

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 04/10/2018.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS E
MEIO AMBIENTE**



GEOMORFOLOGIA E CRONOLOGIA DOS DEPÓSITOS DA PLANÍCIE FLUVIAL NO ALTO CURSO DO RIO PARANÁ, MS/SP.

STEFANIA CRISTINO DE OLIVEIRA

Orientador: Mario Luis Assine

Coorientador: Fabiano do Nascimento Pupim

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro – SP
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

STEFANIA CRISTINO DE OLIVEIRA

GEOMORFOLOGIA E CRONOLOGIA DOS DEPÓSITOS DA
PLANÍCIE FLUVIAL NO ALTO CURSO DO RIO PARANÁ, MS/SP.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Mario Luis Assine

Coorientador: Fabiano do Nascimento Pupim

Rio Claro - SP

2018

551.4281 Oliveira, Stefânia Cristino de
O48g Geomorfologia e cronologia dos depósitos da planície fluvial no alto
curso do rio Paraná, MS/SP / Stefânia Cristino de Oliveira. - Rio Claro,
2018
81 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Mario Luis Assine
Coorientador: Fabiano do Nascimento Pupim

1. Geomorfologia - Brasil. 2. Rio Paraná. 3. Compartimentação
geomorfológica. 4. Datação LOE. I. Título.

STEFANIA CRISTINO DE OLIVEIRA

GEOMORFOLOGIA E CRONOLOGIA DOS DEPÓSITOS DA PLANÍCIE
FLUVIAL NO ALTO CURSO DO RIO PARANÁ, MS/SP.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Mario Luis Assine (orientador)

José Cândido Stevaux

Edvard Elias de Souza Filho

Resultado: **APROVADA**

Rio Claro – SP, 04 de abril de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos mestres e colegas de trabalho.

Primeiramente agradeço ao meu orientador, professor Mario Luis Assine, que me deu a oportunidade de desenvolver este trabalho. Obrigada pela orientação e pelos conhecimentos que foram construídos nestes anos.

Agradeço também ao Professor Fabiano do Nascimento Pupim, pela motivação do começo ao fim do Mestrado. Sempre disposto a ajudar, orientar e a discutir. Obrigada pela confiança, paciência, apoio e amizade durante esta jornada.

Ao Professor José Cândido Stevaux, pelos ensinamentos, apoio, sugestões e disposição em ajudar. Agradeço também pela colaboração com o material topobatimétrico que trouxe resultados interessantíssimos.

Ao Professor Edvard Elias Souza Filho, pelas discussões e sugestões durante à defesa, contribuições significativas para este trabalho.

Ao Professor Lucas Veríssimo Warren por toda ajuda e disposição durante o trabalho de campo, e agradeço também pelas aulas de Sistemas Depositionais, que me motivaram ainda mais.

Aos meus colegas Eder Merino, Filipe Giovanini Varejão, Patrícia Colombo Mescolotti, Mariza Gomes Rodrigues e Milena Cristina Rosa. Agradeço ao Eder por todo ensinamento, críticas, paciência, apoio e torcida em todos os momentos. Agradeço à Paty, pelas orientações, ensinamentos e conselhos. Felipe e Mariza, obrigada por me ajudarem dentro e fora do laboratório. Um agradecimento especial à Mariza que garantiu uma hospedagem acolhedora durante o trabalho campo. Obrigada Milena pelas discussões e dicas no laboratório. Enfim, a todos vocês do laboratório, obrigada pelo profissionalismo e mais ainda pela amizade. Contem comigo sempre!

Aos meus amigos do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Alexandre Leme (Belo), Daniela Ribeiro e Lucas Inglez, por me socorrerem com dúvidas burocráticas e técnicas, e também por compartilharem comigo os momentos de questionamentos sobre a carreira acadêmica.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Rosângela Vacello, pela atenção, apoio e suporte diário.

Ao pessoal do LEGal-USP (Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência, do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo), Prof. Dr.

André Sawakuchi, Thays Desirée Mineli e Luciana Nogueira de Paula Souza, que me receberam de braços abertos e com muita paciência me ensinaram e forneceram todo suporte necessário para a realização das datações pela técnica de Luminescência Opticamente Estimulada.

Os trabalhos de campo e análises laboratoriais não seriam possíveis sem o apoio financeiro da Fapesp (processo 2014/06889-2) e CNPq (144221/2015-2), indispensáveis para a conclusão deste trabalho. Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À família e amigos.

Agradeço à minha mãe, Amália, meu maior exemplo de coragem. Ao longo de todos os anos que vivi em Rio Claro, apesar da distância, sempre esteve presente confiando e me apoiando em todas as etapas.

Aos meus irmãos, Adriano e Verônica, que sempre estiveram dispostos a me ajudar, em qualquer circunstância. Também agradeço aos meus cunhados Valquíria e Israel, e aos meus sobrinhos Rafaela e Bruno, pela ajuda e torcida durante estes anos.

Um agradecimento especial ao Rodrigo, por estar ao meu lado durante todo o Mestrado, compartilhando todos os momentos, dos melhores aos piores. Com muita paciência, carinho, bom-humor e dedicação sempre esteve disposto a ajudar, ouvir e conversar. Obrigada por me ensinar e aprender comigo, sempre crescendo juntos. Obrigada por tudo!

Agradeço às minhas amigas Maria Carolina Barreto (Marol) e Amanda Eburneo (Pafrente), minha família rio-clarense, obrigada pela amizade, suporte e por toda alegria que vocês transmitem. Acho justo agradecer pela companhia na cerveja e no pagode também.

E por fim, o meu grande incentivador nesta caminhada, Sr. Osvaldo Aulino, transformando cada momento em experiência e aprendizado, e nos momentos difíceis sempre esteve pronto a me ajudar com uma palavra amiga, ou um “puxão de orelha”. Muito obrigada.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	5
3.1.1. Clima	5
3.1.2. Geologia	5
3.1.3. Geomorfologia	8
3.1.4. Pedologia	10
3.1.5. Vegetação	11
3.2. Paleo-hidrologia e paleoclimatologia	12
4. MÉTODOS E MEIOS	15
4.1. Compartimentação geomorfológica	15
4.2. Caracterização sedimentológica	18
4.3. Datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE/SAR)	20
5. RESULTADOS	24
5.1. Compartimentos geomorfológicos	24
5.1.1. Unidade 1	28
5.1.2. Unidade 2	29
5.1.3. Unidade 3	31
5.1.4. Unidade 4	32
5.2. Geocronologia dos depósitos fluviais	34
5.3. Sedimentologia	40
5.5. Perfis topobatimétricos e longitudinais	47
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
6.1. Correlação com unidades definidas a sul da área estudada	54
6.2. Evolução das unidades geomorfológicas	60
7. CONCLUSÃO	65
8. REFERÊNCIAS	67

FIGURAS

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Paraná e área estudada.....	2
Figura 2 - Mapa geológico da área de ocorrência do Alogruppo Alto Rio Paraná.....	6
Figura 3 - Compartimentos dos depósitos definidos a partir do controle geológico	7
Figura 4 - Geomorfologia da região de Porto Rico/PR	10
Figura 5 - Localização dos pontos de coleta e de observações de campo	19
Figura 6 - Técnica de amostragem para a datação por LOE	20
Figura 7 - Imagem Landsat, composição 5R4G3B, ano de 1985 (antes do barramento)....	24
Figura 8 - Imagem Landsat 8, composição 6R5G4B, ano de 2016	25
Figura 9 - Modelo digital de elevação. Base de dados STRM.	26
Figura 10 - Compartimentos geomorfológicos da planície fluvial e terraços.	27
Figura 11 - Imagens da Unidade 1	28
Figura 12 - Perfil topográfico da Unidade 1.	28
Figura 13 - Foto do Paredão das Araras e imagem das lagoas.....	29
Figura 14 - Imagem da Unidade 2.....	30
Figura 15 - Perfil topográfico da Unidade 2	30
Figura 16 - Ilhas encontradas na Unidade 2.....	31
Figura 17 - Fazenda Cisalpina (CESP) situada na Unidade 3	32
Figura 18 - Unidade 4 a montante da UHE de Porto Primavera	33
Figura 19 - Pontos de coleta de amostras para datações LOE e idades obtidas.....	34
Figura 20 - Gráficos obtidos a partir dos parâmetros utilizados na datação de sedimentos.	36
Figura 21 - Localização dos testemunhos na planície fluvial dos rios Paraná e Aguapeí.....	37
Figura 22 - Localização dos testemunhos na planície rios Paraná, Verde e Peixe	38
Figura 23 - Descrição sedimentológica dos testemunhos dos rios Paraná, Verde e Peixe ..	41
Figura 24 - Descrição sedimentológica dos testemunhos nos terraços do rio Paraná.	42
Figura 25 - Afloramentos de arenitos do Grupo Caiuá.	42
Figura 26 - Perfil faciológico do Paredão das Araras.....	45
Figura 27 - Perfil faciológico do afloramento encontrado no ponto P2.....	46
Figura 28 - Perfis topobatimétricos do rio Paraná do 1 ao 7	49
Figura 29 - Perfis topobatimétricos do rio Paraná do 8 ao 14.....	50
Figura 30 - Perfis topobatimétricos do rio Paraná do 15 ao 21	51
Figura 31 - Perfis longitudinais das unidades identificadas no trecho estudado	52
Figura 32 - Sedimentos em suspensão lançados pelos afluentes	53
Figura 33 - Compartimentação e integração com a área estudada por Stevaux (1993).	56
Figura 34 - Imagem Landsat 5 (1985) com composição 5R4G3B.	57
Figura 35 - MDE com redução de intervalos altimétricos.....	58
Figura 36 - Perfis topográficos transversais ao rio Paraná	59

TABELAS

Tabela 1 - Imagens Landsat 5 de 1985 e Landsat 8 de 2016	16
Tabela 2 - Numeração dos perfis topobatimétricos e numeração utilizada pela CESP	17
Tabela 3 - Idades por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE/SAR)	35

RESUMO

O conhecimento da evolução geomorfológica da planície fluvial do rio Paraná, no trecho a montante da barragem de Porto Primavera, é ainda precário, visto que a maioria dos trabalhos publicados sobre este curso fluvial teve como foco o trecho a jusante da represa. Neste contexto, o objetivo desse estudo foi investigar a sucessão de eventos geológicos responsáveis pela evolução e configuração atual do sistema fluvial do Alto rio Paraná, no trecho entre as Usinas Hidrelétricas de Jupia e Porto Primavera (divisa entre os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul). Dados de sensoriamento remoto, sedimentológicos, geocronológicos e perfis topobatimétricos foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. Quatro compartimentos geomorfológicos foram identificados sendo que três destes compartimentos foram datados: Unidade 1, terraço elevado com presença de lagoas circulares e semicirculares; Unidade 2, terraço intermediário com pequenas lagoas e áreas encharcadas (idade LOE de 60.532 ± 6.068 anos); Unidade 3, terraço baixo com paleocanais preservados (idade LOE de 39.774 ± 2.798 anos); e Unidade 4, planície fluvial atual (idade LOE de 8.884 ± 1.576 anos). As unidades geomorfológicas definidas foram correlacionadas com unidades de trabalhos anteriores localizadas a jusante da área estudada. A Unidade 1, Unidade 3 e Unidade 4 são consideradas extensões das unidades geomorfológicas Taquaruçu, Fazenda Boa Vista e Rio Paraná, respectivamente. A Unidade 2 é um compartimento com características morfológicas singulares, portanto, não correlacionáveis com unidades apresentadas em trabalhos anteriores. Também foram identificadas duas zonas de *knickpoints* que ocorrem, provavelmente, devido a mudanças litológicas no talvegue do rio. Além disso, no trecho estudado o rio Paraná apresenta sinuosidades que podem estar relacionadas com o aporte sedimentar dos afluentes. Registros sedimentares dos depósitos da planície fluvial do rio Aguapeí indicam que o rio apresentava canal com alta energia há aproximadamente 8 mil anos, quando o clima era mais seco que o atual. Posteriormente, cerca 2 mil anos ao presente, a região passa a ter características climáticas semelhantes as atuais.

Palavras-chave: Rio Paraná. Compartimentação geomorfológica. Datação LOE. Depósitos quaternários.

ABSTRACT

The knowledge of the geomorphological evolution of the Paraná River fluvial plain in the stretch upstream of the Porto Primavera dam is still precarious, since most of the published works on this fluvial course focused on the stretch downstream of the dam. In this context, the objective of this study was to investigate the succession of geological events responsible for the evolution and current configuration of the river system of the Upper Paraná River, between the Jupiá and Porto Primavera Hydroelectric Plants (between the States of São Paulo and Mato Grosso do Sul). Remote sensing data, sedimentological, geochronological and topobathymetric profiles were used for the development of the research. Four geomorphological compartments were identified and three of these compartments were dated: Unit 1, raised terrace with circular and semi-circular ponds; Unit 2, intermediate terrace with small ponds and soaked areas (OSL age from $60,532 \pm 6,068$ years); Unit 3, low terrace with preserved paleo canals (OSL age from $39,774 \pm 2,798$ years); and Unit 4, current fluvial plain (OSL age from $8,884 \pm 1,576$ years). The defined geomorphological units were correlated with units of previous works located downstream of the studied area. Unit 1, Unit 3 and Unit 4 are considered extensions of the geomorphological units Taquaruçu, Fazenda Boa Vista and Rio Paraná, respectively. Unit 2 is a compartment with unique morphological characteristics, therefore, not correlated with units presented in previous works. Two zones of *knickpoints* have also been identified that probably occur due to lithological changes in the river thalweg. In addition, in the studied section the Paraná River presents sinuities that may be related to the sedimentary contribution of the tributaries. Sedimentary records of the deposits of the fluvial plain of the Aguapeí River indicate that this river presented a channel with high energy approximately 8 thousand years ago, when the climate was drier than the present one. Later, about 2,000 years to the present, the region will have similar climatic characteristics to the current ones.

Keywords: Paraná River. Geomorphological Zonation. OSL dating. Quaternary Deposits

1. INTRODUÇÃO

O Quaternário, período que se iniciou há cerca de 2.58 Ma e se estendeu até o presente ([Gibbard & Cohen, 2008](#)), é caracterizado por variações climáticas cíclicas de grande amplitude (glacial-interglacial) que produziram significativas mudanças ambientais na vegetação, pedogênese, produção de sedimentos, regime fluvial, entre outras, que moldaram a atual paisagem do Brasil. O estudo dessas mudanças é fundamental para compreender os processos morfogenéticos, definir a sequência dos eventos e assim elaborar modelos geomorfológicos que nos auxiliem no entendimento da origem e evolução das paisagens brasileiras.

Nesta pesquisa, os depósitos fluviais das planícies e dos terraços do rio Paraná, localizados no trecho entre a Usina Hidrelétrica de Jupiá (município de Três Lagoas) e a Usina Hidrelétrica de Porto Primavera (Rosana), divisa entre os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, são utilizados para a interpretação da evolução geomorfológica do Alto rio Paraná ([Figura 1](#)). O reconhecimento das principais unidades geomorfológicas presentes na área, bem como a caracterização dos elementos morfológicos da planície fluvial, contribuirá para a reconstituição da evolução do sistema fluvial e das mudanças ambientais ocorridas no Alto curso do rio Paraná.

Os depósitos sedimentares que compreendem as planícies fluviais são registros que integram mudanças ambientais e processos geomorfológicos na escala da bacia hidrográfica ([Pazzaglia, 2013](#)). Estudos geomorfológicos e sedimentológicos quando combinados com idades absolutas (por exemplo: datação por carbono 14 (^{14}C) ou luminescência opticamente estimulada – LOE) possibilitam usar os depósitos das planícies fluviais como marcadores estratigráficos para a interpretação e correlações de mudanças ambientais regionais ([Bridgland & Westaway, 2008](#)). As causas mais comuns dessas mudanças são respostas da vegetação, hidrológicas e de produção de sedimentos devido a variações climáticas, que no Quaternário são dominadas por ciclos glaciais-interglaciais de aproximadamente 100 mil anos ([Vandenberghe, 2015](#)). No entanto, a resposta do sistema fluvial depende de fatores como controle estrutural, substrato geológico e níveis de base local e regional. Atividades tectônicas modernas também podem influenciar a evolução das planícies fluviais, principalmente no que diz respeito à geometria e ao posicionamento topográfico dos depósitos ([Pazzaglia, 2013](#)). Outro fator importante na evolução de curto-prazo (10 a 10^3 anos) das planícies

[Parolin et al., 2006, 2007](#); [Guerreiro et al 2013](#); [Leli et al, 2017](#)). Neste contexto, esta pesquisa fornecerá informações necessárias para auxiliar na reconstrução da história deste trecho do Rio Paraná, pois a área estudada guarda depósitos sedimentares que evidenciam mudanças ambientais desde o Pleistoceno superior (<126.000 anos).

A bacia hidrográfica do rio Paraná é a segunda maior da América do Sul, superada apenas pela bacia Amazônica, drena uma área de 2,6 milhões de km² (incluindo o Rio Paraguai). O rio Paraná é um dos dez maiores rios do planeta, com uma descarga média anual de 18.000³/s e cerca de 200 x 10⁶ toneladas de carga sedimentar transportada por ano ([Latrubesse et al., 2005](#)). É o principal curso d'água da bacia hidrográfica do rio homônimo e percorre desde sua nascente até a sua foz pelo Brasil, Argentina e Paraguai. O rio Paraná recebe esse nome a partir da confluência dos rios Grande e Paranaíba na divisa dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, e sua foz se localiza no estuário da Prata, na divisa entre o Uruguai e a Argentina.

Devido às suas características geológicas e hidrológicas, o rio Paraná pode ser dividido em alto, médio e baixo curso. O segmento correspondente ao “Alto rio Paraná”, estende-se desde a confluência dos rios Grande e Paranaíba até o início do reservatório da UHE de Itaipú, próximo a foz do rio Piquiri, divisa entre Brasil e Paraguai ([Stevaux, 1994](#)). A área estudada localiza-se entre as coordenadas geográficas 22° 30' 26" e 20° 47' 23" de latitude sul e 52° 59' 54" e 51° 20' 32" de longitude oeste ([Figura 1](#)).

7. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados neste trabalho, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Os depósitos fluviais do Alto rio Paraná, no trecho entre as UHE de Jupia e Porto Primavera foram agrupados em quatro compartimentos geomorfológicos: Unidade 1, terraço elevado, com presença de lagoas circulares e semicirculares; Unidade 2, terraço intermediário com pequenas lagoas e áreas encharcadas; Unidade 3, terraço baixo com paleocanais preservados; e Unidade 4, planície fluvial atual;
- Idades absolutas de deposição dos sedimentos de três unidades geomorfológicas foram determinadas por meio da técnica de Luminescência Opticamente Estimada (LOE), e revelaram idades de: 60.532 ± 6.068 para a Unidade 2; 39.774 ± 2.798 a 35.855 ± 3.172 anos para a Unidade 3; 8.884 ± 1.576 a 710 ± 99 anos para a Unidade 4;
- A análise dos resultados mostra que há boa correlação geomorfológica com unidades definidas a sul da área estudada. Os dados altimétricos e as características morfológicas indicam correlação das Unidade 1, Unidade 3 e Unidade 4, respectivamente com as unidades Taquaruçu, Fazenda Boa Vista e Rio Paraná;
- A Unidade 2 é um compartimento com características morfológicas singulares, portanto, não correlacionável com unidades apresentadas em trabalhos anteriores;
- Duas zonas de *knickpoints* foram identificadas no trecho estudado, podendo refletir mudanças litológicas ao longo do talvegue do rio;
- A sinuosidade do rio Paraná pode estar influenciada, em alguns trechos, pelo aporte sedimentar dos afluentes, que desloca o canal do rio tanto para o lado sul-mato-grossense como para o lado paulista;
- Depósitos sedimentares da planície fluvial do rio Aguapeí indicam que o rio apresentava canal com alta energia há aproximadamente 8 mil anos, quando o clima era mais seco que o atual. Posteriormente, de cerca 2 mil anos ao presente, a região passou a ter características climáticas semelhantes às atuais;

- Embora o número de datações seja insuficiente para definir a cronologia das unidades de forma conclusiva, bem como dos eventos geológicos, a caracterização da planície do rio Paraná a norte da barragem de Porto Primavera e a correlação das unidades identificadas com a jusante, permitiram delinear a evolução geomorfológica quaternária do Alto rio Paraná.

8. REFERÊNCIAS

- Biron, P.M., Lane, S.N., 2008. Modelling hydraulics and sediment transport at river confluence. In: Rice, S.P., Roy, A., Rhoads, B.L. River Confluences, Tributaries and the Fluvial Network. England, p. 17–37
- Bridgland, D.; Westaway, R. (2008). Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology*, **98**(3), 285-315.
- Brierley, G.; Stankoviansky, M. (2002). Geomorphic responses to land use change: lessons from different landscape settings. *Earth Surface Processes and Landforms*, **27**(4), 339-341.
- CESP- Companhia Energética de São Paulo. 1997. *Seções batimétricas do Rio Paraná no trecho entre Porto Primavera e Jupia*. Ref. CESP CT/ERC/3011/97.
- Charlton, R. (2008). *Fundamentals of fluvial geomorphology*. New York: Routledge, 234p.
- ESRI – Environmental Systems Research Institute. 2017. *Improving the display of raster data*. (<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/improving-the-display-of-raster-data.htm>).
- Fujita, R. H. 2014. *Geomorfologia e Evolução Quaternária da Calha do Alto Rio Paraná, no segmento livre de barramentos, entre os reservatórios de Porto Primavera e Itaipu*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 120 p.
- Fulfaro, V. J.; Etchebehere, M. L.; Saad, R. A.; Perinotto A. J. 2005. The Araras Escarpment in the upper Paraná River: implications to fluvial neotectonics on the Paraná drainage net evolution. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **6**(1), 115-122.
- Galbraith, R. F.; Roberts, R. G.; Laslett, G. M.; Yoshida, H.; Olley, J. M. 1999. Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium Rock Shelter, Northern Australia: Part I, experimental design and statistical models. *Archaeometry*, **41**: 339-364.
- Guerin, G.; Mercier, N.; Adamiec, G.; 2011. Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL*, **29**(1), 5-8.
- Guerreiro, R. L. 2011. *Evolução Geomorfológica e Paleoambiental dos Terraços da Margem Esquerda do Alto Rio Paraná*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 67p.
- Guerreiro, R. L.; Stevaux, J. C.; Parolin, M.; Assine, M. L. 2013. Late Pleistocene and Holocene paleoenvironments in ponds and aluvial sediments of the Upper Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **16** (1), 39-46.

- Gibbard, P., Cohen, K. M. (2008). Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. *Episodes*, **31**(2), 243-247.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2001. *Mapa de Solos do Brasil*. IBGE/EMBRAPA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Diretoria de Geociências; Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Mapa escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. (<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>).
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. *Mapa de vegetação do Brasil*. Coordenação de Cartografia e Mapa e Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Diretoria de Geociências. Mapa escala: 1: 5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. (<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/vegetacao>).
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2016. *Períodos de Maiores e Menores Temperaturas e Pluviosidades Climatológicas*. (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mestempo>).
- Justus, J. O; 1985. *Subsídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, 204p.
- Justus, J. O. 1990. Hidrologia da Região Sul. In: IBGE, Geografia do Brasil, **2**, 189-216.
- Justus, J. O; Brasil, A. E; Herrman, M. L. 1985. *Projeto Geomorfologia*. RADAMBRASIL, folha SF22 Paranapanema. Rio de Janeiro.
- Kramer, V. M. S.; Stevaux, J. C. 2001. Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno. *Boletim Paranaense de Geociências*, **49**, 79-91.
- Latrubesse, E. M.; Stevaux, J. C.; Santos, M. L.; Assine, M. L. 2005. Grandes sistemas fluviais: geologia, geomorfologia e paleohidrologia. In: Souza, C. R. G., K. Suguio, A. M. S. Oliveira & P. E. Oliveira (eds.). *Quaternário no Brasil*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 276-297.
- Leli, I. T. 2015. *Gênese, evolução e geomorfologia das ilhas e planície de inundação do Alto rio paraná, Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 123p.
- Leli, I. T.; Stevaux, J. C.; Assine, M. L. 2017. Genesis and sedimentar recordo of blind channel and islands of the anabranching River: An evolution model. *Geomorphology*, **293**, 110-130.
- Martins, D. P.; Stevaux, J. C. 2005. Formas de leito e transporte de carga de fundo do alto rio Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **6** (2): 43-50.
- Mellettt, C. L. 2013. Luminescence Dating. Geomorphological Techniques. *British Society for Geomorphology*. **4** (2.6): 1-11.

- Merino, E. R.; Pupim, F. N.; Macedo, H. A.; Assine, M. L. 2015. Realce e integração de imagens orbitais óticas com dados SRTM para mapeamento e estudo de grandes planícies fluviais: exemplos de aplicação no Pantanal. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **16** (1), 49-62.
- Morais, E. S.; Santos, M. L.; Cremon, E. H.; Stevaux, J. C. 2016. Floodplain evolution in a confluence zone: Parana and Ivai rivers. *Geomorphology*, **257**, 1-9.
- Murray, A.S.; Wintle, A. G. 2000. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurement*, **32**, 57–73.
- Murray, A. S.; Wintle, A. G. 2003. The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability. *Radiation Measurements*, **37**, 377-381.
- Nelson, M. S.; Gray, H. J.; Johnson, J. A.; Rittenour, T. M.; Feathers, J. K; Mahan, S. A. 2015. User Guide for Luminescence Samplings in Archaeological and Geological Contexts. *Advances in Archaeological Practic*, **3** (2), 166-177.
- Oliveira, J.B.; Camargo, M.N.; Rossi, M.; Calderano Filho, B. 1999. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala: 1:500.000*. Campinas: IAC.
- Parolin, M., Stevaux, J. C. 2001. Formação de Dunas Eólicas Durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul. *Pesquisas em Geociências*, **28** (2), 43-46.
- Parolin, M; Volkmer, C; Stevaux, J. C. 2005. Mudanças ambientais durante o Holoceno e final do Pleistoceno indicadas por espongofacies na região de Taquarussu, MS, Brasil. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA, Guarapari, *Anais IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA*, **1**, 180-180.
- Parolin, M.; Medeanic, S.; Stevaux, J.C. 2006. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **1**, 137-148.
- Parolin M.; Volkmer-Ribeiro C.; Stevaux J. C. 2007. Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**(1): 17-26.
- Pazzaglia, F. J. 2013. Fluvial terraces. In: Shroder, J. (org.). *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego: 379-412.
- PERH-MS. 2010. *Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, EMS, 194 p.
- Pires Neto, A. G; Bartorelli, A. Vargas. M. S. 1994. A planície do rio Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, **42**, 217-229.

- Prescott, J. e Stephan, L. 1982. The contribution of cosmic radiation to the environmental dose for thermoluminescence dating. Latitude, altitude and depth dependences. *Pact*, **6**, 17-25.
- Potter, P. E.; Stevaux, J. C. 1988. Stratigraphy and sedimentation of the alluvial plain of the Paraná River, State of Paraná, Brazil: comprehensive, three-dimensional sedimentary model for a tropical river. A proposal to The Petroleum Research Fund.; American Chemical Society. Washington D. C., 9p.
- Rocha, P. C; Bombonato, A. C; Silva, L. M; Brandão, F. Andrade, I. R. A. (2008) Geomorfologia e reativação de paleocanais em uma área de influência do reservatório da UHE Porto Primavera, Planície do rio Paraná, Centro-Sul do Brasil In: VII Sinageo /II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, Belo Horizonte, *Anais do VII Sinageo*.
- Rhodes, E. J. 2011. Optically stimulated luminescence dating of sediments over the past 200,000 years. *Annual Review of Earth and Planetaty Sciences* **39**: 461-488.
- Sallun, A.E.M.; Suguio, K.; Stevaux, J.C. 2007. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). *Geologia USP, Série Científica*, **7**: 49-70.
- Santos M. L.; Stevaux, J. C. 2000. Facies and Arquitectural analysis of channel Sandy macroforms in the Upper Paraná river. *Quaternary Internacional*, Inglaterra, **72** (1), 87-94.
- Soares, P. C.; Fiori, A. P. 1976. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, **16** (32): 71-104.
- Soares, P. C.; Landim, P.M.B. 1976. Depósitos cenozoicos na região centro-sul do Brasil. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, **16** (31): 17-39.
- Souza Filho, E. E. 1996a. Evolução geológico geomorfológica dos depósitos do rio Paraná na região de Porto Rico (PR-MS). In: 39 Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário – SBG, Salvador, *Anais 39 Congresso Brasileiro de Geologia – SBG*, (2): 462-464
- Souza Filho, E. E. 1996. Unidades de mapeamento da planície do rio Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia. In: 39 Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário – SBG, Salvador, *Anais 39 Congresso Brasileiro de Geologia – SBG*, (2): 465-467.
- Souza filho E. E.; Stevaux J. C. 1997. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: Vazzoler A. E. A. M, Agostinho A. A. e Hahn N. S. A planície de inundação do Alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 3-46.

- Stevaux, J. C. 1993. *O rio Paraná: Geomorfogênese, sedimentologia e evolução quaternária de seu curso superior*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 142 p.
- Stevaux, J. C. 1994. Upper Paraná River (Brazil) Geomorphology and Paleoclimatology. In: *Quaternary International*, **21**, 143-161.
- Stevaux, J.C. 2000. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, **72**: 73-85.
- Stevaux, J. C; Latrubesse, E. M. 2017. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo: Oficina de Textos. 336p.
- Stevaux, J. C; Souza Filho, E.E. e Jabur, I. C. 1997. A História quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In Vanzzoler A. E. A. M, Agostinho A. A. e Hahn N. S. A planície de inundação do Alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 47-72.
- Stevaux, J. C; Souza, I. A. 2004. Floodplain construction in an anastomosed river. *Quaternary International*, **114**, p. 55–65.
- Vandenberghe, J. 2015. River terraces as a response to climatic forcing: formation processes, sedimentary characteristics and sites for human occupation. *Quaternary International*, **370**, 3-11.
- Veneziani, P.; Anjos, C. E. 1982. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos: INPE, 54 p.