69p.
- GRISON, F. **Geometria hidráulica de bacias hidrográficas paranaenses**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010, 160p.
- HARMAN, C.; STEWARDSON, M.; De ROSE, R. Variability and uncertainty in reach bankfull hydraulic geometry. **Journal of Hydrology**, v.351, n.1-2, p.13-25, 2008.
- HORTON, B.K.; DECELLES, P.G. The modern foreland basin system adjacent to the Central Andes. **Geology**, v.25, n.10, p.895-898, 1997.

- HUGGETT, R.J. **Fundamentals of geomorphology**. 2. ed. Nova York: Routledge, 2007. (Routledge Fundamentals of Physical Geography Series). ISBN 0-203-94711-8
- IBGE – EMBRAPA. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001 - Escala 1:5.000.000. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php. Acesso em: 17/07/2017.
- IRIONDO, M.H.; GARCÍA, N.O.. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. **Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.** v.101, n.3-4, p.209-220, 1993.
- JANSEN, J. D; NANSON, G.C.. Anabranching and maximum flow efficiency in Magela Creek, northern Australia, **Water Resour. Res.** v.40, W04503, 2004. doi: 10.1029/2003WR002408.
- JUNK, W.J; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E..The flood pulse concept in River-Floodplain systems. In: D.P. Dodge [ed.] **Proceedings...** International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106, 1989. p.110-127
- JUNK, W. J.; CUNHA, C. N.; WANTZEN, K. M.; PETERMANN, P.; STRÜSSMANN, C.; MARQUES, M. I.; ADIS, J. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Aquatic Science**, v.68, p.278-309, 2006.
- KASSE, C.; HUIJZER, A.S.; KRZYKOWSKI, D.; BOHNCKE, S.J.P.; COOPE, G.R.. Weichselian Late Pleniglacial and Late-glacial depositional environments, Coleoptera and periglacial climatic records from central Poland (Bełchatów). **Journal of Quaternary Science**, v.13, p.455-469, 1998. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1417(1998090)13:5<455::AID-JQS398>3.0.CO;2-T).
- KNIGHTON, D. **Fluvial forms and processes: a new perspective**. London: Arnold, 1998, 383p.
- KREPPER, C.M.; GARCÍA, N.O; JONES, P.D. Paraguay river basin response to seasonal rainfall. **International Journal of Climatology**, v.26, n.9, p.1267–1278, 2006.
- KUERTEN, S. **Evolução geomorfológica e mudanças ambientais no megaleque do Nabileque, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2010.
- KUERTEN, S.; SANTOS, M.L.; SILVA, A.. Variação das características hidrossedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí – PR, em seu curso inferior. **Geociências**, v.28, n.2, p.143-151, 2009.
- KUERTEN, S.; PAROLIN, M.; ASSINE, M.L.; MCGLUE, M.M. Sponge spicules indicate Holocene environmental changes on the Nabileque River floodplain, southern Pantanal, Brazil. **Journal of Paleolimnology**, v.49, n.2, p.171-183, 2013. DOI: 10.1007/s10933-012-9652-z.

- LATRUBESSE, E. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology**, v.101, n.1-2, p.130-145, 2008.doi:10.1016/j.geomorph.2008.05.035.
- LATRUBESSE, E.. Large rivers, megafans and other Quaternary avulsive fluvial systems: A potential “who's who” in the geological record. **Earth-Science Reviews**, v.146, p.1-30, 2015.
- LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E.M..The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. **Geomorphology**, v.70, n.3-4, p.372-397, 2005.
- LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.; MORAIS, R.P.; AQUINO, S.. The geomorphic responses of large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River. **Geomorphology**, v.113, n.3-4, p.239-252, 2009.
- LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C.; CREMON, E.H.; MAY, J.; TATUMI, S.H.; HURTADO, M.A.; BEZADA, M.; ARGOLLO, J.B. Late Quaternary megafans, fans and fluvio-aeolian interactions in the bolivian Chaco, Tropical South America. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.356-357, p.75-88, 2012.
- LEDRU, M.P.; BRAGA, M.P.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.123, p.239-257, 1996.
- LEDRU, M.P.; ROUSSEAU, D.D.; CRUZ, F.W.; RICCOMINI, C.; KARMANN, I.; MARTIN, L.. Paleoclimate changes during the last 100,000 yr from a record in the Brazilian Atlantic rainforest region and interhemispheric comparison. **Quaternary Research**, v.64, n.3, p.444-450, 2005. DOI: 10.1016/j.yqres.2005.08.006.
- LELI, I.T. **Gênese, evolução e geomorfologia das ilhas e planície de inundação do alto rio Paraná**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2015.
- LENTERS, J.D.; COOK, K.H. Summertime precipitation variability over South America: role of the large-scale circulation. **Monthly Weather Review**, v.127, n.3, p.409–431, mar, 1999.
- LENZI, M.A.; MAO, L.; COMITI, F. Effective discharge for sediment transport in a mountain river: computational approaches and geomorphic effectiveness. **Journal of Hydrology**, v.326, p.257-276, 2006.
- LEOPOLD, L.B. **A view of the river**. Cambridge, MS: Harvard University Press. 1994, 290p.

- LEOPOLD, L.B.; MADDOCK, T. Jr. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. **Geological Survey Professional Paper**, n.252, 1953.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial processes in geomorphology**. New York: Dover Publication. 1995.
- LIMA, J.E.F.W.; SANTOS, P.M.C.; CHAVES, A.M.G.; SCILEWSKI, L.R.. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia do Rio São Francisco**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados: ANA e ANEEL, 2001, 108p.
- MA, Y.; HUANG, H.Q.; XU, J.; BRIERLEY, G.J.; YAO, Z.. Variability of effective discharge for suspended sediment transport in a large semi-arid river basin. **Journal of Hydrology**. v.388, p.357-369, 2010.
- MACEDO, H. A. **Geomorfologia e hidrossedimentologia da planície do rio Paraguai, da lagoa Vermelha à confluência do rio Miranda, Pantanal Mato-Grossense**. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2013.
- MACEDO, H.A.; ASSINE, M.L.; SILVA, A.; PUPIM, F.N.; MERINO, E.R.; STEVAUX, J.C. Mudanças paleo-hidrológicas na planície do rio Paraguai, Quaternário do Pantanal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n.1, p.75-85, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i1.431.
- MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; ASSINE, M.L.; SILVA, A.; PUPIM, F.N.; MERINO, E.R.; LO, E. Calculating bedload transport in rivers: concepts, calculus routine and application. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.4, p.813-824, 2017a. DOI: 10.20502/rbg.v18i4.1227.
- MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; ASSINE; M.L.; SILVA, A.; PUPIM, F.N.; MERINO, E.R.; LO, E. Hydro-sedimentology of the Paraguay River, from Vermelha Lake to the Miranda River confluence (Paraguay-Corumbá Fluvial Plain), Brazilian Pantanal wetland. 2017b. **Em desenvolvimento**
- MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; SILVA, A.; MERINO, E.R.; PUPIM, F.N.; BERGIER, I. Methodology for analysis of distribution and classification of the intensity of dequada fish kill events in the Pantanal wetland. **Geografia**, v.40, n. especial, p.163-176, ago. 2015.
- MARENGO, J.; SAMPAIO G.; ALVES, L. M. Climate change scenarios in the Pantanal. In: Ivan Bergier, Mario Luis Assine (Org.) **Dynamics of the Pantanal Wetlands in South America** – The Handbook of Environmental Chemistry, 2015, v.37,p.227-238. doi:10.1007/698_2015_357
- MARENGO, J.A.; LIEBMANN, B.; KOUSKY, V.E.; FILIZOLA, N.P.; WAINER, I.C. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Climatology**, v.14, p.833–852, 2001.
- MARTINS, D. P.; STEVAUX, J.C.. Formas de leito e transporte de carga de fundo do Alto Rio Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.6, n.2, p.43-50, 2005.

- MAY, J.H.; VEIT, H. Late Quaternary paleosols and their paleoenvironmental significance along the Andean piedmont, Eastern Bolivia. **Catena**, v.78, n.2, p.100-116, 2009. DOI: 10.1016/j.catena.2009.03.003.
- MAY, J. H.; ZECH, R.; VEIT, H. Late Quaternary paleosoil– sediment-sequences and landscape evolution along the Andean piedmont, Bolivian Chaco. **Geomorphology**, v.98, n.1-2,p.34-54, 2008.
- MCGLUE, M. M.; SILVA, A.; ZANI, H.; CORRADINI, F. A.; PAROLIN, M.; ABEL, E. J.; COHEN, A. S.; ASSINE, M. L.; ELLIS, G. S.; TREES, M. A.; KUERTEN, S.; GRADELLA, F. S.; RASBOLD, G. G. Lacustrine records of Holocene flood pulse dynamics in the Upper Paraguay River watershed (Pantanal wetlands, Brazil). **Quaternary Research**, v.78, p.285–294, 2012. doi:10.1016/j.yqres.2012.05.015
- MEADE, R.H.. Suspended sediments of the modern Amazon and Orinoco rivers. **Quaternary International**, v.21, p.29-39, 1994.
- MENDES, D. **Geocronologia de formas deposicionais e evolução da planície interleques do Rio Negro, Quaternário da Bacia do Pantanal**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2014.
- MENDES, D.; ASSINE, M.L. Planície interleque do rio Negro, Pantanal Mato-Grossense. In: *Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA*. 13., 9 a 14 de Outubro de 2011, Armação de Búzios-RJ, Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEQUA, 2013. p.1200-1204. Disponível em: http://www.abequa.org.br/anais_2011.pdf.
- MERINO, E.R. **Evolução geomorfológica e mudanças paleohidrológicas na porção sul do Pantanal: a planície interleques do rio Negro e leques fluviais coalescentes**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2016.
- 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, n.2, p.127–134, 2013.
- MERRITT, D.M.; WOHL, E.E.. Downstream hydraulic geometry and channel adjustment during a flood along an ephemeral, arid-region drainage. **Geomorphology**, v.52, n.3-4, p.165-180, 2003.
- METCALFE, S.E.; WHITNEY, B.S.; FITZPATRICK, K.A.; MAYLE, F.E.; LOADER, N.J.; STREET-PERROTT, F.A.; MANN, D.G. Hydrology and climatology at Laguna La Gaiba, lowland Bolivia: complex responses to climatic forcings over the last 25 000 years. **Journal of Quaternary Science**, v.29, n.3, p.289-300, 2014. DOI: 10.1002/jqs.2702
- MIALL, A.D. A review of the braided-river depositional environment. **Earth Science Review**, v.13, n.1, p.1-62, 1977.
- MIALL, A. D. **Fluvial Sedimentology**. Calgary, Alberta, Canada: Canadian Society of Petroleum Geologists, v.5, 1978, 859p.

- MIALL, A. D. **The Geology of Fluvial Deposits**. Berlin: Springer-Verlag, 1996.
- MOSBLECH, N.A.S.; BUSH, M.B.; GOSLING, W.D.; HODELL, D.; THOMAS, L.; VAN CALSTEREN, P.; CORREA-METRIO, A.; VALENCIA, B.G.; CURTIS, J.; VAN WOESIK, R.. North Atlantic forcing of Amazonian precipitation during the last ice age. **Nat. Geosci.**, v.5, p.817-820, 2012. DOI: 10.1038/geo1588.
- MURRAY, A.S.; WINTLE, A.G. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. **Radiation Measurements**, v.32, p.57-73, 2000. PII: S13 5 0- 44 8 7(99)0 02 5 3-X.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.
- NANSON, G.C.; GIBLING, M.R. Anabranching and anastomosing rivers. In: A.S. Goudie (ed.) **Encyclopedia of geomorphology**, v.1. Routledge: London; p.23–25. 2004.
- NANSON, G.C.; KNIGHTON, A.D. Anabranching rivers: their cause, character and classification. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.21, p.217-239, 1996.
- NICHOLAS, A. P.; SANDBACH, S. D.; ASHWORTH, P. J.; AMSLER, M. L.; BEST, J. L.; HARDY, R. J.; LANE, S. N.; ORFEO, O.; PARSONS, D. R.; REESINK, A. J. H.; SMITH, G. H. S.; SZUPIANY, R. N.. Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and inter-comparison of reduced-complexity and physics based models applied to a large sand-bed river. **Geomorphology**, v.169-170, p.192-211, 2012. doi:10.1016/j.geomorph.2012.05.014
- NICHOLAS, A.P.; ASHWORTH, P.J.; SAMBROOK SMITH, G.H.; SANDBACH, S.D.. Numerical simulation of bar and island morphodynamics in anabranching megarivers. **Journal of Geophysical Research: Earth Surface**, v.118, p.2019-2044, 2013. DOI: 10.1002/jgrf.20132, 2013
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climatology**, v.9, p.2464–2479,1996.
- NOVELLO, V.F.; CRUZ, F.W.; VUILLE, M.; STRÍKIS, N.M.; EDWARDS LAWRENCE, R.; CHENG, H.; EMERICK, S.; DE PAULA, M.S.; LI, X.; BARRETO, E.S.; KARMANN, I.; SANTOS, R.V.. A high-resolution history of the South American Monsoon from Last Glacial Maximum to the Holocene. **Scientific Reports**, v.7, n.44267, 2017. DOI: 10.1038/srep44267.
- ORIOLO, Á.L.; FILHO, Z.P.A.; OLIVEIRA, A.B. Pedologia - Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro-RJ: MME/SG, 1982, v.27, p.225-328.
- PAOLA, C. Braided river. In: Andrew S. Goudie (Ed.). **Encyclopedia of Geomorphology**. New York: Routledge, 2004. p.98-101

- PAZ, A. R.; COLLISCHONN, W.; BRAVO, J. M.; BATES, P.D.; BAUGH, C. The influence of vertical water balance on modelling Pantanal (Brazil) spatio-temporal inundation dynamics. **Hydrological Processes**. v.28, n.10, 2014. DOI: 10.1002/hyp.9897
- PAZ, A.R.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M.; PADOVANI, C.R. Large-scale modelling of channel flow and floodplain inundation dynamics and its application to the Pantanal (Brazil). **Hydrological Processes**, v.25, p.1498-1516, dez-2010.
- PINTO, N.L.S. Manipulação dos dados de vazão. In: Nelson L. de Souza Pinto, Antonio Carlos Tatit Holtz, José Augusto Martins, Francisco Luiz Sibut Gomide (eds.) **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgard Blücher, p.167-176, 1976.
- POR, F.D. **The Pantanal of Mato Grosso (Brazil) - World's Largest Wetlands**. Dordrecht, The Netherland: Kluwer Academic Publishers, 1995, 122p.
- PUPIM, F.N. **Geomorfologia e paleo-hidrologia dos megaleques dos rios Cuiabá e São Lourenço, Quaternário da Bacia do Pantanal**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2014, 109p.
- PUPIM, F.N.; ASSINE, M.L.; MERINO, E.R.; MACEDO, H.A.; SILVA, A. A planície interleques do rio Piquiri, bacia do Pantanal. In: *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal – GEOPANTANAL*, 5. 22 a 26 de novembro 2014, Campo Grande, MS. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2014. p.848-857. CD rom.
- PUPIM, F.N.; ASSINE, M.L.; SAWAKUCHI, A.O. Late Quaternary Cuiabá megafan, Brazilian Pantanal: Channel patterns and paleoenvironmental changes. **Quaternary International**, v.438, Parte A, p.108-125, 2017. DOI: 10.1016/j.quaint.2017.01.013.
- REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (organizadores). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.
- REESINK, A. J. H.; ASHWORTH, P. J.; SAMBROOK SMITH, G. H.; BEST, J. L.; PARSONS, D. R.; AMSLER, M. L.; HARDY, R. J.; LANE, S. N.; NICHOLAS, A. P.; ORFEO, O.; SANDBACH, S. D.; SIMPSON, C. J.; SZUPIANY, R. N.. Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Rio Parana, Argentina. **Sedimentology**, v.61, n.4, p.1055-1085, 2014. DOI: 10.1111/sed.12092
- SAWAKUCHI, A.O.; KALCHGRUBER, R.; GIANNINI, P.C.F.; NASCIMENTO Jr., D.R.; GUEDES, C.C.F.; UMISED, N.K.. The development of blowouts and foredunes in the Ilha Comprida barrier (Southeastern Brazil): the influence of Late Holocene climate changes on coastal sedimentation. **Quaternary Science Reviews**, v.27, p.2076-2090, 2008.

- SHUKLA, U. K.; SINGH, I.B.; SHARMA, M.; SHARMA, S. A model of alluvial megafan sedimentation: Ganga Megafan. **Sedimentary Geology**, v.144, n.3-4, p.243-262, 2001.
- SILVA, A. **Geomorfologia do megaleque do rio Paraguai, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2010.
- SILVA, R.C.V.; WILSON, G. **Hidráulica Fluvial**. Rio de Janeiro: COPFE/UFRJ. 2005, 256p.
- SINGH, V.P.; YANG, C.T; DENG, Z.Q. Downstream hydraulic geometry relations: 1. Theoretical development. **Water Resource Research**, v.39, n.12, p.1337, 2003. doi:10.1029/2003WR002484.
- SINHA, R.; LATRUBESSE, E.; NANSON, G.. Quaternary fluvial systems of tropics: major issues and status of research. **Palaeogeography, palaeoclimatology palaeoecology**, v.356-357, p.1-15, 2012. DOI: 10.1016/j.palaeo.2012.07.024
- SMITH, L. M. Fluvial geomorphic features of the Lower Mississippi alluvial valley. **Engineering Geology**, v.45, p.139-165, 1996.
- SOARES, A. P.; SOARES, P. C.; ASSINE, M. L. Areiais e lagoas do Pantanal, Brasil: herança paleoclimática? **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.211-224, 2003.
- SOHN, M. F.; MAHAN, S.A.; KNOTT, J.R.; BOWMAN, D.D. Luminescence ages for alluvial-fan deposits in Southern Death Valley: Implications for climate-driven sedimentation along a tectonically active mountain front. **Quaternary International**, v.166, p.49-60, 2007.
- SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taianã - MT**. Tese de Doutorado – UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, 2004.
- STEVAUX, J.C.; MARTINS, D.P.; MEURER, M.. Changes in regulated tropical rivers: the Paraná River downstream Porto Primavera Dam, Brazil. **Geomorphology**, v.113, n.3-4, p.230-238, 2009.
- STEWARDSON, M.. Hydraulic geometry of stream reaches. **Journal of Hydrology**, v.306, n.1-4, p.97-111, 2005.
- THOMPSON, L.G.; MOSLEY-THOMPSON, E.; HENDERSON, K.A. Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. **Journal of Quaternary Science**, v.15, n.4, p.377–394, 2000.
- TRICART, J.. El Pantanal: un ejemplo del impacto geomorfológico sobre el ambiente. **Informaciones Geográficas** (Chile), v.29, p.81-97, 1982.
- TUROWSKI, J.M.; HOVIUS, N.; WILSON, A.; HORGAN, M.J. 2008. Hydraulic geometry, river sediment and the definition of bedrock channels. **Geomorphology**, v.99, n.1-4, p.26-38, 2008.

- USSAMI, N.; SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J.M.L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, v.18 n.1, p.25-39, 1999.
- VAN RIJN, L. C. Sediment transport, part I: bed load transport. **Journal of Hydraulic Engineering**, v.110, n.10, p.1431-1456, out, 1984.
- WANG, X.; EDWARDS, R. L.; AULER, A. S.; CHENG, H.; KONG, X.; WANG, Y.; CRUZ, F. W.; DORALE, J. A.; CHIANG, H-W. Hydroclimate changes across the Amazon lowlands over the past 45,000 years. **Nature Letter Research**, v.541, p.204-219, 2017. doi:10.1038/nature20787.
- WHITNEY, B. S.; MAYLE, F. E.; PUNYASENA, S. W.; FITZPATRICK, K. A.; BURN, M. J.; GUILLEN, R.; CHAVEZ, E.; MANN, D.; PENNINGTON, R. T.; METCALFE, S. E.. A 45 kyr palaeoclimate record from the lowland interior of tropical South America. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.307, p.177-192, 2011. doi:10.1016/j.palaeo.2011.05.012
- WINTLE, A.G.; MURRAY, A.S. A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. **Radiation Measurements**, v.41, p.369-391, 2006. doi:10.1016/j.radmeas.2005.11.001
- WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. **Journal of Geology**. v.68, n.1, p.54-74, 1960.
- ZANI, H. **Mudanças morfológicas na evolução do megaleque do Taquari: uma análise baseada em dados orbitais**. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro-SP, 2008, 85p.
- ZANI, H.; ASSINE, M.L.; SILVA, A.; CORRADINI, F.A. Redes de drenagem distributárias e formas deposicionais no megaleque do Taquari, Pantanal Mato-Grossense: Uma análise baseada no processamento de dados SRTM. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, p.23-28, 2009.
- ZANI, H.; ASSINE, M.L.; McGLUE, M.M. Remote sensing analysis of depositional landforms in alluvial settings: Method development and application to the Taquari megafan, Pantanal (Brazil). **Geomorphology**, v.161-162, p.82-92, 2012. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.04.003.